



Environnement
Canada

Environnement
Canada

**Atlantic
Canada
Wastewater
Guidelines
Manual**

**Directives en
matière d'eaux
usées pour le
Canada
atlantique**

**Collection,
Treatment,
and Disposal**

**Collecte,
traitement et
élimination**

2006



ACKNOWLEDGMENT

This document, the *Atlantic Canada Wastewater Guidelines Manual*, provides an update of the former 2000 edition prepared by UMA Engineering Ltd. The present edition has been prepared by ABL Environmental Consultants Ltd. under the direction of a technical review committee. A special thank to Environment Canada for their assistance and direction and to the province of Nova Scotia for their initiative of developing an Atlantic version of the Guideline. The technical review committee membership consists of:

REMERCIEMENTS

Le présent manuel, *Lignes directrices en matière d'eaux usées pour le Canada atlantique*, est une mise à jour du document « *Atlantic Canada Standards and Guidelines Manual for the Collection, Treatment and Disposal of Sanitary Sewage* », édition 2000, préparé par CBCL Engineering Ltd. La présente édition a été établie par ABL Environmental Consultants Ltd. sous la direction d'un comité d'examen technique. Nous tenons à remercier tout particulièrement Environnement Canada de son soutien. Le comité d'examen technique est composé des personnes suivantes :

M.T. Grant, P.Eng

Environment Canada | Environnement Canada

Bob Rowe, P.Eng

*Nova Scotia Department of Environment and Labour
Ministère de l'Environnement et du Travail de la Nouvelle-Écosse*

Morley Foy, P.Eng

*PEI Department of Environment, Energy and Forestry
Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et des Forêts de l'Î.-P.-É*

Serge Theriault, M.Eng

New Brunswick Department of Environment | Ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick

Herbert Card, Water and Wastewater Specialist

*Newfoundland and Labrador Department of Environment and Conservation
Ministère de l'Environnement et de la Conservation, Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador*

*** NOTICE TO THE ENGINEER ***

This manual has been prepared for use as a guideline in the design of infrastructure for the collection, treatment, and disposal of sanitary sewage in the Atlantic Provinces. Every effort has been made to ensure that the manual is consistent with current technology and environmental considerations. The approval and permit process outlined in these guidelines is general in nature and is meant to be an overview only. Proponents are advised to familiarize themselves with the requirements of all legislation and policies dealing with sanitary sewage projects in the province where the work is to be undertaken.

THIS MANUAL DOES NOT ELIMINATE THE NECESSITY FOR DETAILED DESIGN. ENGINEERS WHO USE THIS MANUAL IN PREPARING REPORTS, DESIGN DRAWINGS AND SPECIFICATIONS MUST RECOGNIZE THAT HE/SHE RETAINS FULL RESPONSIBILITY FOR THEIR WORK.

There are many parties involved in any municipal sewage treatment system including designers (engineers and planners), owners (municipalities), constructors (contractors), users (general public and industry), operators and administrators (municipal staff), and regulatory agencies (federal, provincial and municipal staff). While it is important for the designers to follow the guidelines summarized in this document, equally important is the education of the public and stakeholders on issues related to sewage systems. In cases where public consultation is held in the absence of public education, the general public may not have adequate or correct information for making effective decisions or public input.

A public education program may include, but not limited to, the following aspects:

- **Source Control:** Outlining the responsibility of individuals to prevent discharge of deleterious material into the sewage system. It is much easier to eliminate pollutants at the source than trying to separate or treat them after they have entered the collection or treatment systems.
- **Water Conservation:** Outlining the responsibility of individuals in conservation of water and reduction of sewage generation.
- **Cross-connection and Infiltration Control:** Outlining the responsibility of individuals in elimination and alleviation of cross-connection between potable water systems with sewage and storm systems, and of discharge of storm and ground water to separate sanitary sewage systems.

*** NOTE À L'INGÉNIEUR ***

Le présent manuel a été élaboré pour servir de guide en ce qui a trait à la conception d'infrastructures de collecte, d'épuration et d'élimination des eaux usées sanitaires dans les provinces de l'Atlantique. Nous nous sommes assurés, dans toute la mesure du possible, que le contenu du manuel reflète les technologies et les préoccupations environnementales actuelles. La description du processus d'approbation et d'obtention de permis demeure générale et n'est fournie qu'à titre indicatif. Nous recommandons aux promoteurs de prendre connaissance des exigences de tous les règlements et de toutes les politiques qui régissent les projets d'égout sanitaire de la province où les travaux doivent être effectués.

LE PRÉSENT MANUEL N'ÉLIMINE PAS LA NÉCESSITÉ D'UNE CONCEPTION DÉTAILLÉE. LES INGÉNIEURS QUI UTILISENT CE MANUEL POUR ÉTABLIR DES RAPPORTS AINSI QUE DES PLANS ET DES DEVIS DE CONCEPTION DEMEURENT ENTièrement RESPONSABLES DE LEUR TRAVAIL.

De nombreux intervenants participent à l'élaboration et au bon fonctionnement des réseaux d'assainissement urbains, notamment les concepteurs (ingénieurs et planificateurs), les maîtres de l'ouvrage (municipalités), les constructeurs (entrepreneurs), les usagers (population et industrie), les exploitants et les administrateurs (personnel municipal) et les organismes de réglementation (employés fédéraux, provinciaux et municipaux). Bien qu'il soit important que les concepteurs respectent les lignes directrices présentées dans ce document, il est tout aussi important que la population et les intéressés soient informés des problèmes liés aux réseaux d'égout. Lorsque des consultations publiques sont tenues sans sensibilisation préalable de la population, celle-ci peut ne pas posséder suffisamment d'informations ou d'informations suffisamment précises pour prendre des décisions efficaces ou formuler des commentaires éclairés.

Un programme de sensibilisation publique peut porter sur les aspects suivants, sans s'y limiter :

- **Contrôle à la source :** Définir la responsabilité de chacun pour prévenir le rejet de matières délétères dans le réseau d'égout. Il est beaucoup plus facile d'éliminer les polluants à la source que de tenter de les séparer ou de les traiter après qu'ils ont pénétré dans le réseau collecteur ou l'usine d'épuration.
- **Conservation de l'eau :** Définir la responsabilité de chacun au chapitre de la conservation de l'eau et de la réduction des eaux usées.
- **Contrôle des jonctions fautives et des infiltrations :** Définir la responsabilité de chacun au chapitre de l'élimination et de la prévention des jonctions fautives entre les réseaux d'eau potable et les réseaux d'égout pluvial et sanitaire, et de l'évacuation des eaux souterraines et des eaux pluviales dans des réseaux d'égout sanitaires distincts.

- **Understanding Technology:** Raising the public understanding of the state-of-the-art in technologies for collection, treatment and disposal of sewage and biosolids. This should alleviate public opposition to acceptable and sometimes superior treatment and disposal practices due to misinformation being inadvertently spread in the public sector.

- **Connaissances techniques :** Amener la population à mieux comprendre les technologies de pointe employées pour la collecte, l'épuration et l'élimination des eaux usées et des biosolides. Cette compréhension atténuera l'opposition de la population aux méthodes acceptables, voire supérieures, de traitement et d'élimination découlant d'informations erronées diffusées par inadvertance dans le secteur public.

PURPOSE OF THE MANUAL

The main body of the manual is intended for use as a guide in the design and preparation of plans and specifications for sewage works and sewage collection and treatment systems; to list and suggest limiting values for items upon which an evaluation of such plans and specifications will be made by the reviewing authority; and to establish as far as practicable, uniformity of practice in Atlantic Canada with practice in other parts of Canada and the United States.

A complete documentation of all parameters related to sewerage works design is beyond the scope of these guidelines, but an attempt has been made to touch upon the parameters of greatest importance from process and reliability standpoints.

By issuing these guidelines, it is not the intention of the regulatory agencies to stifle innovation. Where the designer can show that alternate approaches can produce the desired results, such approaches will be considered for approval.

Wherever possible, designers are encouraged to use actual data obtained from sewage treatment plant flow records, operational studies, etc., rather than use arbitrary design parameters. This is particularly important with sewage treatment plant expansions where the designer may want to use hydraulic and/or organic loading rates in the upper levels of the acceptable loading ranges, or where the designer proposes to deviate from the recommended design parameters.

Where the term "shall" is used, it is intended to mean a mandatory requirement insofar as any confirmatory action by the reviewing authority is concerned. Other terms such as "should", "recommended", "preferred", and "the like" indicate discretionary use on the part of the reviewing authority and deviations are subject to individual consideration.

Designers are advised to familiarize themselves with the requirements of all legislation (as outlined in the policy section) dealing with sewage treatment works, their associated equipment and labour safety requirements.

The manual also contains a number of appendices. These appendices outline typical manpower requirements for various types and sizes of treatment plants, as well as operator training requirements. They also describe treatment plant process control techniques and the recommended format for plant operation and maintenance manuals.

OBJET DU MANUEL

Le présent manuel a été élaboré dans le but de servir de guide en ce qui a trait à la conception des réseaux d'égout et des systèmes de collecte et d'épuration des eaux usées et à l'établissement des plans et des devis connexes; on y dresse une liste des éléments qui serviront de base à l'évaluation de ces plans et devis par l'organisme d'examen et on y recommande des valeurs limites pour ces éléments. Ce manuel assure, dans la mesure du possible, l'uniformisation des méthodes employées dans le Canada atlantique avec celles qui sont utilisées dans les autres régions du Canada et aux États-Unis.

La documentation complète de tous les paramètres liés à la conception des usines d'épuration des eaux usées dépasse le cadre de ces lignes directrices, mais nous avons néanmoins abordé les paramètres les plus importants du point de vue des procédés et de la fiabilité.

En publiant ces lignes directrices, les organismes de réglementation ne visent en aucune manière à faire obstacle à l'innovation. Lorsque le concepteur peut démontrer qu'une démarche de remplacement peut produire les résultats voulus, cette démarche peut être approuvée.

Il est recommandé aux concepteurs d'utiliser, dans toute la mesure du possible, les données réelles des registres de production et des études opérationnelles des usines d'épuration, plutôt que de se fonder sur des paramètres de conception arbitraires. Cet aspect est particulièrement important lorsque l'agrandissement d'une usine d'épuration est projeté et que le concepteur envisage d'utiliser pour les taux de charge hydraulique ou organique les valeurs supérieures des plages acceptables ou propose de s'écarter des paramètres de conception recommandés.

Le terme « doit » indique une exigence obligatoire, corroborée par l'organisme d'examen. Les autres termes et expressions « devrait », « recommandé », « privilégié », « semblable », « il convient de » indiquent que cet usage est jugé facultatif par l'organisme d'examen et que les variantes sont évaluées au cas par cas.

Il est recommandé aux concepteurs de prendre connaissance des exigences réglementaires (définies dans la section qui porte sur les politiques) qui régissent les usines d'épuration et l'équipement connexe ainsi que des exigences relatives à la sécurité de la main-d'œuvre.

Le manuel contient également un certain nombre d'annexes. Ces annexes définissent les besoins en main-d'œuvre pour divers types et diverses dimensions d'usines d'épuration ainsi que les exigences de formation des opérateurs. Elles décrivent par ailleurs les techniques de surveillance des usines d'épuration et la présentation recommandée pour les manuels d'exploitation et d'entretien des usines.

Definition of terms and their use in this document is intended to be in accordance with *Glossary - Water and Sewage Control Engineering*, published by APHA, ASCE, AWWA, and APCF.

The considerable experiences of other provincial agencies, authorities and commissions have been freely referred to in the presentation of this manual. Material from the Ministry of the Environment of Ontario, the Water Pollution Control Federation (WPCF), the Water Environment Federation (WEF), the Environmental Protection Agency Office of Technology Transfer, the Association of Boards of Certification Need to Know Criteria, the Nova Scotia Guidelines for the Collection and Treatment and Disposal of Municipal Wastewater (1992), the New Brunswick Guidelines for the Collection and Treatment of Wastewater (1987), the Newfoundland guidelines for the Design, Construction, and operation of Water and Sewerage Systems, the Great Lakes - Upper Mississippi River Board of State Sanitary Engineers (199), and the Alberta Standards and Guidelines for Municipal Water Supply, Wastewater, and Storm Drainage Facilities (1988) have all been carefully reviewed and applicable standards have been adopted.

Policies and Criteria contained in this publication will be changed from time to time to conform with advances and improvement in the science, art and practice of Sanitary Engineering. These changes shall be noted in the revision record.

Les définitions des termes et l'emploi de ces termes dans le document sont conformes à l'ouvrage *Glossary - Water and Sewage Control Engineering*, publié par l'APHA, l'ASCE, l'AWWA et l'APCF.

On a largement puisé dans l'expérience d'autres agences, commissions et organismes provinciaux pour la présentation de ce manuel. On a soigneusement étudié les documents du ministère de l'Environnement de l'Ontario, de la Water Pollution Control Federation (WPCF), de la Water Environment Federation (WEF), de l'Office of Technology Transfer de l'Environmental Protection Agency ainsi que les documents suivants : « Need to Know Criteria » de l'Association of Boards of Certification, « Nova Scotia Guidelines for the Collection and Treatment and Disposal of Municipal Wastewater » (1992), « New Brunswick Guidelines for the Collection and Treatment of Wastewater » (1987), « Newfoundland guidelines for the Design, Construction, and Operation of Water and Sewerage Systems », « Great Lakes - Upper Mississippi River Board of State Sanitary Engineers » (199) et « Alberta Standards and Guidelines for Municipal Water Supply, Wastewater, and Storm Drainage Facilities » (1988). Nous avons par la suite adopté les normes applicables.

Les politiques et les critères présentés dans cette publication seront modifiés au besoin pour tenir compte des progrès et des avancées de la science, de l'art et de la pratique du génie sanitaire. Ces modifications seront indiquées dans le registre des révisions.

TABLE OF CONTENTS

CHAPTER 1	
APPROVAL REQUIREMENTS AND PROCEDURES	
1.1	APPLICATION FOR APPROVAL 1-1
1.2	PRE-DESIGN EVALUATION 1-4
1.2.1	Effluent Discharge Requirements 1-4
1.2.2	Flow Gauging and Wastewater Characterization Studies 1-4
1.2.3	Infiltration/Inflow Investigations 1-4
1.2.4	At-Source Control..... 1-5
1.3	PRE-DESIGN REPORT 1-5
1.3.1	Purpose 1-5
1.3.2	Relation to a Comprehensive Study 1-6
1.3.3	Contents 1-6
1.3.4	Concept and Guidance for Plans and Specifications..... 1-7
1.3.5	Format for Content and Presentation 1-7
1.3.6	Supplemental Information..... 1-16
1.4	DETAILED DESIGN DOCUMENTATION 1-19
1.4.1	General..... 1-19
1.4.2	Design Report 1-19
1.4.3	Plans 1-22
1.4.4	Specifications..... 1-25
1.5	REVISIONS TO APPROVED PLANS 1-26
1.6	CERTIFICATES OF APPROVAL 1-26
1.7	OPERATION DURING CONSTRUCTION 1-26
1.8	OPERATING REQUIREMENTS..... 1-27
1.8.1	General..... 1-27
1.8.2	Operator Requirements 1-27
1.9	MONITORING REQUIREMENTS..... 1-27
1.9.1	Owner/Operator Responsibility 1-28
1.9.2	Regulatory Agencies' Responsibility 1-28
1.10	COMPLIANCE REQUIREMENTS 1-28
1.11	REPORTING REQUIREMENTS..... 1-28

CHAPTER 2 DESIGN OF SEWERS

2.1	TYPE OF SEWERAGE SYSTEM 2-1
2.2	DESIGN CAPACITY CONSIDERATIONS 2-1

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1	
EXIGENCES ET PROCÉDURE D'APPROBATION	
1.1	DEMANDE D'APPROBATION1-1
1.2	ÉVALUATION AVANT CONCEPTION1-4
1.2.1	Exigences relatives au rejet des effluents 1-4
1.2.2	Études de détermination du débit et de caractérisation des eaux usées 1-4
1.2.3	Examen d'infiltration et du captage..... 1-4
1.2.4	Restriction à la source 1-5
1.3	RAPPORT AVANT CONCEPTION.....1-5
1.3.1	Objectif..... 1-5
1.3.2	Relation avec l'étude approfondie 1-6
1.3.3	Éléments requis 1-6
1.3.4	Concept et lignes directrices pour les plans et devis 1-7
1.3.5	Format, contenu et présentation..... 1-7
1.3.6	Renseignements supplémentaires 1-16
1.4	DOCUMENTS DÉTAILLÉS DE CONCEPTION1-19
1.4.1	Généralités..... 1-19
1.4.2	Rapport de conception..... 1-19
1.4.3	Plans 1-22
1.4.4	Devis 1-25
1.5	RÉVISION DES PLANS APPROUVÉS1-26
1.6	CERTIFICATS D'AGRÈMENT1-26
1.7	EXPLOITATION DURANT LA CONSTRUCTION ..1-26
1.8	NORMES D'EXPLOITATION1-27
1.8.1	Généralités..... 1-27
1.8.2	Obligations de l'exploitant 1-27
1.9	EXIGENCES EN MATIÈRE DE SURVEILLANCE ..1-27
1.9.1	Responsabilité du propriétaire ou de l'exploitant 1-28
1.9.2	Responsabilité des organismes de réglementation..... 1-28
1.10	EXIGENCES EN MATIÈRE DE CONFORMITÉ1-28
1.11	EXIGENCES EN MATIÈRE DE RAPPORTS1-28

CHAPITRE 2 CONCEPTION DES ÉGOUTS

2.1	TYPE DE RÉSEAU D'ÉGOUT2-1
2.2	CAPACITÉ NOMINALE2-1

1.2.4 At-Source Control

Urban wastewater may be composed of many metals/chemicals that are discharged to the sewer system, but may not be treated by conventional treatment, or the level of treatment proposed. This can result in concentrating these constituents into the treatment plant sludge, receiving water, and sediments near the plant outfall.

To protect worker health, collection and treatment infrastructure, and the environment, design of collection and treatment systems must address by-laws and enforcement which keep such materials out of the system (at-source control). Decreased levels of contaminants in wastewater sludge may also result in a saleable commodity that can have economic benefits.

1.3 PRE-DESIGN REPORT

Pre-design reports are necessary in order to obtain a concept approval from the appropriate regulatory agency. The pre-design report assembles basic information; presents design criteria and assumptions; examines alternate projects with preliminary layouts and cost estimates; describes financing methods giving anticipated charges for users; reviews organizational and staffing requirements; offers a conclusion with a proposed project for client consideration; and outlines official actions and procedures to implement the project.

The concept, factual data and controlling assumptions and considerations for the functional planning of sewage facilities are presented for each process unit and for the whole system. These data form the continuing technical basis for detail design and preparation of construction plans and specifications.

Architectural, structural, mechanical and electrical designs are usually excluded. Sketches may be desirable to aid in presentation of a project. Outline specifications of process units, special equipment, etc., are occasionally included.

1.3.1 Purpose

A pre-design report for a proposed project is used:

- a) by the municipality for a description, cost estimates, financing requirements, user commitments, findings, conclusions and recommendations, as a guide to adopt a well-defined project;
- b) by the regulatory agency for examination of process operation, control, safety and performance directed to maintenance of water quality when facilities are discharging processed sewage;

1.2.4 Restriction à la source

Les eaux usées urbaines peuvent renfermer de nombreux métaux et produits chimiques qui sont rejetés dans le réseau d'assainissement, mais que le traitement conventionnel ou le degré de traitement proposé n'arrivent pas toujours à éliminer. Ces composants finissent par se concentrer dans les boues d'épuration, les eaux réceptrices et les points de rejet des usines d'épuration.

Pour protéger la santé des travailleurs, les infrastructures de collecte et d'épuration, et l'environnement, il convient que la conception des systèmes de collecte et d'épuration respecte les règlements municipaux et les mesures d'exécution qui interdisent la présence de ces matières dans le réseau (contrôle à la source). En abaissant la concentration de contaminants dans les boues d'épuration, on peut par ailleurs obtenir un produit vendable, susceptible de générer des bénéfices économiques.

1.3 RAPPORT AVANT CONCEPTION

Les rapports avant conception sont nécessaires à l'approbation du concept par l'organisme de réglementation compétent. Le rapport avant conception rassemble les renseignements de base, présente les critères de conception et les hypothèses de départ, examine différentes possibilités de projet au moyen d'esquisses préliminaires et d'estimation des coûts, décrit les méthodes de financement, notamment les frais prévus pour les usagers, donne un aperçu des besoins organisationnels et en personnel, conclut par un projet au client pour examen et décrit les mesures et les procédures administratives nécessaires pour mettre en œuvre le projet.

Le concept, les données concrètes et les hypothèses et considérations de contrôle pour la planification fonctionnelle des usines d'épuration doivent être présentés relativement à chaque élément et à l'ensemble du système. Ces données constituent le fondement technique continu nécessaire à la conception des détails et à la préparation des plans et devis de construction.

Les concepts architecturaux, structuraux, mécaniques et électriques sont généralement exclus. Les esquisses peuvent aider à visualiser le projet. Parfois, on inclut un devis préliminaire pour certains éléments du processus, l'équipement spécial, etc.

1.3.1 Objectif

Le rapport avant conception d'un projet est utile aux intervenants suivants :

- a) la municipalité, qui se basera sur la description, l'estimation des coûts, les besoins financiers, les engagements des utilisateurs, les observations, les conclusions et les recommandations pour adopter un projet bien défini;
- b) l'organisme de réglementation, qui examinera l'exploitation, la surveillance, la sécurité et le rendement du processus relativement au maintien de la qualité des eaux rejetées par les usines d'épuration;

- c) by investment groups and government funding agencies to evaluate the "quality" of the proposed project with reference to authorization and financing; and
- d) by news media for telling a story.

1.3.2 Relation to a Comprehensive Study

The pre-design report for a specific project should be an "outgrowth" of and consistent with an area wide and drainage basin comprehensive study or master plan.

1.3.3 Contents

The pre-design report, to be acceptable for review and approval, must:

- a) develop predicted population;
- b) establish a specific service area for immediate consideration and indicate possible extensions;
- c) present reliable measurements of flow and analyses of wastewater constituents as a basis of process design;
- d) estimate costs of immediately proposed facilities;
- e) present a reasonable method of financing and show typical financial commitments;
- f) suggest an organization and administrative procedure;
- g) consider operational requirements with regard to protection of receiving water quality;
- h) reflect local bylaws and Federal/Provincial regulations;
- i) present summarized findings, conclusions and recommendations for the owner's guidance;
- j) include a site plan. This plan must indicate locations of residences, private and public water supplies, recreational areas, watercourses, zoning, floodplains and other areas of concern when siting sewage collection and treatment facilities;
- k) identify existing problems; including combined sewer overflows (CSO's) and sanitary sewer overflows (SSO's) and proposed remedial measures to correct any of the problems.
- l) identify existing and potential receiving water uses; and
- m) identify possible treatment plant locations.

- c) les groupes investisseurs et les organismes de financement gouvernementaux, qui évalueront la « qualité » du projet proposé relativement aux autorisations et au financement requis; et
- d) les médias d'information, qui en feront la base de leurs reportages.

1.3.2 Relation avec l'étude approfondie

Le rapport avant conception d'un projet particulier devrait découler d'une étude approfondie ou d'un plan d'ensemble à l'échelle de la région et du bassin hydrographique et s'harmoniser avec cette étude ou ce plan.

1.3.3 Éléments requis

Pour être acceptable aux fins d'examen et d'approbation, le rapport avant conception doit :

- a) établir des prévisions quant à la population;
- b) définir précisément la zone desservie dans l'immédiat et indiquer les extensions possibles;
- c) présenter des mesures fiables de débit et une analyse des composants des eaux usées qui serviront de base à la conception des procédés;
- d) estimer le coût des installations proposées dans l'immédiat;
- e) présenter une méthode de financement réaliste ainsi que les engagements financiers habituels;
- f) proposer une procédure organisationnelle et administrative;
- g) examiner les besoins opérationnels en ce qui a trait à la protection de la qualité des eaux réceptrices;
- h) montrer la conformité aux règlements municipaux, fédéraux et provinciaux;
- i) présenter un résumé des observations, des conclusions et des recommandations pour la gouverne du propriétaire;
- j) inclure un plan du site indiquant le zonage et l'emplacement des résidences, des réserves d'eau privées et publiques, des aires de loisirs, des cours d'eau, les plaines inondables et d'autres considérations pertinentes pour le choix de l'emplacement d'infrastructures de collecte et d'épuration des eaux usées;
- k) définir les problèmes existants, y compris tout débordement d'égout unitaire ou de réseau séparatif, et les mesures correctives proposées pour y remédier;
- l) décrire les utilisations existantes et potentielles des eaux réceptrices; et
- m) proposer des emplacements possibles pour les installations d'épuration.

1.3.4 Concept and Guidance for Plans and Specifications

The pre-design report should be complete so that plans and specifications may be developed from it without substantial alteration of concept and basic considerations. In short, basic thinking, fundamentals and decisions are spelled out in the pre-design report and carried out in the detailed design plans and specifications.

1.3.5 Format for Content and Presentation

It is urged that the following subsections be utilized as a guideline for content and presentation of the project pre-design report to the Provincial Regulatory Agency for review and approval.

1.3.5.1 Title

The Wastewater Facilities Pre-Design Report - collection, conveyance, processing and discharge of wastewater.

1.3.5.2 Letter of Transmittal

A one page letter typed on the firm's letterhead and bound into the report should include:

- a) submission of the report to the client;
- b) statement of feasibility of the recommended project;
- c) acknowledgement to those giving assistance; and
- d) reference to the project as outgrowth of approved or "master" plan.

1.3.5.3 Title Page

- a) title of project;
- b) municipality, county, etc.;
- c) names of officials, managers, superintendents;
- d) name and address of firm preparing the report; and
- e) seal and signature of professional engineer(s) in charge of the project.

1.3.5.4 Table of Contents

- a) Section headings, chapter headings and sub-headings;
- b) maps;
- c) graphs;
- d) illustrations, exhibits;
- e) diagrams; and
- f) appendices.

1.3.4 Concept et lignes directrices pour les plans et devis

Le rapport avant conception devrait être assez complet pour qu'on puisse s'en servir afin d'élaborer les plans et devis sans en changer substantiellement le concept et les considérations de base. En bref, l'esprit, les éléments fondamentaux et les décisions de base, clairement définis dans le rapport avant conception, seront ensuite mis en œuvre dans les plans et devis détaillés.

1.3.5 Format, contenu et présentation

Il est fortement recommandé de se fonder sur les rubriques suivantes pour ordonner le contenu du rapport avant conception et le présenter à l'organisme de réglementation provincial pour examen et approbation.

1.3.5.1 Titre

Rapport avant conception sur le réseau d'assainissement – collecte, transport, traitement et rejet des eaux usées.

1.3.5.2 Lettre d'accompagnement

Une lettre d'une page, dactylographiée sur papier à correspondance officielle de la société, devrait être jointe au rapport et comprendre les éléments suivants :

- a) présentation du rapport au client;
- b) déclaration de faisabilité du projet recommandé;
- c) remerciements à l'endroit des collaborateurs;
- d) mention du plan approuvé ou du plan « directeur » dont découle le projet.

1.3.5.3 Page titre

- a) titre du projet;
- b) municipalité, comté, etc.;
- c) nom des responsables, des gestionnaires et des directeurs des travaux;
- d) nom et adresse de la société responsable du rapport; et
- e) sceau et signature de l'ingénieur ou des ingénieurs professionnels responsables du projet.

1.3.5.4 Table des matières

- a) titre des sections, titre des chapitres et sous-titres;
- b) cartes;
- c) graphiques;
- d) illustrations, pièces;
- e) diagrammes;
- f) annexes.

1.3.5.5 Summary

Highlight, very briefly, what was found from the study.

1.3.5.5.1 Findings

- a) population-present, design (when), ultimate;
- b) land use and zoning - portion per residential, commercial, industrial, greenbelt, etc;
- c) wastewater characteristics and concentrations - portions of total hydraulic, organic and solid loading attributed to residential commercial and industrial fractions;
- d) collection system projects - immediate needs to implement recommended project, deferred needs to complete recommended project and pump stations, force mains, appurtenances, etc.
- e) selected process - characteristics of process and characteristics of output.
- f) receiving waters - existing water quality and quantity, downstream water uses and impact of project on receiving water;
- g) proposed project - total project cost, total annual expense requirement for: debt service; operation, personnel and operation, non-personnel;
- h) environmental assessment of selected process;
- i) energy requirements - quantities, costs and forms;
- j) finances - indicate financing requirements and typical annual charges;
- k) organization - administrative control necessary to implement project, carry through to completion and operate and maintain wastewater facility and system; and
- l) changes - alert client to situations that could alter recommended project.

1.3.5.5.2 Conclusions

Project, or projects, recommended to client for immediate construction, suggested financing program, etc.

1.3.5.5.3 Recommendations

Summarized, step-by-step actions, for the client to follow in order to implement conclusions:

- a) acceptance of report;

1.3.5.5 Résumé

Très bref aperçu des résultats de l'étude.

1.3.5.5.1 Résultats

- a) population : actuelle, prévue (échéance), maximale;
- b) utilisation des terres et zonage : proportion utilisée à des fins résidentielles, commerciales ou industrielles, ou comme ceinture verte, etc.;
- c) caractéristiques et concentration des eaux usées : proportion de la charge hydraulique, organique et solide totale attribuée aux usages résidentiels, commerciaux et industriels;
- d) projet de réseau collecteur : besoin immédiat de mettre en œuvre le projet recommandé, besoin à long terme de réaliser l'ensemble du projet recommandé et de construire les stations de pompage, les conduites de refoulement, les ouvrages annexes, etc.;
- e) procédé choisi : caractéristiques du procédé et de l'effluent traité;
- f) eaux réceptrices : qualité et volume des eaux existantes, utilisation de l'eau en aval et répercussions du projet sur les eaux réceptrices;
- g) projet proposé : coût total du projet, frais annuels relatifs au service de la dette, au personnel et aux autres dépenses d'exploitation;
- h) évaluation environnementale du procédé choisi;
- i) besoins en énergie : quantité, coût et types d'énergie;
- j) aspects financiers : besoins de financement et frais annuels normalement prévus;
- k) organisation : contrôle administratif nécessaire pour mettre en œuvre le projet, assurer sa réalisation complète ainsi qu'exploiter et entretenir les installations d'épuration et le réseau d'égout collecteur; et
- l) changements : avertir le client des situations susceptibles de modifier le projet recommandé.

1.3.5.5.2 Conclusions

Recommandation d'un ou de plusieurs projets à construire dans l'immédiat, programme de financement proposé, etc.

1.3.5.5.3 Recommandations

Résumé, étape par étape, des mesures que doit prendre le client pour mettre en œuvre les conclusions :

- a) acceptation du rapport;

- b) adoption of recommended project;
- c) submission of report to regulatory agencies for review and approval;
- d) authorization of engineering services for approved project (construction plans, specifications, contract documents, etc.);
- e) legal services
- f) enabling ordinances, resolutions, etc., required;
- g) adoption of sewer-use ordinance;
- h) adoption of operating rules and regulations;
- i) financing program requirements;
- j) organization and administration (structure, personnel, employment, etc.);
- k) time schedules - implementation, construction, completion dates, reflecting applicable hearings, stipulations, abatement orders.

1.3.5.6 Introduction

1.3.5.6.1 Purpose

Reasons for report and circumstances leading up to report.

1.3.5.6.2 Scope

Coordination of recommended project with approved comprehensive master plan and guideline for developing the report

1.3.5.7 Background

Present only appropriate past history.

1.3.5.7.1 General

- a) existing area, expansion, annexation, inter-municipal service, ultimate area;
- b) drainage basin, portion covered;
- c) population growth, trends, increase during design life of facility (graph);
- d) residential, commercial and industrial land use, zoning, population densities, industrial types and concentrations;
- e) topography, general geology and effect on project;
- f) meteorology, precipitation, runoff, flooding, etc. and effect on project; and
- g) total period of time for which project is to be studied.

- b) adoption du projet recommandé;
- c) présentation du rapport aux organismes de réglementation pour examen et approbation;
- d) autorisation des services d'ingénierie nécessaires au projet approuvé (plans et devis de construction, dossier contractuel, etc.);
- e) services juridiques;
- f) ordonnances habilitantes, résolutions, etc., requises;
- g) adoption de l'ordonnance sur l'utilisation des égouts;
- h) adoption des règlements d'exploitation;
- i) exigences du programme de financement;
- j) organisation et administration (structure, personnel, emploi, etc.);
- k) calendriers : mise en œuvre, construction, dates de réalisation (compte tenu des audiences, des stipulations et des ordonnances de réduction).

1.3.5.6 Introduction

1.3.5.6.1 But

Raisons et circonstances qui expliquent la rédaction du rapport.

1.3.5.6.2 Portée

Coordination du projet recommandé avec le plan d'ensemble et principes directeurs de la rédaction du rapport.

1.3.5.7 Contexte

Se limiter aux détails historiques appropriés.

1.3.5.7.1 Généralités

- a) superficie actuelle, expansion, annexion, services inter municipaux, superficie finale;
- b) bassin hydrographique, portion visée;
- c) taux de croissance, tendances et augmentation de la population durant la durée de vie théorique des installations (graphique);
- d) utilisation des terres à des fins résidentielles, commerciales et industrielles, zonage, densité de la population, types d'industrie et concentration des industries;
- e) topographie, données géologiques générales et effets sur le projet;
- f) données météorologiques, précipitations, ruissellement, inondations, etc., et effets sur le projet; et
- g) durée totale de la période d'étude du projet.

1.3.5.7.2 Economic

- a) assessed valuation, tax structure, tax rates, portions for residential, commercial, industrial property;
- b) employment from within and outside service area;
- c) transportation systems, effect on commuter influx;
- d) exempt property; churches and agricultural exhibition, properties and effect on project; and
- e) costs of present water and wastewater services.

1.3.5.7.3 Regulations

- a) existing ordinances, rules and regulations including defects and deficiencies, etc;
- b) recommended amendments, revisions or cancellation and replacement;
- c) sewer-use ordinance (toxic, aggressive, volatile, etc., substances);
- d) surcharge based on volumes and concentration for industrial wastewaters;
- e) existing contracts and agreements (inter-municipal, etc.); and
- f) enforcement provisions including inspection, sampling detection, penalties

1.3.5.8 Hydraulic Capacity

The following flows for the design year shall be identified and used as a basis for design for sewers, lift stations, wastewater treatment plants, treatment units, and other wastewater handling facilities. Where any of the terms defined in this Section are used in these design standards, the definition contained in this Section applies.

a. Design Average Flow

The design average flow is the average of the daily volumes to be received for the continuous 12 month period expressed as a volume per unit time. However, the design average flow for facilities having critical seasonal high hydraulic loading periods (e.g., recreational areas, campuses, industrial facilities) shall be based on the daily average flow during the seasonal period.

b. Design Maximum Day Flow

The design maximum day flow is the largest volume of flow to be received during a continuous 24 hour period expressed as a volume per unit time.

c. Design Peak Hourly Flow

The design peak hourly flow is the largest volume of flow to be received during a one hour period

1.3.5.7.2 Aspects économiques

- a) valeur imposable, structure fiscale, taux d'imposition, portions réservées aux propriétés résidentielles, commerciales et industrielles;
- b) employés de l'intérieur et de l'extérieur de la zone desservie;
- c) réseaux de transport, effets sur la venue quotidienne de banlieusard;
- d) propriétés exclues; églises et foires agricoles; propriétés et effets sur le projet; et
- e) coût des services actuels d'adduction d'eau et d'assainissement des eaux usées.

1.3.5.7.3 Réglementation

- a) ordonnances et règlements existants, y compris leurs défauts, lacunes, etc.;
- b) modifications, révisions ou abrogation et remplacement recommandés;
- c) ordonnances sur l'utilisation des égouts (substances toxiques, corrosives, volatiles, etc.);
- d) supplément en fonction du volume et de la concentration pour les eaux usées industrielles;
- e) contrats et accords (inter municipaux, etc.) en vigueur; et
- f) dispositions d'application, y compris l'inspection, la détection par échantillonnage, les sanctions, etc.

1.3.5.8 Capacité hydraulique

Les débits annuels théoriques suivants doivent être calculés et servir de base pour la conception du réseau d'égout, des stations de pompage, d'installations d'épuration des eaux usées, d'unités d'épuration et d'autres installations de traitement des eaux usées. Lorsqu'un terme défini dans la présente section est repris dans ces normes de conception, la définition ci-dessous s'applique.

a. Débit moyen théorique

Le débit moyen théorique correspond à la moyenne des débits quotidiens à recevoir durant une période ininterrompue de 12 mois, exprimée en volume par unité de temps. Cependant, le débit moyen théorique des installations à très forte charge hydraulique saisonnière (p.ex. les aires de loisirs, les campus, les installations industrielles) doit être calculé à partir du débit moyen quotidien au cours de la période critique.

b. Débit quotidien maximum théorique

Le débit quotidien maximum théorique correspond au plus grand débit à recevoir durant une période ininterrompue de 24 heures, exprimé en volume par unité de temps.

c. Débit horaire de pointe théorique

Le débit horaire de pointe théorique correspond au plus fort débit à recevoir durant une période d'une heure, exprimé

8.3.8	Evaluation of Effectiveness	8-11	8.3.8	Évaluation de l'efficacité	8-11
8.3.9	Hypochlorination	8-12	8.3.9	Hypochloration	8-12
8.4	DECHLORINATION	8-13	8.4	DÉCHLORATION	8-13
8.4.1	General	8-13	8.4.1	Généralités	8-13
8.4.2	Dosage	8-13	8.4.2	Dosage	8-13
8.4.3	Containers	8-14	8.4.3	Récipients	8-14
8.4.4	Feed Equipment, Mixing, and Contact Requirements	8-14	8.4.4	Exigences relatives à l'équipement d'alimentation, au mélange et au temps de contact	8-14
8.4.5	Housing Requirements	8-15	8.4.5	Exigences relatives à l'entreposage	8-15
8.4.6	Sampling and Control	8-15	8.4.6	Échantillonnage et contrôle	8-15
8.4.7	Activated Carbon	8-16	8.4.7	Charbon actif	8-16
8.5	ULTRAVIOLET (UV) DISINFECTION	8-16	8.5	DÉSINFECTION PAR RAYONNEMENT ULTRAVIOLET	8-16
8.5.1	UV Transmission	8-16	8.5.1	Transmittance UV	8-16
8.5.2	Wastewater Suspended Solids	8-16	8.5.2	Matières en suspension dans les effluents traités	8-16
8.5.3	Design Flow Rate and Hydraulics	8-17	8.5.3	Débit de conception et hydraulique	8-17
8.5.4	Level Control	8-17	8.5.4	Contrôle du niveau	8-17
8.5.5	Wastewater Iron Content	8-17	8.5.5	Teneur en fer des effluents traités	8-17
8.5.6	Wastewater Hardness	8-17	8.5.6	Dureté des effluents traités	8-17
8.5.7	Wastewater Sources	8-18	8.5.7	Source d'eaux usées	8-18
8.5.8	UV Lamp Life	8-18	8.5.8	Durée de vie utile des lampes	8-18
8.5.9	UV System Configuration and Redundancy	8-18	8.5.9	Configuration d'un système	8-18
8.6	OZONATION	8-19	8.6	OZONATION	8-19
8.6.1	Ozone Generation	8-19	8.6.1	Production d'ozone	8-19
8.6.2	Dosage	8-19	8.6.2	Dosage	8-19
8.6.3	Design Considerations	8-19	8.6.3	Conception	8-19
8.6.4	Reference Manuals	8-21	8.6.4	Ouvrages de référence	8-21

CHAPTER 9 NUTRIENT REMOVAL & TERTIARY TREATMENT

9.1	PHOSPHORUS REMOVAL	9-1
9.1.1	General	9-1
9.1.2	Effluent Requirements	9-2
9.1.3	Process Requirements	9-2
9.1.4	Feed Systems	9-5
9.1.5	Storage Facilities	9-6
9.1.6	Other Requirements	9-6
9.1.7	Hazardous Chemical Handling	9-7
9.1.8	Sludge Handling	9-7
9.2	AMMONIA REMOVAL	9-7
9.2.1	Breakpoint Chlorination	9-7
9.2.2	Air Stripping	9-9
9.3	BIOLOGICAL NUTRIENT REMOVAL NUTRIMENTS	9-11
9.3.1	Biological Phosphorus Removal	9-11
9.3.2	Biological Nitrogen Removal	9-13
9.3.3	Combined Biological Nitrogen and Phosphorus Removal	9-15
9.3.4	Sequencing Batch Reactor (SBR)	9-16
9.3.5	Detailed Design Manuals	9-17

CHAPITRE 9 ÉLIMINATION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS ET TRAITEMENT TERTIAIRE

9.1	ÉLIMINATION DU PHOSPHORE	9-1
9.1.1	Généralités	9-1
9.1.2	Exigences relatives à l'effluent	9-2
9.1.3	Exigences relatives au procédé	9-2
9.1.4	Système d'alimentation	9-5
9.1.5	Installations de stockage	9-6
9.1.6	Autres exigences	9-6
9.1.7	Manutention des produits chimiques dangereux	9-7
9.1.8	Traitement des boues	9-7
9.2	ÉLIMINATION DE L'AMMONIAC	9-7
9.2.1	Chloration au point critique	9-7
9.2.2	Élimination par l'air	9-9
9.3	ÉLIMINATION BIOLOGIQUE DES NUTRIMENTS	9-11
9.3.1	Élimination biologique du phosphore	9-11
9.3.2	Élimination biologique de l'azote	9-13
9.3.3	Procédé combiné d'élimination biologique de l'azote et du phosphore	9-15
9.3.4	Réacteur biologique séquentiel (RBS)	9-16
9.3.5	Manuels de conception détaillée	9-17

9.4 EFFLUENT FILTRATION	9-17	9.4 FILTRATION DE L'EFFLUENT	9-17
9.4.1 General.....	9-17	9.4.1 Généralités.....	9-17
9.4.2 Location of Filter System.....	9-18	9.4.2 Emplacement du système de filtration.....	9-18
9.4.3 Number of Units	9-18	9.4.3 Nombre d'unités.....	9-18
9.4.4 Filter Types.....	9-18	9.4.4 Types de filtres.....	9-18
9.4.5 Filtration Rates.....	9-18	9.4.5 Vitesses de filtration.....	9-18
9.4.6 Backwash.....	9-19	9.4.6 Lavage à contre-courant.....	9-19
9.4.7 Filter Media	9-19	9.4.7 Matériau filtrant.....	9-19
9.4.8 Filter Appurtenances.....	9-20	9.4.8 Ouvrages annexes de filtration	9-20
9.4.9 Reliability	9-20	9.4.9 Fiabilité	9-20
9.4.10 Backwash Surge Control.....	9-21	9.4.10 Protection contre les surpressions d'eau de lavage.....	9-21
9.4.11 Backwash Water Storage	9-21	9.4.11 Stockage de l'eau de lavage	9-21
9.4.12 Proprietary Equipment.....	9-21	9.4.12 Équipement exclusif.....	9-21
9.5 MICROSCREENING.....	9-21	9.5 MICROFILTRATION.....	9-21
9.5.1 General.....	9-21	9.5.1 Généralités.....	9-21
9.5.2 Screen Material	9-22	9.5.2 Matériau filtrant.....	9-22
9.5.3 Screening Rate.....	9-22	9.5.3 Débit de filtration	9-22
9.5.4 Backwash.....	9-22	9.5.4 Lavage à contre-courant	9-22
9.5.5 Appurtenances	9-22	9.5.5 Ouvrages annexes.....	9-22
9.5.6 Reliability	9-23	9.5.6 Fiabilité	9-23
9.6 ACTIVATED CARBON ADSORPTION.....	9-23	9.6 ADSORPTION SUR CHARBON ACTIF	9-23
9.6.1 Applicability	9-23	9.6.1 Application.....	9-23
9.6.2 Design Considerations	9-23	9.6.2 Conception	9-23
9.6.3 Unit Sizing.....	9-24	9.6.3 Dimensionnement des unités.....	9-24
9.6.4 Backwashing.....	9-24	9.6.4 Lavage à contre-courant	9-24
9.6.5 Valve and Pipe Requirements	9-25	9.6.5 Tuyauterie et robinetterie	9-25
9.6.6 Instrumentation	9-25	9.6.6 Appareils de mesure	9-25
9.6.7 Hydrogen Sulphide Control	9-25	9.6.7 Contrôle du sulfure d'hydrogène.....	9-25
9.6.8 Carbon Transport	9-25	9.6.8 Transport du charbon.....	9-25
9.6.9 Carbon Regeneration	9-26	9.6.9 Régénération du charbon.....	9-26
9.7 CONSTRUCTED WETLANDS	9-27	9.7 MARAIS ARTIFICIELS.....	9-27
9.7.1 General.....	9-27	9.7.1 Généralités.....	9-27
9.7.2 Types	9-28	9.7.2 Types.....	9-28
9.7.3 Site Evaluation.....	9-28	9.7.3 Évaluation du site.....	9-28
9.7.4 Preapplication Treatment.....	9-29	9.7.4 Prétraitement	9-29
9.7.5 Vegetation Selection and Management.....	9-30	9.7.5 Choix et gestion de la végétation.....	9-30
9.7.6 Design Parameters	9-30	9.7.6 Paramètres de conception.....	9-30
9.7.7 Vector Control	9-37	9.7.7 Luttés contre les vecteurs biologiques.....	9-37
9.7.8 Vegetation Harvesting	9-37	9.7.8 Arrachage de la végétation	9-37
9.7.9 Monitoring	9-37	9.7.9 Surveillance.....	9-37
9.8 FLOATING AQUATIC PLANT TREATMENT SYSTEMS	9-37	9.8 PROCÉDÉS DE TRAITEMENT À PLANTES AQUATIQUES FLOTTANTES.....	9-37
9.8.1 General.....	9-37	9.8.1 Généralités.....	9-37
9.8.2 Plant Selection	9-38	9.8.2 Choix des plantes	9-38
9.8.3 Types of Systems	9-39	9.8.3 Types de systèmes.....	9-39
9.8.4 Climatic Constraints	9-39	9.8.4 Contraintes climatiques	9-39
9.8.5 Preapplication Treatment	9-39	9.8.5 Prétraitement	9-39
9.8.6 Design Parameters	9-40	9.8.6 Paramètres de conception.....	9-40
9.8.7 Pond Configuration.....	9-40	9.8.7 Configuration de l'étang.....	9-40
9.8.8 Plant Harvesting and Processing.....	9-41	9.8.8 Arrachage et traitement des plantes.....	9-41
9.8.9 Detailed Design Guidelines	9-41	9.8.9 Lignes directrices détaillées pour la conception.....	9-41

CHAPTER 10 TREATED EFFLUENT DISPOSAL TO LAND

10.1 GENERAL.....	10-1
10.1.1 Definitions	10-1
10.2 TREATED EFFLUENT APPLICATION METHODS	10-2
10.2.1 General.....	10-2
10.2.2 Irrigation	10-4
10.2.3 Rapid Infiltration (RI).....	10-4
10.2.4 Runoff.....	10-9
10.2.5 Fencing and Warning Signs	10-9
10.3 GUIDELINES FOR TREATED EFFLUENT IRRIGATION	10-9
10.3.1 Assessment of Municipal Effluent Quality for Treated Effluent Irrigation Development	10-10
10.3.2 Assessment of Land Suitability for Proposed Treated Effluent Irrigation Development	10-25
10.3.3 Assessment of System Design Needs for Proposed Treated Effluent Irrigation Development	10-29
10.3.4 System Operation.....	10-32
10.4 REUSE OF TREATED EFFLUENT FOR GOLF COURSE IRRIGATION	10-33
10.4.1 Environment	10-33
10.4.2 Soils and Vegetation	10-35
10.4.3 Planning	10-36
10.4.4 Design.....	10-36
10.4.5 Management Concerns.....	10-37

CHAPTER 11 BIOSOLIDS MANAGEMENT

11.1 GENERAL.....	11-1
11.1.1 Definitions	11-1
11.2 SLUDGE TREATMENT PROCESS SELECTION	11-4
11.3 SLUDGE CONDITIONING	11-4
11.3.1 Chemical Conditioning	11-4
11.3.2 Heat Conditioning.....	11-6
11.3.3 Addition of Admixtures	11-8
11.4 SLUDGE THICKENING.....	11-8
11.4.1 General.....	11-8
11.4.2 Thickening Methods and Performance With Various Sludge Types	11-9
11.4.3 Sludge Pretreatment.....	11-10
11.4.4 Gravity Thickening	11-11
11.4.5 Air Flotation.....	11-13
11.4.6 Centrifugation	11-15
11.5 SLUDGE DEWATERING	11-15
11.5.1 General.....	11-15

CHAPITRE 10 REJET D'EAUX USÉES ÉPURÉES DANS LE SOL

10.1 GÉNÉRALITÉS.....	10-1
10.1.1 Définitions.....	10-1
10.2 MÉTHODE D'APPLICATION D'EFFLUENTS ÉPURÉS SUR LE SOL	10-2
10.2.1 En bref.....	10-2
10.2.2 Irrigation.....	10-4
10.2.3 Infiltration rapide (IR).....	10-4
10.2.4 Ruissellement	10-9
10.2.5 Clôture et panneaux de mise en garde	10-9
10.3 RECOMMANDATION POUR L'IRRIGATION AVEC DES EFFLUENTS ÉPURÉS.....	10-9
10.3.1 Évaluation de la qualité des effluents municipales épurées en vue de leur utilisation pour l'irrigation	10-10
10.3.2 Évaluation du caractère adéquat des terres pour l'irrigation avec des effluents épurés proposée.....	10-25
10.3.3 Évaluation des besoins relatifs à la conception des systèmes d'irrigation avec des effluents épurés.....	10-29
10.3.4 Exploitation du système	10-32
10.4 RÉUTILISATION DES EFFLUENTS ÉPURÉS POUR L'IRRIGATION DES TERRAINS DE GOLF	10-33
10.4.1 Environnement	10-33
10.4.2 Les sols et la végétation.....	10-35
10.4.3 La planification	10-36
10.4.4 La conception du système	10-36
10.4.5 Quelques problèmes de gestion	10-37

CHAPITRE 11 GESTION DES BIOSOLIDES

11.1 GÉNÉRALITÉS.....	11-1
11.1.1 Définitions.....	11-1
11.2 CHOIX D'UN PROCÉDÉ DE TRAITEMENT DES BOUES.....	11-4
11.3 CONDITIONNEMENT DES BOUES.....	11-4
11.3.1 Conditionnement chimique	11-4
11.3.2 Conditionnement thermique	11-6
11.3.3 Adjuvants	11-8
11.4 ÉPAISSISSEMENT DES BOUES	11-8
11.4.1 Généralités.....	11-8
11.4.2 Méthodes d'épaississement et performance avec divers types de boues	11-9
11.4.3 Prétraitement des boues.....	11-10
11.4.4 Épaississement par gravité	11-11
11.4.5 Aérofloitation	11-13
11.4.6 Centrifugation.....	11-15
11.5 DÉSHYDRATATION DES BOUES.....	11-15
11.5.1 Généralités.....	11-15

11.5.2	Sludge Storage	11-16	11.5.2	Stockage des boues.....	11-16
11.5.3	Dewatering Process Compatibility with Subsequent Treatment or Disposal Techniques ..	11-17	11.5.3	Compatibilité du procédé de déshydratation avec les techniques de traitement/élimination subséquentes.....	11-17
11.5.4	Sludge Drying Beds	11-18	11.5.4	Lits de séchage	11-18
11.5.5	Sludge Lagoons.....	11-22	11.5.5	Étangs à boues.....	11-22
11.5.6	Mechanical Dewatering Facilities.....	11-24	11.5.6	Installations de déshydratation mécanique	11-24
11.6	SLUDGE PUMPS AND PIPING	11-29	11.6	POMPES À BOUES ET TUYAUTERIE CONNEXE.....	11-29
11.6.1	Sludge Pumps	11-29	11.6.1	Pompes à boues	11-29
11.6.2	Sludge Piping.....	11-31	11.6.2	Tuyauterie de soutirage des boues.....	11-31
11.7	SLUDGE STABILIZATION	11-33	11.7	STABILISATION DES BOUES	11-33
11.7.1	Anaerobic Sludge Digestion	11-33	11.7.1	Digestion anaérobie des boues	11-33
11.7.2	Aerobic Sludge Digestion	11-48	11.7.2	Digestion aérobie des boues.....	11-48
11.7.3	High PH Stabilization	11-52	11.7.3	Stabilisation à pH élevé.....	11-52
11.8	ADVANCED TREATMENT ALTERNATIVES FOR PATHOGEN REDUCTION	11-55	11.8	CHOIX D'UN TRAITEMENT AVANCÉ POUR LA RÉDUCTION DE LA TENEUR EN AGENTS PATHOGÈNES	11-55
11.8.1	Processes to Further Reduce Pathogens (PFRP)	11-55	11.8.1	Procédés de réduction poussée de la teneur en agents pathogènes (PRPTAP).....	11-55
11.8.2	Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion (ATAD)	11-59	11.8.2	Digestion aérobie thermophile adiabatique (DATA).....	11-59
11.8.3	Restrictions for Sludge Utilization on Land.....	11-62	11.8.3	Restrictions pour l'utilisation des boues sur le sol.....	11-62
11.9	SLUDGE RECYCLING AND DISPOSAL METHODS.....	11-62	11.9	RECYCLAGE DES BOUES ET MÉTHODES D'ÉLIMINATION.....	11-62
11.9.1	Sludge Utilization on Land	11-62	11.9.1	Utilisation des boues sur le sol	11-62
11.9.2	Sanitary Landfill	11-63	11.9.2	Mise en décharge contrôlée	11-63
11.9.3	Incineration	11-63	11.9.3	Incinération	11-63
11.9.4	Land Reclamation	11-63	11.9.4	Bonification	11-63
11.9.5	Energy/Resource Recovery.....	11-63	11.9.5	Récupération de l'énergie et des ressources	11-63

APPENDICES | ANNEXES

A	OPERATORS CERTIFICATION AND PLANT CLASSIFICATION
B	MANPOWER REQUIREMENTS
C	TREATMENT PROCESS CONTROL
D	OPERATIONS AND MAINTENANCE MANUALS
E	SEWAGE TREATMENT PLANT EFFLUENT DESIGN POLICY
F	LEGISLATION PERTAINING TO MUNICIPAL WASTEWATER EFFLUENTS
G	SLUDGE UTILIZATION ON LAND
H	CONVERSIONS
I	REFERENCES

APPENDICES | ANNEXES

A	CERTIFICATION DES OPÉRATEURS ET CLASSIFICATION DE L'USINE
B	BESOINS EN MAIN-D'ŒUVRE
C	CONTRÔLE DU PROCÉDÉ DE TRAITEMENT
D	MANUELS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN
E	DIRECTIVES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS D'USINE D'ÉPURATION DES EAUX USÉES
F	LOI SUR LES EFFLUENTS D'EAUX USÉES MUNICIPALES
G	UTILISATION DES BOUES SUR LE SOL
H	CONVERSIONS
I	RÉFÉRENCES

CHAPTER 1 APPROVAL REQUIREMENTS AND PROCEDURE

1.1 APPLICATION FOR APPROVAL

The regulatory authorities require that application for approval be made in writing by a person responsible for the construction, modification, or operation of sewage works. The application shall be submitted to the appropriate regulatory agency.

An application for the construction or modification of sewage works shall include engineering reports, plans and specifications and all other information which the regulatory agencies may require.

Approval in principle of preliminary reports and plans (concept approval) shall not constitute official approval. No approval for construction or modification can be issued until final detailed plans and specifications have been submitted to the regulatory agency and found to be satisfactory. Such works shall not be undertaken until an official "Certificate of Approval" or "Approval/Permit to Construct" bearing the necessary signatures has been issued by the Minister of the appropriate regulatory agency.

All final reports, plans and specifications should be submitted at least 90 days prior to the start of the construction or modification. The reports, plans or specifications shall be stamped with the seal and signature of the designing engineer, licensed to practice in the Province of application.

The application shall include sufficient design information and one complete set of plans and specifications submitted directly to the appropriate regulatory agency.

Engineering services are performed in four (4) steps:

- a) preliminary evaluation;
- b) pre-design report;
- c) preparation of construction plans, specifications, contractual documents and design report; and
- d) construction compliance, inspection, administration and acceptance, and submission of a post-construction report.

These services are generally performed by engineering firms in private practice but may be executed by municipal or provincial agencies.

The overall approvals process is outlined in Figure 1.1.

CHAPITRE 1 EXIGENCES ET PROCÉDURE D'APPROBATION

1.1 DEMANDE D'APPROBATION

Les autorités de réglementation exigent que toute demande d'approbation soit faite par écrit par une des personnes responsables de la construction, de la modification ou de l'exploitation des réseaux d'assainissement. La demande doit être présentée à l'organisme de réglementation approprié.

Toute demande de construction ou de modification d'un réseau d'assainissement doit être accompagnée de rapports techniques, de plans et devis et de tout autre renseignement que les organismes de réglementation peuvent exiger.

L'approbation de principe des rapports et plans préliminaires (approbation du concept) ne constitue aucunement une approbation officielle. Aucune approbation pour construction ou pour modification ne peut être délivrée avant que l'organisme de réglementation ait reçu la version définitive des plans et devis détaillés et les ait déclarés satisfaisants. Ces travaux ne peuvent être entrepris avant que le ministre de l'organisme de réglementation compétent ait délivré le « certificat d'agrément » ou l'« approbation et permis de construction » officiel, portant les signatures requises.

Tous les rapports, plans et devis définitifs devraient être présentés au moins 90 jours avant le début de la construction ou de la modification. Les rapports, plans et devis doivent être marqués du sceau et de la signature de l'ingénieur concepteur autorisé à exercer dans la province où la demande est présentée.

La demande doit comprendre des renseignements descriptifs satisfaisants, ainsi qu'une série complète de plans et devis, soumise directement à l'organisme de réglementation approprié.

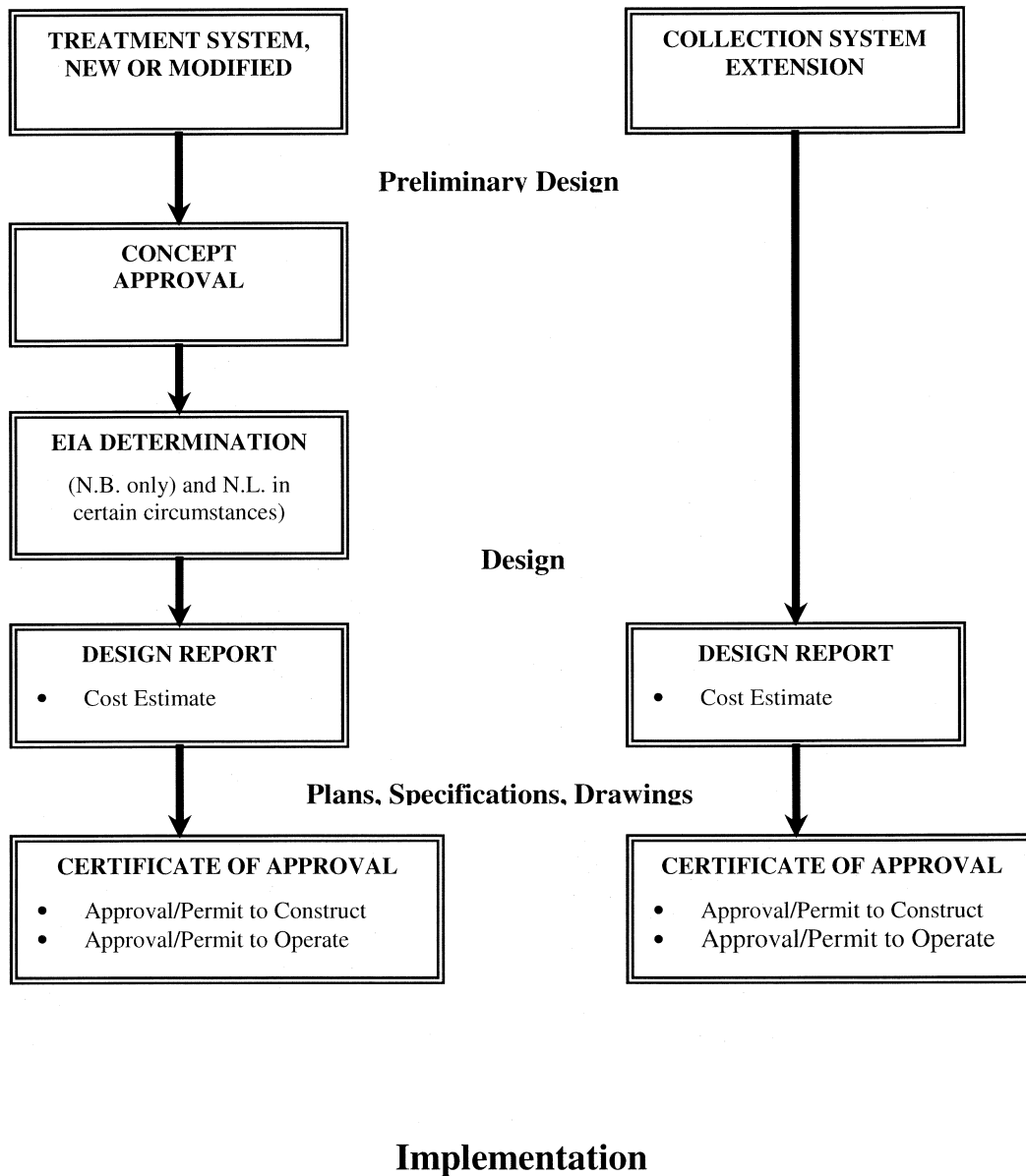
La réalisation des services d'ingénierie comprennent quatre (4) étapes :

- a) l'évaluation préliminaire;
- b) le rapport avant conception;
- c) la préparation des plans et devis de construction, du dossier contractuel et du rapport de conception;
- d) la conformité de la construction, l'inspection, l'administration et la réception des travaux et la présentation d'un rapport après construction.

Ces services, généralement fournis par des sociétés d'ingénierie privées, peuvent néanmoins être exécutés par des organismes municipaux ou provinciaux.

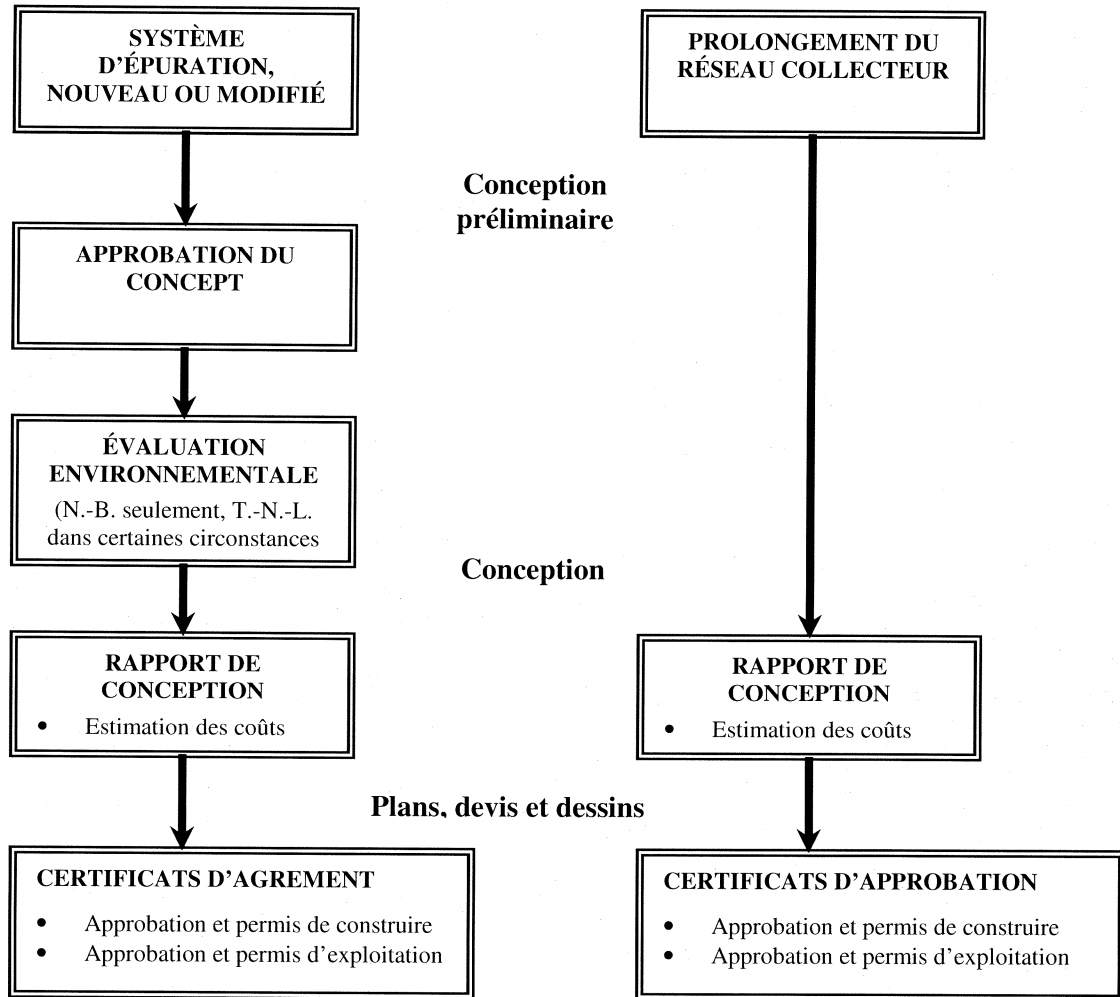
L'ensemble de la procédure d'approbation est schématisé à la figure 1.1.

**FIGURE 1.1
APPROVALS PROCESS**



Note: Nova Scotia and Prince Edward Island issue two separate approvals for construction and operation. Newfoundland and Labrador issues a permit to construct and permit to operate. New Brunswick issues a certificate of approval to construct and a certificate of approval to operate after 6 months of continuous and successful operation.

**FIGURE 1.1
PROCÉDURE D'AGREMENT**



Mise en oeuvre

Note : La Nouvelle-Écosse et l'Île-du-Prince-Édouard délivrent deux approbations distinctes pour la construction et l'exploitation. Terre-Neuve-et-Labrador délivre un permis de construction et un permis d'exploitation. Le Nouveau-Brunswick délivre un certificat d'approbation pour construction, puis un certificat d'approbation pour exploitation après 6 mois d'exploitation continue et réussie.

1.2 PRE-DESIGN EVALUATION

A pre-design evaluation shall broadly:

- a) describe existing problems;
- b) assess a receiving waters' assimilative capacity;
- c) describe design parameters;
- d) consider methods for alternate solutions including site and/or route selection;
- e) estimate capital and annual operating costs; and
- f) outline steps for further project implementation including applications for grants-in-aid and approval by regulatory agencies.

1.2.1 Effluent Discharge Requirements

In the case of wastewater treatment plant effluent, discharge requirements will be set by regulatory agencies. These requirements may be as a result of receiving water studies or they may be governed by a pre-determined discharge policy. Regulatory agencies having jurisdiction should be contacted prior to the start of the pre-design study to determine whether discharge parameters will be set by the regulatory authority or if a receiving water study will be utilized for setting the discharge parameters.

The Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) comprises environment ministers from the federal, provincial and territorial governments. The CCME is currently developing a Canada-wide Strategy for the management of municipal wastewater effluents. Completion of the Strategy is expected in 2007. The objective of the Strategy is to ensure that the release of wastewater effluent does not pose unacceptable risks to citizens and the environment. The Strategy will include the development of a harmonized regulatory framework and national standards for specific pollutants. Further information can be found of the CCME website at: www.ccme.ca.

1.2.2 Flow Gauging and Wastewater Characterization Studies

Prior to the preparation of a pre-design report on an existing sewerage system, a comprehensive flow gauging and wastewater characterization study should be conducted. This will aid in gaining a better understanding of important design criteria such as flow rates and variations and wastewater composition.

1.2.3 Infiltration/Inflow Investigations

Prior to the preparation of a pre-design report on an existing sewerage system, a comprehensive infiltration/inflow investigation should be conducted. This will give the designers a better indication of extraneous flow contributions, as well as aid in design solutions, (i.e. the potential for reducing flows at an existing plant).

1.2 ÉVALUATION AVANT CONCEPTION

En gros, l'évaluation avant conception doit :

- a) décrire les problèmes existants;
- b) évaluer la capacité d'assimilation des eaux réceptrices;
- c) décrire les paramètres de conception;
- d) envisager des solutions de remplacement, y compris pour le choix des sites et des tracés;
- e) estimer le coût des investissements et les frais d'exploitation annuels; et
- f) décrire les étapes de la mise en œuvre du projet, y compris les demandes de subvention de l'État et d'approbation par les organismes de réglementation.

1.2.1 Exigences relatives au rejet des effluents

Dans le cas d'un effluent d'usine d'épuration des eaux usées, c'est l'organisme de réglementation qui établit les exigences relatives aux rejets. Ces exigences peuvent découler d'études sur les eaux réceptrices ou être imposées par une politique visant les rejets déjà en vigueur. Il convient de communiquer avec les organismes de réglementation compétents avant de commencer l'étude avant conception, afin de déterminer si les paramètres de rejet seront établis par l'autorité de réglementation ou d'après une analyse des eaux réceptrices.

Le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), formé des ministres de l'environnement du Canada, des provinces et des territoires, travaille actuellement à l'élaboration d'une stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales. La fin de cette entreprise est prévue en 2007. La stratégie vise à faire en sorte que le rejet d'effluents d'eaux usées ne présente aucun risque inacceptable, ni pour les citoyens, ni pour l'environnement. La stratégie prévoira notamment l'élaboration d'un cadre de réglementation harmonisé et de normes nationales régissant certains polluants particuliers. Pour de plus amples renseignements, veuillez consulter le site Web du the CCME, à l'adresse www.ccme.ca.

1.2.2 Études de détermination du débit et de caractérisation des eaux usées

Avant de préparer un rapport avant conception portant sur un réseau d'assainissement existant, il convient de réaliser une étude exhaustive du débit et des caractéristiques des eaux usées. Ce travail aidera à bien comprendre certains critères de conception essentiels, comme le débit et ses variations ainsi que la composition des eaux usées.

1.2.3 Examen de l'infiltration et du captage

Avant de préparer un rapport avant conception portant sur un réseau d'assainissement existant, il convient d'effectuer un examen approfondi de l'infiltration et du captage. Ce travail aidera les concepteurs à préciser la provenance des eaux parasites et à trouver des solutions (p.ex. la possibilité de réduire le débit d'une installation existante).

2.3 HYDRAULIC DESIGN.....	2-1	2.3 CALCUL HYDRAULIQUE.....	2-1
2.3.1 Sewage Flows	2-1	2.3.1 Eaux d'égout	2-1
2.3.2 Extraneous Sewage Flows	2-1	2.3.2 Eaux parasites	2-1
2.3.3 Domestic Sewage Flows	2-3	2.3.3 Débits d'eaux domestiques.....	2-3
2.3.4 Commercial and Institutional Sewage Flows	2-4	2.3.4 Débit d'eaux usées des établissements commerciaux et institutionnels	2-4
2.3.5 Industrial Sewage Flows	2-9	2.3.5 Débits d'eaux usées des établissements industriels	2-9
2.3.6 Combined Sewer Interceptors.....	2-10	2.3.6 Intercepteurs pour égouts unitaires.....	2-10
2.4 DETAILS OF DESIGN AND CONSTRUCTION	2-17	2.4 DÉTAILS DE CONCEPTION ET DE CONSTRUCTION	2-17
2.4.1 Sewer Capacity	2-17	2.4.1 Capacité des égouts	2-17
2.4.2 Pressure Pipes	2-17	2.4.2 Canalisation sous pression.....	2-17
2.4.3 Minimum Pipe Size	2-17	2.4.3 Diamètre minimal des canalisations	2-17
2.4.4 Depth	2-17	2.4.4 Profondeur.....	2-17
2.4.5 Slope	2-17	2.4.5 Pente.....	2-17
2.4.6 Alignment	2-19	2.4.6 Alignement	2-19
2.4.7 Curvilinear Sewers.....	2-19	2.4.7 Égout curvilignes.....	2-19
2.4.8 Changes in Pipe Size.....	2-20	2.4.8 Changement de diamètre de canalisation.....	2-20
2.4.9 Allowance for Hydraulic Losses at Sewer Manholes	2-20	2.4.9 Marges pour les pertes de charge hydraulique dans les regards de visite	2-20
2.4.10 Sewer Services	2-21	2.4.10 Branchements	2-20
2.4.11 Sulphide Generation	2-21	2.4.11 Production de sulfures	2-21
2.4.12 Materials	2-21	2.4.12 Matériaux	2-21
2.4.13 Metering and Sampling	2-21	2.4.13 Mesure et échantillonnage	2-21
2.4.14 Sewer Extensions	2-21	2.4.14 Prolongement des égouts	2-21
2.4.15 Installation	2-22	2.4.15 Installation.....	2-22
2.4.16 Joints.....	2-24	2.4.16 Joints	2-24
2.4.17 Sewer Rehabilitation Methods	2-24	2.4.17 Méthodes de remis en état des égouts.....	2-24
2.4.18 Directional Drilling.....	2-27	2.4.18 Forage dirigé	2-27
2.5 MANHOLES	2-28	2.5 REGARDS DE VISITE.....	2-28
2.5.1 Location	2-28	2.5.1 Emplacement	2-28
2.5.2 Spacing	2-28	2.5.2 Espacement	2-28
2.5.3 Minimum Diameter.....	2-28	2.5.3 Diamètre minimal.....	2-28
2.5.4 Drop Manholes	2-28	2.5.4 Regards avec chute.....	2-28
2.5.5 Manhole Bases	2-28	2.5.5 Radiers	2-28
2.5.6 Pipe Connections	2-28	2.5.6 Raccords de canalisation	2-28
2.5.7 Frost Lugs	2-29	2.5.7 Tenons antigel	2-29
2.5.8 Frame and Cover.....	2-29	2.5.8 Cadres et tampons	2-29
2.5.9 Watertightness	2-29	2.5.9 Étanchéité à l'eau	2-29
2.5.10 Flow Channel and Benching	2-29	2.5.10 Cuvettes et plages.....	2-29
2.5.11 Corrosion Protection	2-29	2.5.11 Protection contre la corrosion.....	2-29
2.6 TESTING AND INSPECTION.....	2-30	2.6 ESSAIS ET INSPECTIONS	2-30
2.6.1 General.....	2-30	2.6.1 Généralités.....	2-30
2.6.2 Exfiltration Test	2-30	2.6.2 Essai d'étanchéité-fuites.....	2-30
2.6.3 Infiltration Test	2-30	2.6.3 Essai d'étanchéité-infiltrations	2-30
2.6.4 Allowable Leakage	2-31	2.6.4 Débit de fuite admissible	2-30
2.6.5 Low Pressure Air Testing	2-31	2.6.5 Épreuve à l'air basse pression	2-31
2.6.6 Allowable Time for Air Pressure Decrease.....	2-31	2.6.6 Temps admissible pour une baisse de la pression d'air ..	2-31
2.6.7 Sewer Inspection.....	2-32	2.6.7 Inspection des égouts.....	2-32
2.7 INVERTED SIPHONS	2-32	2.7 CANALISATIONS SURBAISSÉES	2-32
2.8 PROTECTION OF WATER SUPPLIES	2-32	2.8 PROTECTION DES RÉSEAUX D'APPROVISIONNEMENT EN EAU.....	2-32
2.8.1 Water-Sewer Cross Connections	2-32	2.8.1 Jonction fautive entre les réseaux d'alimentation en eau et les égouts.....	2-32

2.8.2	Relation to Water Works Structures.....	2-33	2.8.2	Lien avec les ouvrages d'adduction d'eau.....	2-33
2.8.3	Relation to Water Mains	2-33	2.8.3	Lien avec les conduites de distribution.....	2-33
2.9	SEWERS IN RELATION TO STREAMS	2-34	2.9	ÉGOUTS VS COURS D'EAU.....	2-34
2.9.1	Location of Sewers on Streams.....	2-34	2.9.1	Emplacement des égouts dans les cours d'eau	2-34
2.9.2	Construction.....	2-35	2.9.2	Construction	2-35
2.10	AERIAL CROSSINGS	2-35	2.10	CROISSEMENTS AÉRIENS.....	2-35
2.11	ALTERNATIVE WASTEWATER COLLECTION SYSTEMS.....	2-35	2.11	RÉSEAUX COLLECTEURS ALTERNATIFS.....	2-35
2.11.1	Applications.....	2-35	2.11.1	Applications	2-35
2.11.2	Pressure Sewer Systems.....	2-37	2.11.2	Réseaux d'égout sous pression	2-37
2.11.3	Vacuum Sewer Systems.....	2-39	2.11.3	Réseaux d'égout à vide.....	2-39
2.11.4	Small Diameter Gravity Sewers.....	2-43	2.11.4	Égouts gravitaires de faible diamètre	2-43
2.11.5	Detailed Design Guidelines	2-46	2.11.5	Lignes directrices détaillées pour la conception	2-46

CHAPTER 3 SEWAGE PUMPING STATIONS

3.1	GENERAL.....	3-1
3.1.1	Location.....	3-1
3.1.2	Design Capacity.....	3-1
3.1.3	Accessibility	3-2
3.1.4	Grit.....	3-2
3.1.5	Sewer Entry	3-2
3.1.6	Fencing	3-2
3.1.7	Heating.....	3-2
3.1.8	Piping System	3-2
3.1.9	Electrical	3-3
3.1.10	Lighting	3-3
3.1.11	Safety	3-3
3.1.12	Construction Materials.....	3-3
3.2	DESIGN	3-3
3.2.1	Types of Pumping Systems.....	3-3
3.2.2	Structures.....	3-3
3.2.3	Pumps and Pneumatic Injectors	3-4
3.2.4	Valves	3-6
3.2.5	Wet Wells	3-6
3.2.6	Dry Wells.....	3-7
3.2.7	Ventilation	3-8
3.2.8	Flow Measurement	3-9
3.2.9	Water Supply	3-9
3.2.10	Suction Lift Pumps	3-9
3.2.11	Submersible Pump Stations	3-10
3.2.12	Cathodic Protection.....	3-12
3.2.13	Alarm Systems.....	3-12
3.3	EMERGENCY OPERATION	3-13
3.3.1	Overflow Prevention Methods	3-13
3.3.2	Overflow	3-13
3.3.3	Equipment Requirements.....	3-13
3.3.4	Engine-Driven Pumping Equipment.....	3-14
3.3.5	Engine-Driven Generating Equipment.....	3-15

CHAPITRE 3 STATION DE POMPAGE D'EAUX USÉES

3.1	GÉNÉRALITÉS	3-1
3.1.1	Emplacement.....	3-1
3.1.2	Capacité nominale.....	3-1
3.1.3	Accessibilité	3-2
3.1.4	Sable.....	3-2
3.1.5	Point d'entrée des égouts.....	3-2
3.1.6	Clôture.....	3-2
3.1.7	Chauffage	3-2
3.1.8	Réseau de canalisation.....	3-2
3.1.9	Câbles électriques.....	3-3
3.1.10	Éclairage.....	3-3
3.1.11	Sécurité.....	3-3
3.1.12	Matériaux de construction	3-3
3.2	CONCEPTION	3-3
3.2.1	Types de systèmes de pompage.....	3-3
3.2.2	Structure	3-3
3.2.3	Pompes et éjecteur pneumatiques.....	3-4
3.2.4	Robinetterie	3-6
3.2.5	Puits de captage.....	3-6
3.2.6	Chambres des pompes	3-7
3.2.7	Ventilation	3-8
3.2.8	Mesure du débit.....	3-9
3.2.9	Alimentation en eau.....	3-9
3.2.10	Pompes aspirantes	3-9
3.2.11	Station à pompes submersibles.....	3-10
3.2.12	Protection cathodique.....	3-12
3.2.13	Systèmes d'alarme.....	3-12
3.3	FONCTIONNEMENT D'URGENCE	3-13
3.3.1	Méthodes de prévention des débordements	3-13
3.3.2	Débordements.....	3-13
3.3.3	Exigences relatives à l'équipement	3-13
3.3.4	Équipement de pompage entraîné par moteur	3-14
3.3.5	Groupes électrogènes entraînés par moteur	3-15

3.4 INSTRUCTIONS AND EQUIPMENT	3-16	3.4 DIRECTIVES ET ÉQUIPEMENT	3-16
3.5 FORCE MAINS	3-16	3.5 CONDUITES D'ÉGOUT SOUS PRESSION.....	3-16
3.5.1 Velocity	3-16	3.5.1 Vitesse.....	3-16
3.5.2 Air Relief Valve and Blowoff	3-16	3.5.2 Soupapes de mise à l'air libre et robinets de purge	3-16
3.5.3 Termination.....	3-16	3.5.3 Raccordement.....	3-16
3.5.4 Design Pressure.....	3-16	3.5.4 Pression nominal	3-16
3.5.5 Size	3-16	3.5.5 Dimensions.....	3-16
3.5.6 Slope and Depth.....	3-16	3.5.6 Pente et profondeur	3-16
3.5.7 Special Construction.....	3-16	3.5.7 Construction spéciale	3-16
3.5.8 Design Friction Losses.....	3-17	3.5.8 Calcul des pertes par friction	3-17
3.5.9 Separation from Water Mains	3-17	3.5.9 Isolement des conduites d'égout sous pression	3-17
3.5.10 Identification.....	3-17	3.5.10 Identification	3-17
3.6 TESTING.....	3-17	3.6 ESSAIS	3-17
3.6.1 General.....	3-17	3.6.1 Généralités.....	3-17
3.6.2 Leakage Test.....	3-17	3.6.2 Essai d'étanchéité	3-17
3.6.3 Allowable Leakage	3-18	3.6.3 Débit de fuite acceptable	3-18

CHAPTER 4

WASTEWATER TREATMENT FACILITY

4.1 DEFINITION OF SEWAGE TREATMENT PLANT.....	4-1
4.2 PERFORMANCE EXPECTATIONS.....	4-1
4.2.1 Preliminary Treatment	4-1
4.2.2 Primary, Secondary and Tertiary Treatment	4-3
4.3 SITE CONSIDERATIONS	4-4
4.3.1 Plant Location.....	4-4
4.3.2 Separation Distances.....	4-4
4.3.3 Flood Protection.....	4-5
4.3.4 General Plant Layout	4-5
4.3.5 Provision For Future Expansion.....	4-6
4.4 WATER QUALITY OBJECTIVES AND WATER USE GUIDELINES	4-7
4.4.1 Waste Assimilation Study Procedures	4-7
4.4.2 Waste Assimilation Capacity	4-9
4.4.3 Waste Assimilation Study Field Procedures	4-12
4.4.4 Waste Load Allocation Modelling.....	4-13
4.5 GENERAL DESIGN REQUIREMENTS	4-24
4.5.1 Type of Treatment	4-24
4.5.2 Engineering Data for New Process Evaluation	4-24
4.5.3 Design Loads	4-25
4.5.4 Conduits.....	4-30
4.5.5 Flow Division Control	4-31
4.5.6 Wastewater Flow Measurement.....	4-31
4.5.7 Component Back-up Requirements	4-32
4.5.8 Sampling Equipment.....	4-32
4.5.9 Plant Hydraulic Gradient	4-32
4.5.10 Arrangement of Units	4-33

CHAPITRE 4

USINE D'ÉPURATION DES EAUX USÉES

4.1 DÉFINITION D'UNE USINE D'ÉPURATION DES EAUX USÉES	4-1
4.2 RENDEMENT ATTENDU.....	4-1
4.2.1 Traitement préliminaire	4-1
4.2.2 Traitement primaire, secondaire et tertiaire.....	4-3
4.3 FACTEUR LIÉS À L'EMPLACEMENT	4-4
4.3.1 Emplacement de l'installation	4-4
4.3.2 Distance de séparation.....	4-4
4.3.3 Protection contre les inondations.....	4-5
4.3.4 Schéma général de traitement.....	4-5
4.3.5 Agrandissement futur	4-6
4.4 OBJECTIFS DE QUALITÉ DE L'EAU ET LIGNES DIRECTRICES SUR L'UTILISATION DE L'EAU	4-7
4.4.1 Marche à suivre pour réaliser une étude sur la capacité d'auto-épurat	4-7
4.4.2 Capacité d'auto-épurat	4-9
4.4.3 Marche à suivre pour réaliser uen étude sur la capacité d'auto-épurat	4-12
4.4.4 Modélisation de la répartition des charges de déchets	4-13
4.5 EXIGENCES GÉNÉRALES DE CONCEPTION	4-24
4.5.1 Type de traitement.....	4-24
4.5.2 Données techniques pour l'évaluation du nouveau procédé.....	4-24
4.5.3 Charges de conception.....	4-25
4.5.4 Tuyauterie	4-30
4.5.5 Diviseur de débit	4-31
4.5.6 Mesure du débit d'eaux usées.....	4-31
4.5.7 Composants de secours	4-32
4.5.8 Matériel d'échantillonnage	4-32
4.5.9 Gradient hydraulique de l'usine	4-32
4.5.10 Disposition des unités.....	4-33

4.6 PLANT DETAILS.....	4-33	4.6 DÉTAILS DE L'USINE.....	4-33
4.6.1 Installation of Mechanical Equipment	4-33	4.6.1 Installation de l'équipement mécanique	4-33
4.6.2 By-Passes	4-33	4.6.2 Dérivations	4-33
4.6.3 Overflows	4-34	4.6.3 Trop-pleins	4-34
4.6.4 Drains.....	4-34	4.6.4 Drains	4-34
4.6.5 Construction Materials.....	4-34	4.6.5 Matériaux de construction	4-34
4.6.6 Painting.....	4-35	4.6.6 Peintures.....	4-35
4.6.7 Operating Equipment.....	4-35	4.6.7 Matériel d'exploitation	4-35
4.6.8 Grading and Landscaping	4-35	4.6.8 Terrassement et aménagement paysager	4-35
4.6.9 Erosion Control During Construction	4-35	4.6.9 Lutte contre l'érosion pendant la construction	4-35
4.6.10 Cathodic Protection.....	4-36	4.6.10 Protection cathodique.....	4-36
4.7 PLANT OUTFALLS.....	4-36	4.7 ÉMISSAIRES D'ÉVACUATION DE L'USINE.....	4-36
4.7.1 Dilution.....	4-36	4.7.1 Dilution	4-36
4.7.2 Outlet	4-36	4.7.2 Sortie	4-36
4.7.3 Protection and Maintenance.....	4-36	4.7.3 Protection et entretien.....	4-36
4.7.4 Dispersion of Flow.....	4-36	4.7.4 Dispersion de l'effluent	4-36
4.7.5 Sampling Provisions	4-37	4.7.5 Échantillonnage	4-37
4.8 ESSENTIAL FACILITIES	4-37	4.8 INSTALLATIONS ESSENTIELLES.....	4-37
4.8.1 Emergency Power Facilities.....	4-37	4.8.1 Alimentation de secours	4-37
4.8.2 Water Supply	4-38	4.8.2 Approvisionnement en eau	4-38
4.8.3 Sanitary Facilities	4-39	4.8.3 Installations sanitaires	4-39
4.8.4 Floor Slope.....	4-39	4.8.4 Pente du plancher	4-39
4.8.5 Stairways	4-39	4.8.5 Escaliers	4-39
4.9 SAFETY.....	4-39	4.9 SÉCURITÉ.....	4-39
4.9.1 General.....	4-39	4.9.1 Généralités.....	4-39
4.9.2 Hazardous Chemical Handling	4-40	4.9.2 Manutention des produits chimiques dangereux.....	4-40
4.10 LABORATORY.....	4-44	4.10 LABORATOIRE	4-44
4.10.1 General.....	4-44	4.10.1 Généralités.....	4-44
4.10.2 Category I	4-45	4.10.2 Catégorie I	4-45
4.10.3 Category II	4-45	4.10.3 Catégorie II	4-45
4.10.4 Category III.....	4-47	4.10.4 Catégorie III	4-47
4.11 SEWAGE WORKS-INSTRUMENTATION AND CONTROLS.....	4-52	4.11 RÉSEAUX D'ÉGOUTS-APPAREILS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE COMMANDE/CONTRÔLE	4-52
4.11.1 Types of Instruments.....	4-53	4.11.1 Types d'appareils de mesure	4-53
4.11.2 Process Controls	4-58	4.11.2 Commandes de procédé.....	4-58
4.11.3 Design Documents.....	4-63	4.11.3 Documents de conception.....	4-63
4.11.4 Control System Documentation	4-63	4.11.4 Documentation sur le système de commande.....	4-63
4.11.5 Training Formation	4-64	4.11.5 Formation	4-64

CHAPTER 5 PRELIMINARY TREATMENT

5.1 SCREENING DEVICES	5-1	5.1 DISPOSITIFS DE TAMISSAGE.....	5-1
5.1.1 Bar Racks and Screens.....	5-1	5.1.1 Grilles à barreaux	5-1
5.1.2 Fine Screen	5-5	5.1.2 Grilles fines	5-5
5.2 COMMINUTORS/GRINDERS.....	5-5	5.2 DÉLACÉRATEURS/BROYEURS	5-5
5.2.1 General.....	5-5	5.2.1 Généralités.....	5-5
5.2.2 When Required	5-6	5.2.2 Application.....	5-6
5.2.3 Design Considerations	5-6	5.2.3 Conception	5-6

5.3 GRIT REMOVAL FACILITIES.....	5-6	5.3 INSTALLATIONS DE DESSABLAGE	5-6
5.3.1 When Required	5-6	5.3.1 Application	5-6
5.3.2 Location	5-7	5.3.2 Emplacement	5-7
5.3.3 Accessibility	5-7	5.3.3 Accessibilité	5-7
5.3.4 Ventilation	5-7	5.3.4 Ventilation	5-7
5.3.5 Electrical	5-7	5.3.5 Installations électriques	5-7
5.3.6 Outside Facilities	5-7	5.3.6 Installations extérieures	5-7
5.3.7 Design Factors	5-7	5.3.7 Paramètres de conception	5-7
5.3.8 Grit Removal	5-11	5.3.8 Évacuation des sables	5-11
5.3.9 Grit Handling	5-11	5.3.9 Manutention des sables	5-11
5.3.10 Grit Disposal	5-11	5.3.10 Élimination des sables	5-11
5.4 PRE-AERATION AND FLOCCULATION.....	5-11	5.4 PRÉAÉRATION ET FLOCCULATION	5-11
5.4.1 General.....	5-11	5.4.1 Généralités.....	5-11
5.4.2 Arrangement	5-11	5.4.2 Configuration	5-11
5.4.3 Pre-aeration	5-12	5.4.3 Préaération.....	5-12
5.4.4 Flocculation	5-12	5.4.4 Flocculation.....	5-12
5.5 FLOW EQUALIZATION	5-13	5.5 ÉQUILIBRAGE DU DÉBIT	5-13
5.5.1 General.....	5-13	5.5.1 Généralités.....	5-13
5.5.2 Location	5-13	5.5.2 Emplacement.....	5-13
5.5.3 Type	5-13	5.5.3 Type	5-13
5.5.4 Size	5-13	5.5.4 Dimensions.....	5-13
5.5.5 Operation	5-14	5.5.5 Fonctionnement.....	5-14
5.5.6 Electrical.....	5-14	5.5.6 Installations électriques	5-14
5.5.7 Access	5-14	5.5.7 Accès	5-14

CHAPTER 6 CLARIFICATION

6.1 SEDIMENTATION TANKS.....	6-1	6.1 BASSINS DE DÉCANTATION	6-1
6.1.1 General Design Requirements	6-1	6.1.1 Exigences générales de conception	6-1
6.1.2 Types Of Settling	6-3	6.1.2 Types de décantation	6-3
6.1.3 Design Criteria	6-4	6.1.3 Critères de conception	6-4
6.1.4 Sludge And Scum Removal	6-7	6.1.4 Évacuation des boues et des écumes	6-7
6.2 ENHANCED PRIMARY CLARIFICATION	6-8	6.2 DÉCANTATION PRIMAIRE AVANCÉE	6-8
6.2.1 Chemical Enhancement	6-8	6.2.1 Méthode chimique	6-8
6.2.2 Plate and Tube Settlers.....	6-11	6.2.2 Décanteurs à plaques ou à tubes	6-11
6.2.3 Ballasted Flocc Clarifiers	6-12	6.2.3 Décanteurs à floc testé.....	6-12
6.2.4 Dense-Sludge Process	6-12	6.2.4 Procédé dit « à boues denses»	6-12
6.3 DISSOLVED AIR FLOTATION.....	6-13	6.3 FLOTTATION À L'AIR DISSOUS	6-13
6.3.1 Process Design Considerations and Criteria	6-14	6.3.1 Facteurs et critères de conception.....	6-14
6.4 PROTECTIVE AND SERVICE FACILITIES ..	6-18	6.4 PROTECTION ET ENTRETIEN.....	6-18
6.4.1 Operator Protection.....	6-18	6.4.1 Protection des opérateurs.....	6-18
6.4.2 Mechanical Maintenance Access	6-18	6.4.2 Accès aux installations pour entretien	6-18
6.4.3 Electrical Fixtures and Controls.....	6-18	6.4.3 Appareils et commandes électriques	6-18

CHAPTER 7 BIOLOGICAL TREATMENT

7.1 ACTIVATED SLUDGE	7-1	7.1 BOUES ACTIVÉES	7-1
7.1.1 General.....	7-1	7.1.1 Généralités.....	7-1
7.1.2 Process Definitions	7-2	7.1.2 Définition des procédés	7-2

7.1.3	Return Sludge Equipment	7-5	7.1.3	Équipement de recyclage des boues	7-5
7.2	SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR).....	7-6	7.2	RÉACTEUR BIOLOGIQUE SÉQUENTIEL (RBS)	7-6
7.2.1	Process Configurations	7-7	7.2.1	Configurations.....	7-7
7.2.2	Continuous Influent Systems	7-7	7.2.2	Système à influent continu	7-7
7.2.3	Intermittent Influent Systems.....	7-7	7.2.3	Système à influent intermittent.....	7-7
7.2.4	Sequencing Batch Reactor Equipment.....	7-9	7.2.4	Équipement des réacteurs biologiques séquentiels	7-9
7.3	ACTIVATED SLUDGE DESIGN PARAMETERS	7-11	7.3	PARAMÈTRES DE CONCEPTION DES PROCÉDÉS PAR BOUES ACTIVÉES.....	7-11
7.4	AERATION.....	7-11	7.4	ÀÉRATION	7-11
7.4.1	Arrangement of Aeration Tanks.....	7-11	7.4.1	Disposition des bassins d'aération.....	7-11
7.5	ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS ...	7-23	7.5	DISQUES BIOLOGIQUES ROTATIFS.....	7-23
7.5.1	General.....	7-23	7.5.1	Généralités.....	7-23
7.5.2	Unit Sizing	7-25	7.5.2	Dimensionnement des appareils	7-25
7.5.3	Design Considerations	7-27	7.5.3	Conception	7-27
7.6	WASTE STABILIZATION PONDS	7-31	7.6	ÉTANGS DE STABILISATION.....	7-31
7.6.1	Supplement to Pre-Design Report.....	7-31	7.6.1	Complément au rapport d'avant-projet.....	7-31
7.6.2	Location	7-32	7.6.2	Emplacement.....	7-32
7.6.3	Definitions	7-33	7.6.3	Définitions.....	7-33
7.6.4	Application, Advantages and Disadvantages of Different Stabilization Basin Types	7-35	7.6.4	Application, avantages et inconvénients de différents types de bassins de stabilisation.....	7-35
7.6.5	Basis of Design	7-36	7.6.5	Base de conception	7-36
7.6.6	Pond Construction Details	7-42	7.6.6	Détails de construction des bassins	7-42
7.6.7	Design and Construction Procedures for Clay Liners	7-47	7.6.7	Méthode de conception et de construction des revêtements en argile	7-47
7.6.8	Prefilling	7-50	7.6.8	Préremplissage	7-50
7.6.9	Influent Lines.....	7-50	7.6.9	Tuyauterie d'influent	7-50
7.6.10	Control Structure and Interconnecting Piping.....	7-51	7.6.10	Ouvrages de régulation et tuyauterie d'interconnexion ..	7-51
7.6.11	Miscellaneous	7-53	7.6.11	Divers	7-53
7.7	OTHER BIOLOGICAL SYSTEMS.....	7-55	7.7	AUTRES PROCÉDÉS BIOLOGIQUES.....	7-55
7.7.1	Biological Aerated Filters	7-55	7.7.1	Lits bactériens aérés	7-55
7.7.2	Moving Bed Biofilm Reactors	7-57	7.7.2	Bioréacteurs à lit mobile.....	7-57
7.7.3	Membrane Bioreactors.....	7-58	7.7.3	Bioréacteur à membrane.....	7-58
7.7.4	Recirculating filters.....	7-59	7.7.4	Filtres à recirculation	7-59

CHAPTER 8 EFFLUENT DISINFECTION

8.1	BASIS FOR DISINFECTION OF SEWAGE TREATMENT PLANT EFFLUENT.....	8-1
8.2	FORMS OF DISINFECTION.....	8-1
8.3	CHLORINATION	8-1
8.3.1	Design Guidelines.....	8-1
8.3.2	Chlorination Facilities Design	8-3
8.3.3	Chlorine Supply	8-4
8.3.4	Methods of Dosage Control	8-6
8.3.5	Storage and Handling	8-8
8.3.6	Piping and Connections	8-10
8.3.7	Miscellaneous	8-10

CHAPITRE 8 DÉSINFECTION DES EFFLUENTS

8.1	EXIGENCES DE BASE POUR LA DÉSINFECTION DES EFFLUENTS DES USINES D'ÉPURATION D'EAUX USÉES.....	8-1
8.2	FORMES DE DÉSINFECTION	8-1
8.3	CHLORATION	8-1
8.3.1	Lignes directrices pour la conception	8-1
8.3.2	Conception des installations de chloration	8-3
8.3.3	Approvisionnement en chlore.....	8-4
8.3.4	Méthodes de régulation du dosage	8-6
8.3.5	Stockage et manutention	8-8
8.3.6	Tuyauterie et raccords	8-10
8.3.7	Divers	8-10

expressed as a volume per unit time.

d. Design Peak Instantaneous Flow

The design peak instantaneous flow is the instantaneous maximum flow rate to be received.

e. Design Minimum Day Flow

The design minimum day flow is the smallest volume of flow to be received during a 24 hour period during dry weather when infiltration/inflow is at a minimum, expressed as a volume per unit time.

1.3.5.9 Investigative Considerations - Existing Facilities Evaluation

1.3.5.9.1 Existing Collection System

- a) Inventory of existing sewers;
- b) isolation from water supply wells;
- c) adequacy to meet project needs (structural condition, hydraulic capacity tabulation);
- d) gauging and infiltration tests (tabulate);
- e) overflows and required maintenance, repairs and improvements;
- f) outline repair, replacement and storm water separation requirements;
- g) evaluation of costs for treating infiltration/inflow versus costs for rehabilitation of system;
- h) establish renovation priorities, if selected;
- i) present recommended annual program to renovate sewers; and
- j) indicate required annual expenditure.

1.3.5.9.2 Existing Treatment Plant

- a) area for expansion;
- b) surface condition;
- c) subsurface conditions;
- d) isolation from habitation;
- e) isolation from water supply structures;
- f) enclosure of units, winter conditions, odour control, landscaping, etc.; and
- g) flooding (predict elevation of 25 and 100 year flood stage). Including climate change and an increase in sea level.

en volume par unité de temps.

d. Débit instantané de pointe théorique

Le débit instantané de pointe théorique correspond au débit instantané maximum à recevoir.

e. Débit quotidien minimum théorique

Le débit quotidien minimum théorique correspond au plus faible débit à recevoir durant une période de 24 heures par temps sec, lorsque l'infiltration et le captage sont à leur niveau minimum, exprimé en volume par unité de temps.

1.3.5.9 Considérations de recherche – Évaluation des installations existantes

1.3.5.9.1 Réseau collecteur existant

- a) inventaire des égouts existants;
- b) isolement du projet par rapport aux puits aquifères;
- c) capacité de répondre aux besoins du projet (état des infrastructures, calcul de la capacité hydraulique totale);
- d) essais de jaugeage et d'infiltration (totaliser);
- e) débordements et entretien, réparations et amélioration nécessaires;
- f) besoins de réparation, de remplacement et de séparation des eaux pluviales;
- g) évaluation du coût d'épuration des eaux d'infiltration et de captage par rapport au coût de rénovation du réseau;
- h) établissement des priorités en matière de rénovation, le cas échéant;
- i) recommandation d'un programme annuel de rénovation des égouts;
- j) calcul des dépenses annuelles requises.

1.3.5.9.2 Usine d'épuration existante

- a) superficie d'expansion;
- b) état en surface;
- c) état en sous-sol;
- d) isolement par rapport aux habitations;
- e) isolement par rapport aux structures d'adduction d'eau;
- f) confinement des unités, conditions hivernales, désodorisation, aménagement du terrain, etc.;
- g) inondations (prévoir des crues correspondant au niveau atteint une fois tous les 25 ou 100 ans); tenir compte du changement climatique et d'une élévation du niveau de la mer.

1.3.5.9.3 Existing Process Facilities

- a) capacities and adequacy of units (tabulate);
- b) relationship and/or applicability to proposed project;
- c) age and condition;
- d) adaptability to different usages;
- e) structures to be retained, modified or demolished; and
- f) outfall.

1.3.5.9.4 Existing Wastewater Characteristics

- a) water consumption (from records) total, unit, industrial;
- b) wastewater flow pattern, peaks, total design flow;
- c) physical, chemical and biological characteristics and concentrations; and
- d) residential, commercial, industrial, infiltration fractions, considering organic solids, toxic aggressive, etc., substances; tabulate each fraction separately and summarize.

1.3.5.10 Proposed Project

1.3.5.10.1 Collection System

- a) inventory of proposed additions;
- b) isolation from water supply well, reservoirs, facilities, etc;
- c) area of services;
- d) unusual construction problems;
- e) utility interruption and traffic interference;
- f) restoration of pavements, lawns, etc.; and
- g) basement flooding prevention during power outage.

1.3.5.10.2 Site Requirements

Comparative advantages and disadvantages as to cost, hydraulic requirements, flood control, accessibility, enclosure of units, odour control, landscaping, etc., and isolation with respect to potential nuisances and protection of water supply facilities.

1.3.5.10.3 Wastewater Characteristics

- a) character of wastewater necessary to insure amenability to process selected;
- b) need to pretreat industrial wastewater before discharge to sewers;

1.3.5.9.3 Installations de traitement existantes

- a) capacité et conformité des unités (totaliser);
- b) relation avec le projet proposé et (ou) applicabilité au projet;
- c) degré d'usure et état;
- d) adaptabilité à divers usages;
- e) structures à conserver, à modifier ou à détruire; et
- f) point de rejet.

1.3.5.9.4 Caractéristiques des eaux usées actuelles

- a) consommation d'eau (tirée des registres) : totale, par unité, industrielle;
- b) courbes de débit des eaux usées, pointes de débit, débit total théorique;
- c) caractéristiques et concentrations physiques, chimiques et biologiques; et
- d) fraction résidentielle, commerciale, industrielle et d'infiltration en fonction des substances organiques solides, toxiques, corrosives, etc.; calculer chaque fraction séparément et dresser un tableau sommaire.

1.3.5.10 Proposition de projet

1.3.5.10.1 Réseau collecteur

- a) liste des ajouts projetés;
- b) isolement par rapport aux puits, réservoirs, installations, etc.;
- c) aire desservie;
- d) problèmes de construction inhabituels;
- e) interruption des services publics et interférence avec la circulation;
- f) remise en état du pavage, des pelouses, etc.;
- g) prévention de l'inondation des sous-sols durant les pannes d'électricité.

1.3.5.10.2 Exigences relatives au site

Comparaison des avantages et des inconvénients en matière de coûts, d'exigences hydrauliques, de protection contre les crues, d'accessibilité, de confinement des unités, de désodorisation, d'aménagement du terrain, etc. et isolement pour éviter les éventuelles nuisances et protéger les installations d'adduction d'eau.

1.3.5.10.3 Caractéristiques des eaux usées

- a) caractéristiques des eaux usées faisant qu'elles se prêtent au procédé choisi;
- b) nécessité d'un traitement préalable des eaux usées industrielles avant leur rejet dans le réseau d'assainissement;

- c) portion of residential, commercial, industrial wastewater fractions to comprise projected growth.

1.3.5.10.4 Receiving Water Considerations and Assimilative Capacity

- a) wastewater discharges upstream;
- b) receiving water base flow (utilize critical flow as specified by approving agency);
- c) characteristics (concentrations) of receiving waters;
- d) downstream water uses including water supply, recreation, agricultural, industrial, etc;
- e) impact of proposed discharge on receiving waters;
- f) tabulate assimilative capacity requirements;
- g) listing of effluent characteristics; and
- h) tabulation and correlation of plant performance versus receiving water requirements.

1.3.5.11 Alternatives

Alternatives should consider such items as regional solution, optimum operation of existing facilities, flow and waste reduction, location of facilities, phased construction, necessary flexibility and reliability, sludge disposal, alternative treatment sites, alternative processes and institutional arrangements.

1.3.5.11.1 Alternate Process and Site

- a) describe and delineate (line diagrams);
- b) preliminary design for cost estimates;
- c) estimates of project cost (total) dated, keyed to construction cost index, escalated, etc;
- d) advantages and disadvantages of each;
- e) individual differences, requirements, limitations;
- f) characteristics of process output;
- g) comparison of process performances;
- h) operation and maintenance expenses;
- i) annual expense requirements (tabulation of annual operation, maintenance, personnel, debt obligation for each alternate), and
- j) environmental assessment of each.

- c) proportion des fractions résidentielle, commerciale et industrielle des eaux usées qui composeront la croissance prévue.

1.3.5.10.4 Capacité d'assimilation et autres considérations relatives aux eaux réceptrices

- a) rejets d'eaux usées en amont;
- b) débit de base des eaux réceptrices (utiliser le débit critique spécifié par l'organisme d'approbation);
- c) caractéristiques des eaux réceptrices;
- d) utilisations de l'eau en aval, y compris les prises d'eau, les loisirs, les usages agricoles et industriels, etc.;
- e) effets des rejets projetés sur les eaux réceptrices;
- f) capacité d'assimilation totale requise;
- g) liste des caractéristiques de l'effluent;
- h) sommaire comparatif du rendement des installations et des exigences relatives aux eaux réceptrices.

1.3.5.11 Solutions de remplacement

En plus du projet proposé, il convient d'envisager des solutions de remplacement, par exemple des solutions régionales, l'exploitation optimale des installations existantes, la réduction du débit et du volume de déchets, le déplacement des installations, la construction par étapes, la flexibilité et la fiabilité nécessaires, l'élimination des boues, des sites d'épuration et des procédés de remplacement et des arrangements institutionnels.

1.3.5.11.1 Procédés et sites de remplacement

- a) décrire et délimiter (diagrammes linéaires);
- b) conception préliminaire aux fins d'estimation des coûts;
- c) estimation du coût total du projet, datée, associée à l'indice des coûts de construction, actualisée, etc.;
- d) avantages et inconvénients de chacun;
- e) particularités, exigences et limites de chacun;
- f) caractéristiques de l'effluent traité;
- g) comparaison des rendements;
- h) dépenses d'exploitation et d'entretien;
- i) besoins financiers annuels (total des coûts annuels d'exploitation, d'entretien, de personnel et de service de la dette de chaque procédé et site de remplacement);
- j) évaluation environnementale de chacun.

1.3.5.12 Selected Process and Site

- a) identify and justify process and site selected;
- b) adaptability to future needs;
- c) environmental assessment;
- d) outfall location; and
- e) describe immediate and deferred construction.

1.3.5.13 Project Financing

- a) review applicable financing methods;
- b) effect of Provincial and Federal funding;
- c) assessment by front metre, area unit or other benefit;
- d) charges by connection, occupancy, readiness-to-serve, water consumption, industrial wastewater discharge, etc;
- e) existing debt service requirements;
- f) annual financing and bond retirement schedule;
- g) tabulate annual operating expenses;
- h) show anticipated typical annual charge to user and non-user; and
- i) show how representative properties and users are to be affected.

1.3.5.14 Legal and Other Considerations

- a) needed enabling legislation, ordinances, rules and regulations;
- b) contractual considerations for inter-municipal cooperation;
- c) public information and education; and
- d) statutory requirements and limitations.

1.3.5.15 Appendices: Technical Information and Design Criteria

1.3.5.15.1 Collection System

- a) design tabulations - flow, size, velocities, etc;
- b) regulator or overflow design;
- c) pump station calculations, including energy requirements;
- d) special appurtenances;
- e) stream crossings; and
- f) system map (report size).

1.3.5.12 Procédé et site choisis

- a) présentation du procédé et du site choisis et justification du choix;
- b) adaptabilité aux besoins futurs;
- c) évaluation environnementale;
- d) emplacement du point de rejet;
- e) description de la construction à réaliser immédiatement et plus tard.

1.3.5.13 Financement du projet

- a) examen des méthodes de financement possibles;
- b) effet du financement de sources provinciale et fédérale;
- c) évaluation par mètre-façade, unité de superficie ou autre mesure;
- d) frais « prêt à l'emploi » ou liés au nombre de raccordements, à l'usage, à la consommation d'eau, aux rejets d'eaux industrielles, etc.;
- e) frais actuels au titre du service de la dette;
- f) calendrier annuel de financement et de rachat anticipé des obligations;
- g) total des frais d'exploitation annuels;
- h) frais annuels qu'on prévoit exiger des utilisateurs et des non-utilisateurs; et
- i) description des effets sur certaines propriétés et certains utilisateurs représentatifs.

1.3.5.14 Considérations juridiques et autres

- a) lois, ordonnances et règlements habilitants requis;
- b) considérations contractuelles relatives à la collaboration inter municipale;
- c) information et éducation du public; et
- d) obligations et restrictions aux termes de la loi.

1.3.5.15 Annexes: renseignements techniques et critères de conception

1.3.5.15.1 Réseau collecteur

- a) sommaire théorique : débit, dimensions, vitesse, etc.;
- b) conception des régulateurs ou des déversoirs;
- c) calcul des stations de pompage, y compris les besoins énergétiques;
- d) ouvrages annexes spéciaux;
- e) passage de cours d'eau;
- f) carte du réseau (aux dimensions du rapport).

1.3.5.15.2 Process Facilities

- a) criteria selection and basis;
- b) hydraulic and organic loadings - minimum, average, maximum and effect;
- c) unit dimensions;
- d) rates and velocities;
- e) detentions;
- f) concentrations;
- g) recycle;
- h) chemical additive control;
- i) physical control;
- j) removals, effluent concentrations, etc. Include a separate tabulation for each unit to handle solid and liquid fractions;
- k) energy requirement; and
- l) flexibility.

1.3.5.15.3 Process Diagrams

- a) process configuration, interconnecting piping, processing, flexibility, etc;
- b) hydraulic profile;
- c) organic loading profile;
- d) solids control system;
- e) solids profile; and
- f) flow diagram with capacities, etc.

1.3.5.15.4 Space for Personnel, Laboratories and Records

1.3.5.15.5 Chemical Control

- a) processes needing chemical addition;
- b) chemicals and feed equipment; and
- c) tabulation of amounts and unit and total costs.

1.3.5.15.6 Support Data

- a) outline unusual specifications, construction materials and construction methods;
- b) maps, photographs, diagrams (report size);
- c) other.

1.3.5.15.2 Installations de traitement

- a) choix et justification des critères;
- b) charges hydraulique et organique : minimum, moyenne, maximum et effets;
- c) dimensions des unités;
- d) taux et vitesses;
- e) rétention;
- f) concentration;
- g) recyclage;
- h) surveillance des additifs chimiques;
- i) surveillance physique;
- j) matières éliminées, concentration des effluents, etc.; inclure un sommaire distinct de la capacité de chaque unité à traiter les fractions solide et liquide;
- k) besoins énergétiques;
- l) flexibilité.

1.3.5.15.3 Schémas de procédé

- a) configuration du procédé, canalisations interconnectées, traitement, flexibilité, etc.;
- b) profil hydraulique;
- c) profil de la charge organique;
- d) système de surveillance des matières solides;
- e) profil des matières solides;
- f) organigramme montrant les capacités, etc.

1.3.5.15.4 Locaux pour le personnel, les laboratoires et les archives

1.3.5.15.5 Surveillance des substances chimiques

- a) procédés nécessitant des apports chimiques;
- b) substances chimiques et équipement d'alimentation;
- c) sommaire des quantités et des coûts unitaires et totaux.

1.3.5.15.6 Données à l'appui

- a) aperçu des spécifications, matériaux de construction et méthodes de construction inhabituels;
- b) cartes, photographies, diagrammes (aux dimensions du rapport);
- c) autres.

1.3.6 Supplemental Information

1.3.6.1 Treated Effluent To Land

In addition to the required pre-design report, the designer shall include supplemental information, as outlined below. This information shall include any material that is pertinent about the location, geology, topography, hydrology, soils, areas for future expansion, and adjacent land use.

1.3.6.1.1 Location

The following supplement information is required to be submitted with the pre-design report.

- a) A copy of the topographic map of the area showing the exact boundaries of the proposed application area.
- b) A topographic map of the total area owned by the applicant at a scale of approximately 1: 10 000. It should show all buildings, the waste disposal system, the spray field boundaries and the buffer zone. An additional map should show the spray field topography in detail with a contour interval of 0.5 m and include buildings and land use on adjacent lands within 400 m of the project boundary.
- c) All water supply wells which might be affected shall be located and identified as to use; e.g., potable, industrial, agricultural, and class of ownership; e.g., public, private, etc.
- d) All abandoned wells, shafts, etc., shall be located and identified. Pertinent information therein shall be furnished.
- e) Separation distances shall comply with requirements of section 4.3.2

1.3.6.1.2 Geology

The following geologic information is required to be submitted

- a) The geologic formations (name) and the rock types at the site.
- b) The degree of weathering of the bedrock.
- c) The local bedrock structure including the presence of faults, fractures and joints.
- d) The character and thickness of the surficial deposits (residual soils and glacial deposit).
- e) In limestone terrain, additional information about solution openings and sinkholes is required.
- f) The source of the above information must be indicated.

1.3.6 Renseignements supplémentaires

1.3.6.1 Application d'effluents traités sur les terres

En plus du rapport avant conception exigé, le concepteur doit fournir les renseignements supplémentaires suivants, y compris tout document pertinent sur l'emplacement, la géologie, la topographie, l'hydrologie, les sols, les surfaces disponibles pour une future expansion et l'utilisation des terres attenantes.

1.3.6.1.1 Emplacement

Les renseignements supplémentaires suivants doivent accompagner le rapport avant conception :

- a) Une copie de la carte topographique de la région, montrant les limites exactes de la zone d'application projetée.
- b) Une carte topographique de l'ensemble des terrains appartenant au demandeur, à une échelle approximative de 1:10 000. La carte devrait montrer tous les bâtiments, le système d'évacuation des eaux usées, les limites des terres aspergées et la zone tampon. Une autre carte devrait montrer la topographie détaillée des terres aspergées au moyen de courbes de niveau équidistantes de 0,5 m, ainsi que les bâtiments et l'utilisation des terres attenantes, jusqu'à une distance de 400 m des limites du projet.
- c) La carte doit montrer l'emplacement de tous les puits aquifères susceptibles de subir des effets, ainsi que leur utilisation (p.ex. eau potable, industrielle, agricole) et leur catégorie de propriété (p.ex. publique, privée, etc.).
- d) La carte doit montrer l'emplacement de tous les puits abandonnés (puits aquifères, puits de mine, etc.) et indiquer tout renseignement pertinent à leur sujet.
- e) Les distances de protection doivent respecter les exigences stipulées à la section 4.3.2.

1.3.6.1.2 Géologie

Les renseignements géologiques suivants doivent être fournis :

- a) le nom des formations géologiques et des types de roches qui composent le site;
- b) le degré de météorisation du substratum rocheux;
- c) la structure du substratum rocheux local, y compris l'éventuelle présence de failles, de fractures ou de joints;
- d) le caractère et l'épaisseur des dépôts de surface (sol résiduel et dépôts glaciaires);
- e) en terrain limoneux, des renseignements supplémentaires sur les cupules et les dolines;
- f) la source des renseignements ci-dessus.

1.3.6.1.3 Hydrology

- a) The depth to seasonal high water table (perched and/or regional) must be given, including an indication of seasonal variations. Static water levels must be determined at each depth for each aquifer in the depth under concern. Critical slope evaluation must be given to any differences in such levels.
- b) The direction of groundwater movement and the point(s) of discharge must be shown on one of the attached maps.
- c) Chemical analyses indicating the quality of groundwater at the site must be included.
- d) The source of the above data must be indicated.
- e) The following information shall be provided from existing wells and from such test wells as may be necessary:
 - i. Construction details - where available; Depth, well log, pump capacity, static levels, pumping water levels, casing, grout material, and such other information as may be pertinent.
 - ii. Groundwater quality: e.g., Nitrates, total nitrogen, chlorides, sulphates, pH, alkalinities, total hardness, coliform bacteria, etc.
- f) A minimum of one groundwater monitoring well must be drilled for the protection of potable water wells or as determined by the Regulatory agency have jurisdiction, in each dominant direction of groundwater movement and between the project site and public well(s) and/or high-capacity private wells, with provision for sampling at the surface of the water table and at 1.5 m below the water table at each monitoring site. The location and construction of the monitoring well(s) must be approved by the regulatory authority. These may include one or more of the test wells where appropriate.

1.3.6.1.4 Soils

- a) A soils map of the spray field should be furnished, indicating the various soil types. This may be included on the large-scale topographic map. Soils information can normally be secured through the Federal Department of Natural Resources, the Federal Department of Agriculture, or the applicable provincial department.
- b) The soils should be named and their texture described.
- c) Slopes and agricultural practice on the spray field are closely related. Slopes on cultivated fields should be limited to 4%. Slopes on

1.3.6.1.3 Hydrologie

- a) Il faut localiser en profondeur la plus haute nappe aquifère saisonnière (suspendue ou régionale) et noter l'ampleur de ses variations saisonnières. Le niveau statique doit être déterminé à chaque profondeur pour chaque aquifère de la zone préoccupante. Toute différence de niveau statique doit donner lieu à une évaluation de la pente critique.
- b) Une des cartes annexées doit montrer la direction de l'écoulement de l'eau souterraine et le ou les points de rejet.
- c) Des analyses chimiques indiquant la qualité de l'eau souterraine du site doivent être incluses.
- d) La source des données ci-dessus doit être mentionnée.
- e) Les renseignements suivants, tirés des puits existants ou de puits d'essai, au besoin, doivent être fournis :
 - i. détails de construction, si disponibles – profondeur, diagraphie de puits, capacité de la pompe, niveau statique, niveau de pompage, tubage, coulis et tout autre renseignement pertinent;
 - ii. qualité de l'eau souterraine, p. ex. les nitrates, l'azote total, les chlorures, les sulfates, le pH, l'alcalinité, la dureté totale, les bactéries coliformes, etc.
- f) Pour protéger les puits d'eau potable, au moins un puits de surveillance de l'eau souterraine (le nombre exact étant dicté par l'organisme de réglementation compétent) doit être creusé dans chaque direction dominante d'écoulement de l'eau souterraine, de même qu'entre l'emplacement du projet et tout puits public ou puits privé de grande capacité. À chaque puits de surveillance doit être prévu le prélèvement d'échantillons à la surface de la nappe aquifère et à 1,5 m sous la nappe aquifère. L'emplacement et le mode de construction des puits de surveillance doivent recevoir l'approbation de l'autorité de réglementation. S'il y a lieu, l'approbation peut aussi viser le ou les puits d'essai.

1.3.6.1.4 Sols

- a) Le rapport devrait comprendre une carte pédologique des terres à asperger, indiquant les divers types de sol. On peut intégrer cette carte à la carte topographique à grande échelle. Normalement, tous les renseignements pédologiques peuvent être obtenus auprès du ministère fédéral des Ressources naturelles, du ministère fédéral de l'Agriculture ou du ministère provincial compétent.
- b) Les sols devraient être identifiés et leur texture décrite.
- c) Les pratiques agricoles sont fortement associées à la pente des terres irriguées. La pente de terres cultivées devrait se limiter à 4 %. La pente de terres enherbées

sodded fields should be limited to 8%. Forested slopes should be limited to 8% for year-round operation, but some seasonal operation slopes up to 14% may be acceptable.

- d) The thickness of soils should be indicated. Method of determination should be included.
- e) Data should be furnished on the exchange capacity of the soils. In case of industrial wastes particularly, this information must be related to special characteristics of the wastes.
- f) Information must be furnished on the internal and surface-drainage characteristics of the soil materials. This includes the soil's infiltration capacity and permeability.
- g) Proposed application rates should take into consideration the drainage and permeability of the soils, the discharge capacity, and the distance to the water table.

1.3.6.1.5 Agricultural Practice

- a) The present and intended soil-crop management practices, including forestation, shall be stated.
- b) Pertinent information shall be furnished on existing drainage systems.
- c) When cultivated crops are anticipated, the kinds used and the harvesting frequency should be given; the ultimate use of the crop should also be given. See Section 10.3.3.4 for crop considerations.

1.3.6.1.6 Adjacent Land Use

- a) Present and anticipated use of the adjoining lands, up to 400m from the site, must be indicated. This information can be provided on one of the maps and may be supplemented with notes.
- b) The plan shall show existing and proposed screens, barriers, or buffer zones to prevent blowing spray from entering adjacent land areas.
- c) If expansion of the facility is anticipated, the lands which are likely to be used for expanded spray fields must be shown on the map.

devrait se limiter à 8 %. Les terres boisées exploitées à l'année auront une pente maximale de 8 %, mais certaines exploitations saisonnières peuvent tolérer une pente atteignant 14 %.

- d) Il convient de noter l'épaisseur des sols et décrire la méthode employée pour la déterminer.
- e) Le rapport devrait fournir des données sur la capacité d'échange des sols. Ces données doivent être mises en relation avec les caractéristiques spéciales des rejets, particulièrement dans le cas de rejets industriels.
- f) Le rapport doit fournir des renseignements sur les caractéristiques de drainage souterrain et de surface des matériaux qui composent le sol et notamment mentionner la capacité d'infiltration et la perméabilité du sol.
- g) Les taux d'application projetés devraient être fonction du drainage et de la perméabilité des sols, de la capacité de débit et de la profondeur de la nappe aquifère.

1.3.6.1.5 Pratiques agricoles

- a) Le rapport doit mentionner les pratiques de gestion des sols et des cultures en vigueur et prévues, y compris le reboisement.
- b) Le rapport doit fournir des renseignements pertinents sur les systèmes de drainage existants.
- c) Si on prévoit des cultures de labour, il faut indiquer les types de végétaux cultivés, la fréquence des récoltes et l'utilisation finale des produits récoltés. D'autres considérations sur les cultures se trouvent à la section 10.3.3.4.

1.3.6.1.6 Utilisation des terres attenantes

- a) Le rapport doit indiquer l'utilisation actuelle et prévue des terres attenantes, jusqu'à une distance de 400 m des limites du projet. Ces renseignements, éventuellement accompagnés de remarques, peuvent être inscrits sur l'une des cartes.
- b) Le plan doit montrer l'emplacement des écrans, barrières et zones tampons existants et prévus pour empêcher toute incursion des brouillards d'aspersion dans les zones attenantes.
- c) Si une expansion des installations est prévue, la carte doit indiquer les terres susceptibles de faire partie du nouveau territoire irrigué.

1.4 DETAILED DESIGN DOCUMENTATION

1.4.1 General

Upon obtaining a concept approval, the owner or his/her representative must prepare and submit detailed design documentation. This includes a Design Report, plans, specifications and contractual documents, and any applications for approval required by the regulatory agency with jurisdiction over the proposed project.

1.4.2 Design Report

The Design Report shall contain detailed design calculations for each unit or process of the wastewater treatment or collection facility. The design report shall also address operational and maintenance issues for that particular facility.

1.4.2.1 Format for Content and Presentation

It is urged that the following subsection be utilized as a guideline for content and presentation of the project Design Report to the appropriate regulatory agency for review and approval.

1.4.2.1.1 Title

The Wastewater Facilities Design Report - collection, conveyance, processing and discharge of wastewater.

1.4.2.1.2 Letter of Transmittal

A one page letter typed on the firm's letterhead and bound into the report should include:

- a) submission of the report to the client;
- b) acknowledgement to those giving assistance; and
- c) reference to the project as outgrowth of approved or "master" plan.

1.4.2.1.3 Title Page

- a) title of project;
- b) municipality, county, etc;
- c) names of officials, managers, superintendents;
- d) name and address of firm preparing the report; and
- e) seal and signature of professional engineer(s) in charge of the project.

1.4 DOCUMENTS DÉTAILLÉS DE CONCEPTION

1.4.1 Généralités

Après avoir reçu l'approbation du concept, le propriétaire ou son représentant doit préparer et soumettre les documents de conception détaillée, soit le rapport de conception, les plans et devis, le dossier contractuel et toute demande d'approbation requise par l'organisme de réglementation ayant compétence relativement au projet soumis.

1.4.2 Rapport de conception

Le rapport de conception doit comprendre les calculs de conception détaillés relatifs à chaque unité ou procédé des installations de traitement ou de collecte des eaux usées. Le rapport de conception doit aussi traiter des questions d'exploitation et d'entretien propres à ces installations.

1.4.2.1 Format, contenu et présentation

Il est fortement recommandé d'employer les sous-sections suivantes pour ordonner le contenu du rapport de conception et le présenter à l'organisme de réglementation approprié pour examen et approbation.

1.4.2.1.1 Titre

Rapport de conception sur le réseau d'assainissement collecte, transport, traitement et rejet des eaux usées.

1.4.2.1.2 Lettre d'accompagnement

Une lettre d'une page, dactylographiée sur papier à correspondance officielle de la société, devrait être jointe au rapport et comprendre les éléments suivants :

- a) présentation du rapport au client;
- b) remerciements à l'endroit des collaborateurs;
- c) mention du plan approuvé ou d'ensemble dont découle le projet.

1.4.2.1.3 Page titre

- a) titre du projet;
- b) municipalité, comté, etc.;
- c) nom des responsables, des gestionnaires et des directeurs des travaux;
- d) nom et adresse de la société responsable du rapport;
- e) sceau et signature du ou des ingénieurs professionnels en charge du projet.

1.4.2.1.4 Table of Contents

- a) section headings, chapter headings and sub-headings
- b) maps;
- c) graphs;
- d) illustrations, exhibits;
- e) diagrams; and
- f) appendices.

1.4.2.1.5 Collection System

- a) detailed design tabulations - flow, size, velocities, etc;
- b) regulator or overflow design calculations;
- c) detailed pump station calculations, including energy requirements;
- d) special appurtenances;
- e) stream crossings; and
- f) system map (report size).

1.4.2.1.6 Process Facilities

- a) hydraulic and organic loadings - minimum, average, maximum and effect;
- b) detailed calculations used to determine:
 - i. unit dimensions;
 - ii. rates and velocities;
 - iii. detentions;
 - iv. concentrations;
 - v. recycle;
 - vi. removals, effluent concentrations, etc.
Include a separate tabulation for each unit to handle solid and liquid fractions;
 - vii. energy requirement;
 - viii. flexibility; and
- c) chemical requirements and control.

1.4.2.1.7 Process Diagrams

- a) process configuration, interconnecting piping, processing, flexibility, etc;
- b) hydraulic profile;
- c) organic loading profile;
- d) solids control system;
- e) solids profile; and
- f) flow diagram with capacities, etc.

1.4.2.1.4 Table des matières

- a) titre des sections, titre des chapitres et sous-titres;
- b) cartes;
- c) graphiques;
- d) illustrations, pièces;
- e) diagrammes;
- f) annexes.

1.4.2.1.5 Réseau collecteur

- a) sommaire théorique détaillé : débit, taille, vitesse, etc.;
- b) calculs de conception des régulateurs ou des déversoirs d'orage;
- c) calculs détaillés des stations de pompage, y compris les besoins énergétiques;
- d) ouvrages annexes spéciaux;
- e) passage de cours d'eau;
- f) carte du réseau (aux dimensions du rapport).

1.4.2.1.6 Installations de traitement

- a) charges hydraulique et organique : minimum, moyenne, maximum et effets;
- b) calculs détaillés utilisés pour déterminer :
 - i. les dimensions des unités;
 - ii. les taux et les vitesses;
 - iii. la rétention;
 - iv. la concentration;
 - v. le recyclage;
 - vi. les matières éliminées, la concentration des effluents, etc.; inclure un sommaire distinct de la capacité de chaque unité à traiter les fractions solide et liquide;
 - vii. les besoins énergétiques;
 - viii. la flexibilité;
- c) substances chimiques nécessaires et surveillance des substances chimiques.

1.4.2.1.7 Schémas de procédé

- a) configuration du procédé, canalisations interconnectées, traitement, flexibilité, etc.;
- b) profil hydraulique;
- c) profil de la charge organique;
- d) système de surveillance des matières solides;
- e) profil des matières solides;
- f) organigramme montrant les capacités, etc.

1.4.2.1.8 Laboratory

- a) physical and chemical tests and frequency to control process;
- b) time for testing;
- c) space and equipment requirements; and
- d) personnel requirements - number, type, qualifications, salaries, benefits (tabulate).

1.4.2.1.9 Operation and Maintenance

- a) routine and special maintenance duties;
- b) time requirements;
- c) tools, equipment, vehicles, safety, etc;
- d) personnel requirements - number, type, qualifications, salaries, benefits, (tabulate); and
- e) maintenance work space and storage.

1.4.2.1.10 Office Space for Administrative Personnel and Records**1.4.2.1.11 Personnel Service - Locker Room and Lunch Room****1.4.2.1.12 Chemical Control**

- a) process needing chemical addition;
- b) chemicals and feed equipment; and
- c) tabulation of amounts and unit and total costs.

1.4.2.1.13 Collection System Control

- a) cleaning and maintenance;
- b) regulator and overflow inspection and repair;
- c) flow gauging;
- d) industrial sampling and surveillance;
- e) regulation enforcement;
- f) equipment requirements;
- g) trouble-call investigation; and
- h) personnel requirements - number, type, qualifications, salaries, benefits (tabulate).

1.4.2.1.14 Control Summary

- a) personnel;
- b) equipment;
- c) chemicals;
- d) utilities - list power requirements of major units; and
- e) summation.

1.4.2.1.8 Laboratoire

- a) nature et fréquence des essais chimiques et physiques nécessaires pour contrôler le procédé;
- b) moment choisi pour les essais;
- c) espace et équipement requis;
- d) personnel requis - nombre, type, qualifications, salaires, avantages (tableau).

1.4.2.1.9 Exploitation et entretien

- a) tâches d'entretien courantes et spéciales;
- b) durée des tâches;
- c) outils, équipement, véhicules, sécurité, etc.;
- d) personnel requis - nombre, type, qualifications, salaires, avantages (tableau);
- e) espace et entreposage prévus aux fins d'entretien.

1.4.2.1.10 Locaux à bureaux pour le personnel administratif et les archives**1.4.2.1.11 Service du personnel – vestiaire et coin-repas****1.4.2.1.12 Surveillance des substances chimiques**

- a) procédés exigeant des apports chimiques;
- b) substances chimiques et équipement d'alimentation;
- c) sommaire des quantités et des coûts unitaires et totaux

1.4.2.1.13 Surveillance du réseau collecteur

- a) nettoyage et entretien;
- b) inspection et réparation des régulateurs et des déversoirs;
- c) mesure du débit;
- d) échantillonnage et surveillance industriels;
- e) application des règlements;
- f) besoins en équipement;
- g) suivi des appels de service;
- h) personnel requis – nombre, type, qualifications, salaires, avantages (tableau).

1.4.2.1.14 Sommaire des activités de surveillance

- a) personnel;
- b) équipement;
- c) substances chimiques;
- d) services publics – dresser la liste des besoins en électricité des principales unités;
- e) sommaire.

1.4.2.1.15 Support Data

- a) outline unusual specifications, construction materials and construction methods;
- b) maps, photographs, diagrams (report size); and
- c) other.

1.4.2.1.16 Appendices

Related data not necessary to an immediate understanding of the design report should be placed in the appendices.

1.4.3 Plans

1.4.3.1 General

All plans for sewage work shall bear a suitable title showing the name of the municipality, sewer district, or institution; and shall show the scale in appropriate units, the north point, date and the name of the engineer, his signature on an imprint of his registration seal.

The plans shall be clear and legible. They shall be drawn to scale which will permit all necessary information to be plainly shown. The size of the plans should be 570 x 817 mm (size A1 (21 x 33 in (size D))). Datum used should be indicated. Locations and logs of test borings, when made, shall be shown on the plans.

Detail plans shall consist of plan views, elevations, sections and supplementary views which, together with the specifications and general layouts, provide the working information for the contract and construction of the works. Include dimensions and geodetic elevations of structures, the location and outline form of equipment, location and size of piping, water levels and ground elevations.

1.4.3.2 Plans of Sewers

1.4.3.2.1 General Plans

A comprehensive plan of the existing and proposed sewers shall be submitted for projects involving new sewer systems or substantial additions to existing systems. This plan shall show the following:

a) Geographical Features

- i) topography and elevations - existing or proposed streets and all streams or water surfaces shall be clearly shown. Contour lines at suitable intervals should be included;

1.4.2.1.15 Données à l'appui

- a) aperçu des spécifications, matériaux de construction et méthodes de construction inhabituels;
- b) cartes, photographies, diagrammes (aux dimensions du rapport);
- c) autres.

1.4.2.1.16 Annexes

Les annexes devraient comporter toutes les données pertinentes, mais non nécessaires à la compréhension immédiate du rapport de conception.

1.4.3 Plans

1.4.3.1 Généralités

Les plans de tous les ouvrages d'assainissement des eaux usées doivent être correctement intitulés avec le nom de la municipalité, du secteur de système d'égout ou de l'institution et indiquer l'échelle et l'unité de mesure appropriée, le nord, la date, le nom de l'ingénieur, ainsi que sa signature sur la marque de son sceau d'enregistrement.

Les plans doivent être clairs, lisibles et tracés à une échelle qui permette de voir clairement tous les renseignements requis. Les plans devraient être en format A1 (570 x 817 mm) ou D (21 x 33 po). Les données utilisées devraient être indiquées. S'il y a lieu, les plans doivent montrer l'emplacement des forages exploratoires et s'accompagner du rapport de forage.

Les plans d'ensemble et les devis doivent être complétés par des plans détaillés, y compris des vues en plan, des élévations, des coupes et des vues supplémentaires, afin de fournir tous les renseignements techniques nécessaires pour attribuer les marchés et construire les ouvrages. Il convient d'indiquer les dimensions et l'élévation géodésique des structures, l'emplacement et la forme générale de l'équipement, l'emplacement et les dimensions des canalisations, les niveaux d'eau et l'altitude.

1.4.3.2 Plan du réseau d'assainissement

1.4.3.2.1 Plans d'ensemble

Un plan d'ensemble des réseaux d'assainissement existant et projeté doit être soumis pour tout projet de nouveau réseau d'assainissement ou d'agrandissement important d'un réseau existant. Ce plan doit illustrer les éléments suivants :

a) Les caractéristiques géographiques

- i) topographie et élévations – montrer clairement les rues existantes et projetées ainsi que tous les ruisseaux et plans d'eau; marquer les courbes de niveau à intervalles appropriés;

- ii) streams -the direction of flow in all streams and high and low water elevations of all water surfaces at sewer outlets and overflows shall be shown.

- iii) boundaries - the boundary lines of the municipality, the sewer district or area to be sewered shall be shown.

b) Sewers

The plan shall show the location, size and direction of flow of all existing and proposed sanitary and combined sewers draining to the treatment works concerned.

c) Identify sensitive areas and potential environment issues.

1.4.3.2.2 Detail Plans

Detail plans shall be submitted. Profiles should have a horizontal scale of not more than 1:500 and a vertical scale of not more than 1:50. Plans and profiles shall show:

- a) location of streets and sewers;
- b) line of ground surface, size, material and type of pipe, length between manholes, invert and surface elevation at each manhole and grade of sewer between each two adjacent manholes. All manholes shall be numbered on the plan and correspondingly numbered on the profile.

Where there is any question of the sewer being sufficiently deep to serve any residence, the elevation and location of the basement floor shall be plotted on the profile of the sewer which is to serve the house in question. The engineer shall state that all sewers are sufficiently deep to serve adjacent basements except where otherwise noted on the plans.

- c) locations of all special features such as inverted siphons, concrete encasement, elevated sewers, etc;
- d) all known existing structures both above and below ground which might interfere with the proposed construction, particularly water mains, gas mains, storm drains, etc.;
- e) special detail drawings, made to a scale to clearly show the nature of the design, shall be furnished to show the following particulars:
 - (i) all stream crossings and sewer outlets, with elevations of the stream bed and of normal and extreme high and low water levels;

- ii) cours d'eau – indiquer la direction du courant de tous les cours d'eau et le niveau des hautes et des basses eaux de tous les plans d'eau, aux points de rejet des égouts, et des bassins de débordement;

- iii) limites – indiquer les limites de la municipalité, du district sanitaire ou de la zone desservie par le réseau d'assainissement.

b) Le réseau d'assainissement

Le plan doit montrer l'emplacement, les dimensions et la direction de l'écoulement de tous les égouts sanitaires et unitaires existants et projetés qui se déversent dans les installations d'épuration visées par le projet.

c) Les zones sensibles et les éventuels problèmes environnementaux.

1.4.3.2.2 Plans détaillés

Des plans de détail doivent accompagner le plan d'ensemble. Les profils devraient être tracés à une échelle horizontale maximale de 1:500 et à une échelle verticale maximale de 1:50. Les plans et profils doivent illustrer les éléments suivants :

- a) l'emplacement des rues et des égouts;
- b) la ligne de surface du sol, les types de canalisations, leurs dimensions et les matériaux qui les composent, la distance entre les regards d'égout l'élévation du bas et de surface à chaque regard de visite et la pente de l'égout entre deux regards de visite adjacents; tous les regards de visite doivent être numérotés sur le plan et indiqués par le numéro correspondant sur le profil;

Là où la profondeur de l'égout semble insuffisante pour desservir une résidence, le profil de l'égout qui doit desservir la résidence en question doit indiquer l'emplacement et la hauteur du plancher de sous-sol; l'ingénieur doit certifier que toutes les canalisations d'égout sont suffisamment profondes pour desservir les sous-sols adjacents, sauf là où les plans l'indiquent;

- c) l'emplacement de toutes les particularités, par exemple les canalisations surbaissées, les revêtements de béton, les égouts surélevés, etc.;
- d) toute structure existante connue, qu'elle soit souterraine ou hors sol, qui risque d'entraver le projet de construction, en particulier les conduites de distribution d'eau ou de gaz, les collecteurs d'eaux pluviales, etc.;
- e) des dessins d'exécution à une échelle appropriée pour montrer précisément la conception des détails suivants :
 - (i) tous les passages de cours d'eau et les points de rejet; indiquer la hauteur du lit, le niveau d'eau normal et le niveau des hautes et des basses eaux exceptionnelles;

(ii) details of all special sewer joints and cross-sections; and (iii) details of all sewer appurtenances such as manholes, lamp holes, inspection chambers, inverted siphons, regulators, tide gates and elevated sewers. f) Details and plans of CSOs and treatment components according to the Regulatory Agency having jurisdiction.	(ii) détail et coupe transversale de tous les joints de buses spéciaux; (iii) détail de tous les ouvrages annexes tels que les regards de visite, les trous de lampe, les canalisations surbaissées, les régulateurs, les clapets à marée et les égouts surélevés; f) les plans et détails des déversoirs et des composants d'épuration exigés par l'organisme de réglementation compétent.
1.4.3.3 Plans of Sewage Pumping Stations	1.4.3.3 Plans des stations de pompage d'eaux d'égout
1.4.3.3.1 Location Plan A plan shall be submitted for projects involving construction or revision of pumping stations. This plan shall show the following: a) the location and extent of the tributary area; b) any municipal boundaries with the tributary area; and c) the location of the pumping station and force main and pertinent elevations. d) identify sensitive areas and potential environment issues.	1.4.3.3.1 Plan de situation Pour tout projet nécessitant la construction ou la révision de stations de pompage, on doit soumettre un plan qui montre les éléments suivants : a) l'emplacement et les dimensions de la zone tributaire; b) toute limite municipale bordant la zone tributaire; c) l'emplacement de la station de pompage et de la conduite de refoulement et les hauteurs pertinentes; d) les zones sensibles et les éventuels problèmes environnementaux.
1.4.3.3.2 Detail Plans Detail plans shall be submitted showing the following, where applicable: a) topography of the site; b) existing pumping station; c) proposed pumping station, including provisions for installation of future pumps; d) elevation of high water at the site and maximum elevation of sewage in the collection system upon occasion of power failure; e) maximum hydraulic gradient in downstream gravity sewers when all installed pumps are in operation; and f) test borings and groundwater elevations. g) Details and plans of CSOs and treatment components according to the Regulatory Agency having jurisdiction.	1.4.3.3.2 Plans détaillés Le plan de situation doit être accompagné de plans de détail montrant les éléments suivants, s'il y a lieu : a) la topographie du site; b) la station de pompage existante; c) la station de pompage proposée, y compris l'espace prévu pour y installer de nouvelles pompes par la suite; d) le niveau des hautes eaux du site et le niveau maximum des eaux usées dans le réseau collecteur en cas de panne de courant; e) le gradient hydraulique maximum dans le réseau d'évacuation par gravité en aval, lorsque toutes les pompes installées fonctionneront; f) les forages d'essai et le niveau des eaux souterraines; g) les plans et détails des déversoirs d'orage et des composants d'épuration exigés par l'organisme de réglementation compétent.
1.4.3.4 Plans of Sewage Treatment Plant	1.4.3.4 Plans de l'usine d'épuration des eaux usées
1.4.3.4.1 Location Plans A plan shall be submitted, showing the sewage treatment plant in relation to the remainder of the system. Sufficient topographic features shall be included to indicate its location with relation to streams and the	1.4.3.4.1 Plans de situation Un plan de situation doit être soumis pour montrer l'emplacement des installations d'épuration par rapport au reste du réseau. Les renseignements topographiques fournis doivent être suffisants pour illustrer son emplacement par rapport aux

point of discharge of treated effluent.

Identify sensitive areas and potential environment issues.

1.4.3.4.2 General Layout

Layouts of the proposed sewage treatment plant shall be submitted, showing:

- a) topography of the site;
- b) size and location of plant structures;
- c) schematic flow diagram showing the flow through various plant units;
- d) piping, including any arrangements for bypassing individual units. Materials handled and direction of flow through pipes shall be shown;
- e) hydraulic profiles showing the flow of sewage, supernatant, mixed liquor and sludge; and
- f) test borings and ground water elevations.

1.4.3.4.3 Detail Plans

The detailed plans must show the following :

- a) Location, dimensions and elevations of all existing and proposed plant facilities;
- b) elevations of high and low water level of the body of water to which the plant effluent is to be discharged;
- c) type, size, pertinent features and manufacturer's rated capacity of all pumps, blowers, motors and other mechanical devices;
- d) minimum, average and maximum hydraulic flow in profile; and
- e) adequate description of any features not otherwise covered by specifications or engineer's report.

1.4.4 Specifications

Complete technical specifications for the construction of sewers, sewage pumping stations, sewage treatment plants and all appurtenances, shall accompany the plans.

The specifications accompanying construction drawings shall include, but not be limited to, all construction information not shown on the drawings which is necessary to inform the builder in detail of the design requirements as to the quality of materials and workmanship and fabrication of the project and the type, size, strength, operating characteristics and rating of equipment; allowable infiltration; the complete

cours d'eau et le point de rejet de l'effluent traité.

Il doit montrer les zones sensibles et les éventuels problèmes environnementaux.

1.4.3.4.2 Plan d'ensemble

Un plan d'ensemble de l'usine d'épuration des eaux usées, montrant les éléments suivants, doit être présenté :

- a) la topographie du site;
- b) les dimensions et l'emplacement des infrastructures;
- c) un organigramme schématique illustrant le passage des eaux usées dans les diverses unités;
- d) les canalisations, y compris toute voie prévue pour contourner l'une ou l'autre des unités; le plan doit indiquer les matières traitées et la direction de l'écoulement dans les canalisations;
- e) des profils hydrauliques montrant l'écoulement des eaux usées, du surnageant, de la liqueur mixte et de la boue;
- f) les forages d'essai et le niveau des eaux souterraines.

1.4.3.4.3 Plans détaillés

Les plans détaillés doivent montrer les éléments suivants :

- a) l'emplacement, les dimensions et la hauteur de toutes les installations d'épuration existantes et proposées;
- b) le niveau des hautes et des basses eaux du plan d'eau récepteur;
- c) le type, les dimensions, les caractéristiques pertinentes et la capacité de chaque pompe, ventilateur, moteur et autre dispositif mécanique, telle que déterminée par le fabricant;
- d) le débit hydraulique minimum, moyen et maximum, indiqués sur le profil;
- e) une description adéquate de toute caractéristique non décrite ailleurs dans les devis ou le rapport de l'ingénieur.

1.4.4 Devis

Les plans doivent s'accompagner d'un devis descriptif complet pour la construction des égouts, des stations de pompage des eaux usées, des installations d'épuration et de tous les ouvrages annexes.

Le devis qui accompagne les dessins d'exécution doit inclure notamment les éléments suivants : tous les renseignements relatifs à la construction qui n'apparaissent pas sur les dessins, mais qui sont nécessaires pour informer précisément l'entrepreneur de toutes les exigences du concept quant à la qualité des matériaux, de la main-d'œuvre et de la fabrication et au type, aux dimensions, à la puissance, au mode de fonctionnement et à la capacité de l'équipement; l'infiltration

requirements for all mechanical and electrical equipment, including machinery, valves, piping and jointing of pipe; electrical apparatus, wiring and meters; laboratory fixtures and equipment; operating tools; construction materials; special filter materials such as stone, sand, gravel or slag; miscellaneous appurtenances, chemicals when used; instructions for testing materials and equipment as necessary to meet design standards; and operating tests for the completed works and component units. It is suggested that these performance tests be conducted at design load conditions wherever practical.

1.5 REVISIONS TO APPROVED PLANS

Any deviations from approved plans or specifications affecting capacity, flow or operation of units shall be approved in writing before such changes are made. Plans or specifications so revised should, therefore, be submitted well in advance of any construction work which will be affected by such changes, to permit sufficient time for review and approval. Structural revisions or other minor changes not affecting capacities, flows, or operation will be permitted during construction without approval. "As-built" plans clearly showing such alterations shall be submitted to the reviewing agency at the completion of the work.

1.6 CERTIFICATES OF APPROVAL

The Approval/Permit to Construct shall be issued prior to construction by the appropriate regulatory agency to the owner/operator only upon final approval of the Design report, plans, specifications and contract documents. The permit shall provide the owner/operator with the authority to proceed with the construction of that particular project. The Approval/Permit to Operate shall be issued to the owner/operator, prior to operation, by the appropriate regulatory agency only upon successful completion of construction, application for treatment plant classification and the naming of the treatment plant operator(s). The permit shall provide the owner/operator with the authority to proceed with the operation of that particular project. In the case of New Brunswick the Certificate of Approval to Operate is issued after a period of 6 months of continuous and successful operation.

1.7 OPERATION DURING CONSTRUCTION

Specifications shall contain a program for keeping existing treatment plant units in operation during construction of plant additions. Should it be necessary to take plant units out of operation, a shut-down procedure which will mitigate pollution effects on the receiving stream, shall be reviewed and approved in advance by the appropriate reviewing agency(s).

admissible; l'ensemble des exigences relatives à l'équipement mécanique et électrique, y compris la machinerie, les soupapes, les tuyaux et les joints; les appareils, fils et compteurs électriques; les accessoires fixes et l'équipement de laboratoire; les outils manuels; les matériaux de construction; les matières filtrantes spéciales, comme les pierres, le sable, le gravier et les scories; les ouvrages annexes divers; les substances chimiques, s'il y a lieu; les instructions d'essai des matériaux et de l'équipement aux termes des normes de conception; et les essais de fonctionnement des ouvrages et composants mis en place. Autant que possible, on recommande de réaliser ces essais de performance dans des conditions de charge théorique.

1.5 RÉVISION DES PLANS APPROUVÉS

Toute dérogation par rapport aux plans et devis approuvés qui risque de modifier la capacité, le débit ou le fonctionnement des unités doit faire l'objet d'une approbation écrite préalable. Compte tenu des délais à prévoir pour l'examen et l'approbation, toute modification apportée aux plans ou devis devrait être présentée bien avant le début des travaux de construction qu'elle touche. Les modifications structurales et autres changements mineurs qui n'ont aucun effet sur la capacité, le débit ou le fonctionnement du système sont permis durant la construction, sans approbation. Des plans « conformes à l'exécution », montrant clairement ces modifications, devront cependant être soumis à l'organisme de surveillance à la fin des travaux.

1.6 CERTIFICATS D'AGREMENT

L'approbation et le permis de construction sont délivrés au propriétaire ou à l'exploitant par l'organisme de réglementation approprié, avant le début de la construction, mais seulement sur approbation définitive du rapport de conception, des plans et devis et du dossier contractuel. Le permis donne au propriétaire ou à l'exploitant le pouvoir de commencer à construire le projet en question. L'approbation et le permis d'exploitation sont délivrés au propriétaire ou à l'exploitant par l'organisme de réglementation approprié, avant le démarrage de l'exploitation, mais seulement après l'achèvement des travaux de construction, le dépôt de la demande de classification de l'usine d'épuration et la nomination du ou des exploitants de l'usine d'épuration. Le permis donne au propriétaire ou à l'exploitant le pouvoir de commencer à exploiter le projet en question. Au Nouveau-Brunswick, les autorités délivrent le certificat d'agrément pour l'exploitation après six mois d'exploitation continue et réussie.

1.7 EXPLOITATION DURANT LA CONSTRUCTION

Si le projet concerne l'agrandissement d'installations d'épuration existantes, le devis doit comprendre un programme visant à poursuivre l'exploitation des unités en place durant les travaux. S'il s'avère nécessaire de cesser l'exploitation de certaines unités d'épuration, il faut au préalable soumettre une procédure de fermeture visant à atténuer les effets polluants sur les eaux ou les terres réceptrices à l'organisme ou aux organismes de surveillance appropriés, pour examen et approbation.

1.8 OPERATING REQUIREMENTS

1.8.1 General

Any newly constructed sewerage system or treatment plant shall be put into operation only if it meets appropriate of the following criteria:

- a) in the case of Nova Scotia and Prince Edward Island an "Approval to Construct" and an "Approval to Operate" has been issued by the regulatory agency;
- b) in the case of " Newfoundland and Labrador a "Permit to Construct" and a "Permit to Operate" has been issued by the regulatory agency to the owner/operator of the system or treatment plant.
- c) in the case of New Brunswick, application for a Certificate of Approval to Operate has been submitted by the owner/operator to the regulatory agency and has subsequently been reviewed and approved. The Certificate of Approval to Operate is issued after a period of 6 months of continuous and successful operation.

1.8.2 Operator Requirements

Refer to Appendix A.

1.9 MONITORING REQUIREMENTS

A monitoring program, including regular sampling and analysis of sewage treatment plant effluent and recording of flows, shall be undertaken by the systems operating authority/owner. In the case of Newfoundland and Labrador the Department of Environment and Conservation undertakes regulatory monitoring and will establish monitoring requirements in the Permit to Operate. The monitoring program should be carried out in compliance with sampling and analysis requirements set by the appropriate regulatory agency. In the case of Prince Edward Island the frequency of sampling and parameters to be tested are prescribed in legislation.

For monitoring and sampling requirements refer to the Regulatory Agency having jurisdiction.

Samples should be 24-hour composite samples, except for those collected from lagoons and those samples collected for bacteriological testing, which may be grab samples. Samples shall be analyzed for BOD₅ and suspended solids. Additional monitoring parameters shall be listed in the "Approval/Permit to Operate".

1.8 NORMES D'EXPLOITATION

1.8.1 Généralités

Nul ne peut commencer à exploiter un réseau d'assainissement ou une usine d'épuration des eaux usées nouvellement construite à moins que les installations ne respectent les critères suivants, selon le cas :

- a) en Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard, l'organisme de réglementation a délivré une approbation de construire et une approbation d'exploitation;
- b) à Terre-Neuve-et-Labrador, l'organisme de réglementation a délivré un permis de construction et un permis d'exploitation au propriétaire ou à l'exploitant du réseau ou des installations d'épuration;
- c) au Nouveau-Brunswick, le propriétaire ou l'exploitant a présenté une demande de Certificat d'agrément pour exploitation à l'organisme de réglementation, qui l'a ensuite examinée et approuvée. Le certificat est délivré après six mois d'exploitation continue et réussie.

1.8.2 Obligations de l'exploitant

Veuillez vous reporter à l'annexe A.

1.9 EXIGENCES EN MATIÈRE DE SURVEILLANCE

Le propriétaire ou le responsable de l'exploitation du réseau doit mettre en œuvre un programme de surveillance régulière qui comprend l'échantillonnage et l'analyse de l'effluent de l'usine d'épuration des eaux usées, ainsi que le relevé des débits. À Terre-Neuve-et-Labrador, le ministère de l'Environnement et de la Conservation, qui réglemente la surveillance, stipule les exigences en la matière dans le permis d'exploitation. Le programme de surveillance devrait être réalisé conformément aux exigences d'échantillonnage et d'analyse établies par l'organisme de réglementation approprié. À l'Île-du-Prince-Édouard, c'est la loi qui prescrit la fréquence d'échantillonnage et les paramètres d'analyse.

Pour connaître les exigences en matière de surveillance et d'échantillonnage, veuillez consulter l'organisme de réglementation compétent.

On devrait prélever des échantillons composites de 24 heures, à l'exception de ceux qu'on prélève dans des étangs d'épuration ou à des fins d'essais bactériologiques, lesquels peuvent être instantanés. Les échantillons doivent faire l'objet d'une analyse de la demande biochimique en oxygène (DBO) et des matières en suspension (MES). L'approbation et le permis d'exploitation indiqueront les autres paramètres à surveiller.

1.9.1 Owner/Operator Responsibility

The owner/operator of any wastewater treatment or collection facility shall be responsible for conducting all process control and compliance monitoring. The owner/operator shall ensure that all compliance monitoring is conducted in accordance with Section 1.9 and the stipulations of the facility's "Approval/Permit to Operate".

1.9.2 Regulatory Agencies' Responsibility

The regulatory agency shall be responsible for enforcing compliance requirements, as described in the "Approval/Permit to Operate" issued to any wastewater treatment or collection facility.

1.10 COMPLIANCE REQUIREMENTS

Compliance requirements will be established by regulatory agencies having jurisdiction.

1.11 REPORTING REQUIREMENTS

The operator/authority/owner shall ensure that all monitoring results are submitted to the appropriate regulatory agency in a timely manner or as a minimum as required in the "Approvals/Permit to Operate".

1.9.1 Responsabilité du propriétaire ou de l'exploitant

Le propriétaire ou l'exploitant d'un réseau d'assainissement est responsable de toutes les activités de surveillance des procédés et de la conformité. Le propriétaire ou l'exploitant doit veiller à ce que la surveillance de la conformité respecte les exigences stipulées à la section 1.9 et dans le certificat d'agrément et le permis d'exploitation.

1.9.2 Responsabilité des organismes de réglementation

L'organisme de réglementation est chargé de faire respecter les exigences de conformité telles que décrites dans les certificats d'agrément et les permis d'exploitation visant l'ensemble des infrastructures du réseau d'assainissement.

1.10 EXIGENCES EN MATIÈRE DE CONFORMITÉ

Les exigences en matière de conformité sont établies par les organismes de réglementation compétents.

1.11 EXIGENCES EN MATIÈRE DE RAPPORTS

L'exploitant, le responsable ou le propriétaire doit veiller à ce que tous les résultats de la surveillance soient soumis à l'organisme de réglementation approprié en temps opportun ou, au minimum, à la fréquence stipulée dans le certificat d'approbation et le permis d'exploitation.

CHAPTER 2 DESIGN OF SEWERS

2.1 TYPE OF SEWERAGE SYSTEM

In general and except for special reasons, the Minister will approve plans for new systems or extensions only when designed upon a separate sewer basis, in which rain water from roofs, streets and other areas and groundwater from foundation drains are excluded. Overflows from intercepting sewers should not be permitted at points where they will adversely affect a watercourse or the use of water there from. Otherwise provision shall be made for treating the overflow.

2.2 DESIGN CAPACITY CONSIDERATIONS

In general, sewer systems should be designed for the estimated ultimate tributary population, except in considering parts of the systems that can be readily increased in capacity. Similarly, consideration should be given to the maximum anticipated capacity of institutions, industrial parks, etc.

In determining the required capacities of sanitary sewers the following factors should be considered:

- a) maximum hourly domestic sewage flow;
- b) additional maximum sewage or waste from industrial plants;
- c) inflow and groundwater infiltration;
- d) topography of area;
- e) location of waste treatment plant;
- f) depth of excavation; and
- g) pumping requirements.

The basis of design for all sewer projects shall accompany the documents.

2.3 HYDRAULIC DESIGN

2.3.1 Sewage Flows

Sewage flows are made up of waste discharges from residential, commercial, institutional and industrial establishments, as well as extraneous non-waste flow contributions such as groundwater and surface runoff entering the sewage system.

2.3.2 Extraneous Sewage Flows

2.3.2.1 Inflow

When designing sanitary sewer systems, allowances must be made for the leakage of groundwater into the sewers and building sewer connections (infiltration)

CHAPITRE 2 CONCEPTION DES ÉGOUTS

2.1 TYPE DE RÉSEAU D'ÉGOUT

Règle générale et sauf pour des raisons spéciales, le Ministre n'approuve les plans des nouveaux réseaux ou des prolongements des réseaux existants que lorsque les ouvrages sont conçus en tant que réseaux distincts ne servant pas à l'évacuation des eaux pluviales des toits, des rues et d'autres zones ni de l'eau souterraine captée par les drains de fondation. Le débordement des intercepteurs ne devrait pas être autorisé aux endroits où les eaux évacuées risquent d'avoir un effet nuisible sur un cours d'eau ou de limiter l'utilisation de cette eau. Le cas échéant, des mesures doivent être prises pour traiter ce débordement.

2.2 CAPACITÉ NOMINALE

En général, les réseaux d'égout devraient être conçus en fonction de la population desservie totale estimative, sauf les parties du réseau dont la capacité peut être facilement augmentée. De même, il faudrait tenir compte de la capacité maximale prévue des établissements, des parcs industriels, etc.

Au moment de déterminer la capacité nécessaire des égouts sanitaires, il convient de tenir compte des facteurs suivants :

- a) débit horaire maximal d'eaux domestiques;
- b) apports supplémentaires maximaux d'eaux d'égout ou de rejets industriels;
- c) eaux de captage et infiltrations d'eaux souterraines;
- d) topographie de la zone;
- e) emplacement de l'usine d'épuration;
- f) profondeur d'excavation; et
- g) exigences de pompage.

La base de calcul de tous les projets de réseaux d'égout doit être soumise avec les documents.

2.3 CALCUL HYDRAULIQUE

2.3.1 Eaux d'égout

Les eaux d'égout sont composées de rejets de déchets provenant des habitations et des établissements commerciaux, institutionnels et industriels ainsi que d'eaux claires parasites, comme des eaux souterraines (infiltration) et des eaux de ruissellement qui pénètrent dans le réseau d'égout (captage).

2.3.2 Eaux parasites

2.3.2.1 Eaux de captage

Au moment de concevoir des réseaux d'égout sanitaires, il faut tenir compte des infiltrations d'eaux souterraines dans les égouts et les branchements d'égout ainsi que des autres

and for other extraneous water entering the sewers from such sources as leakage through manhole covers, foundation drains, roof down spouts, etc.

Due to the extremely high peak flows that can result from roof down spouts, they should not, in any circumstances, be connected directly or indirectly via foundation drains, to sanitary sewers. The connection of foundation drains to sanitary sewers is not recommended. Studies have shown that flows from this source can result in gross overloading of sewers, pumping stations and sewage treatment plants for extended periods of time. It is recommended that foundation drainage be directed either to the surface of the ground or into a storm sewer system, if one exists.

2.3.2.2 Infiltration

The amount of groundwater leakage directly into the sewer system (infiltration) will vary with the quality of construction, type of joints, ground conditions, level of groundwater in relation to pipe, etc. Although such infiltration can be reduced by proper design and construction, it cannot be completely eliminated and an allowance must be made in the design sewage flows to cover these flow contributors. Despite the fact that these allowances are generally referred to as infiltration allowances, they are intended to cover the peak extraneous flows from all sources likely to contribute non-waste flows to the sewer system. The infiltration allowances used for sewer design should not be confused with leakage limits used for acceptance testing following construction. The latter allowances are significantly lower and apply to a sewer system when the system is new and generally without the private property portions of the building sewers constructed

2.3.2.3 Extraneous Flow Allowances

In computing the total peak flow rates for design of sanitary sewers, the designer should include allowances as specified below to account for flow from extraneous sources.

a) General Inflow/Infiltration Allowance

A general inflow/infiltration allowance based on either area or length and diameter of pipe should be applied, irrespective of land use classification, to account for wet-weather inflow to manholes not located in street sags and for infiltration flow into pipes and manholes. In addition, a separate allowance for inflow to manholes located in street sags should be added as per the next section.

eaux parasites qui pénètrent dans les égouts par les tampons des regards de visite, les drains de fondation, les tuyaux de descente pluviale, etc.

Compte tenu des débits de pointe extrêmement élevés que peuvent produire les descentes pluviales, celles-ci ne devraient en aucun cas être reliées, directement ou indirectement, par les drains de fondation, aux égouts sanitaires. Le raccordement des drains de fondation aux égouts sanitaires n'est pas recommandé. Des études ont montré que les débits produits par cette source peuvent entraîner une surcharge prolongée des égouts, des stations de pompage et des usines d'épuration. Il est recommandé d'acheminer les eaux captées par les drains de fondation vers la surface ou vers un collecteur pluvial, le cas échéant.

2.3.2.2 Infiltration

La quantité d'eau souterraine qui s'infiltre directement dans le réseau d'égout varie selon la qualité de la construction, le type de joints, les conditions de sol, le niveau de la nappe souterraine par rapport aux canalisations, etc. Bien qu'une conception et une construction appropriées puissent réduire ces infiltrations, celles-ci ne peuvent être complètement éliminées, et il faut tenir compte de ces apports dans le calcul des débits nominaux d'eaux d'égout. Quoique ces marges de tolérance soient généralement considérées comme des marges de protection contre les infiltrations, elles tiennent compte, en fait, des débits de pointe des eaux parasites provenant de toutes les sources susceptibles de contribuer au débit d'eaux claires qui aboutissent dans le réseau d'égout. Les marges de protection utilisées dans le calcul des réseaux d'égout ne doivent pas être confondues avec les limites d'infiltration utilisées dans le cas des essais de réception menés après la construction. Ces limites sont beaucoup plus faibles et s'appliquent aux réseaux d'égout nouvellement construits et excluent les branchements qui se trouvent sur des propriétés privées.

2.3.2.3 Marges de protection contre les débits d'eaux parasites

Lorsqu'il calcule les débits de pointe totaux aux fins de la conception d'égouts sanitaires, le concepteur devrait prévoir les marges suivantes pour tenir compte des débits produits par des sources parasites.

a) Marge générale pour les eaux de captage et les infiltrations

Une marge générale pour les eaux de captage et les infiltrations, fondée soit sur la superficie ou la longueur et le diamètre de la canalisation devrait être appliquée, sans égard à l'utilisation des sols, pour tenir compte des eaux pluviales captées par les regards de visite qui ne sont pas situés aux points bas de la chaussée, ainsi que des infiltrations dans les canalisations et les regards de visite. Il faudrait par ailleurs appliquer une marge distincte pour les infiltrations dans les regards de visite situés aux points bas de la chaussée, comme il sera précisé ci-après.

- The area allowance ranges from 0.14 to 0.28 l/sec per gross hectare.
- The length and diameter of pipe allowance ranges from 0.24 to 0.48 m³/cm of pipe diameter/km length of pipe/day.

b) Manholes in Sag Locations

When sanitary sewer manholes are located within roadway sags or other low areas, and are thus subject to inundation during major rainfall events, the sanitary design peak flow rate should be increased by 0.4 l/sec for each such manhole, which is applicable for manholes which have been waterproofed. For new construction, all sanitary manholes in sag locations are to be waterproofed.

For planning purposes and downstream system design, where specific requirements for an area are unknown, the designer should make a conservative estimate of the number of such manholes which may be installed in the contributing area based on the nature of the anticipated development, and include an appropriate allowance in the design.

2.3.3 Domestic Sewage Flows

Unless actual flow measurement has been conducted, the following criteria should be used in determining peak sewage flows from residential areas, including single and multiple housing, mobile home parks, etc.:

- design population derived from drainage area and expected maximum population over the design period;
- average daily domestic flow (exclusive of extraneous flows) of 340 l/cap-d;
- peak extraneous flow (including peak infiltration and peak inflow); and
- peak domestic sewage flows to be calculated by the following equation:

$$Q(d) = \frac{PqM}{86.4} + (IA \text{ or/ou } i \sum \frac{DL}{86.4}) + SN$$

where:

Q(d) = peak domestic sewage flow (including extraneous flow) in l/sec.

P = design population, in thousands

q = average daily per capita domestic flow in l/cap-d. (exclusive of extraneous flows)

- La marge calculée en fonction de la superficie est de 0,14 à 0,28 l/s par hectare brut.
- La marge calculée en fonction de la longueur et du diamètre de la canalisation est de 0,24 à 0,48 m³ par centimètre de diamètre de canalisation et par kilomètre de canalisation par jour.

b) Regards de visite situés aux points bas

Lorsque les regards de visite des égouts sanitaires sont situés aux points bas de la chaussée, ou en d'autres zones basses, et qu'ils sont donc susceptibles d'être inondés pendant de fortes précipitations, le débit de pointe de design de l'égout sanitaire devrait être majoré de 0,4 l/s pour chacun de ces regards, cette marge s'appliquant aux regards qui ont été imperméabilisés. Dans le cas des nouvelles constructions, tous les regards de visite des réseaux d'égout sanitaires, qui sont situés en zones basses, doivent être imperméabilisés.

Aux fins de la planification et de la conception des réseaux en aval, lorsque les exigences applicables à la zone desservie sont inconnues, le concepteur devrait procéder à une estimation prudente du nombre de regards de visite qui pourraient être aménagés dans la zone en jeu en se fondant sur la nature des travaux d'aménagement prévus, et prévoir une marge suffisante dans les calculs.

2.3.3 Débits d'eaux domestiques

À moins que le débit réel n'ait été mesuré, les critères suivants devraient être utilisés pour la détermination des débits de pointe d'eaux usées des zones résidentielles, y compris les maisons unifamiliales, les habitations à logements multiples, les parcs de maisons mobiles, etc. :

- population de calcul établie à partir des données relatives à la zone de drainage et à la population maximale prévue pendant la période de calcul;
- débit domestique quotidien moyen (excluant les débits parasites) de 340 l/hab.j;
- débit parasite de pointe (incluant le débit d'infiltration de pointe et le débit de captage de pointe); et
- débits d'eaux domestiques de pointe, calculés à l'aide de l'équation suivante :

où :

Q(d) = débit d'eaux domestiques de pointe (incluant les débits parasites), en l/s

P = population de calcul, en milliers

q = débit d'eaux domestiques quotidien moyen par habitant, en l/hab.j (excluant les débits parasites)

M = peaking factor (as derived from

M = coefficient de pointe calculé à l'aide de :

Harman Formula or **La formule de Harman** ou

$$M = 1 + \frac{14}{4 + P^{0.5}}$$

Babbitt Formula or **La formule de Babbitt** ou

$$M = \frac{5}{P^{0.2}}$$

as determined from flow studies for similar developments in the same municipality). The minimum permissible peaking factor shall be 2.0.

à partir d'études menées pour des lotissements semblables dans la même municipalité). Le coefficient de pointe minimal admissible est de 2,0.

I = unit of peak extraneous flow, in l/sec per hectare.

I = unité de débit parasite, en l/s par hectare.

A = tributary area in gross hectares.

A = superficie tributaire, en hectares bruts.

i = unit of peak extraneous flow, in m³/cm of pipe diameter/km length of pipe/day.

i = unité de débit parasite de pointe, en m³ par centimètre de diamètre de canalisation et par kilomètre de longueur de canalisation par jour.

D = diameter of pipe in cm.

D = diamètre de la canalisation, en cm.

L = length of pipe in km.

L = longueur de la canalisation, en km.

S = unit of manhole inflow allowance for each manhole in sag location, in l/sec.

S = unité de captage par les regards de visite pour chaque regard situé en un point bas, en l/s.

N = number of manholes in sag locations.

N = nombre de regards de visite situés en des points bas.

2.3.4 Commercial and Institutional Sewage Flows

2.3.4 Débits d'eaux usées des établissements commerciaux et institutionnels

2.3.4.1 Flow Variation

The sewage flow from commercial and institutional establishments vary greatly with the type of water-using facilities present in the development, the population using the facilities, the presence of water metering, the extent of extraneous flows entering the sewers, etc.

2.3.4.1 Variations de débit

Le débit d'eaux usées provenant des établissements commerciaux et institutionnels peut varier considérablement selon le type d'appareils consommant de l'eau utilisés dans le lotissement, de la population qui utilise ces appareils, de la présence de compteurs d'eau, de l'importance du débit des eaux parasites qui pénètrent dans les égouts, etc.

2.3.4.2 Flow Equivalent

In general, the method of estimating sewage flows for large commercial areas is to estimate a population equivalent for the area covered by the development and then calculate the sewage flows on the same basis in the previous section. A population equivalent of 85 persons per hectare is often used. It is also necessary to calculate an appropriate peaking factor and select a representative unit of peak extraneous flow.

2.3.4.2 Débit équivalent

Règle générale, la méthode employée pour estimer les débits d'eaux usées pour de vastes zones commerciales consiste à estimer un équivalent-population pour la superficie occupée par le lotissement et à calculer ensuite les débits d'eaux usées suivant la méthode décrite à la section précédente. On utilise souvent un équivalent-population de 85 personnes par hectare. Il faut également appliquer un coefficient de pointe approprié et choisir une unité représentative de débit parasite de pointe.

2.3.4.3 Individual Flow Rate

For individual commercial and institutional users the following sewage flow rates in Table 2.1 are commonly used for design.

2.3.4.3 Débits individuels

Pour déterminer les débits d'eaux usées individuels des utilisateurs commerciaux et institutionnels, on utilise le plus souvent les débits indiqués au tableau 2.1 pour les besoins de la conception.

TABLE 2.1		SEWAGE FLOWS (AVERAGE DAILY)
Type of Establishment		(l/day)
Residence	Private Dwelling	340 per person
	Apartment Building	340 per person
Transient Dwelling Units	Hotels	340 per bedroom
	Lodging Houses and Tourists homes	270 per bedroom
	Motels and Tourist Cabins	300 per bedroom(add for restaurant)
Industrial and Commercial Buildings	(does not include process water or cafeteria)	45 per employee
	(with showers)	90 per employee
Camps	Campsite	500 per campsite
	Trailer Camps (Private Bath)	340 per person
	Trailer Camp (Central Bath, etc)	230 per person
	Trailer Camp (Central Bath, Laundry)	300 per person
	Luxury Camps (Private Bath)	340 per person
	Children's Camps (Central Bath, etc)	230 per person
	Labour Camps	225 per person
	Day Camps - No meals	70 per person
Restaurants (including washrooms)	Average Type(2 x Fire Commissioners capacity)	225 per seat + 100 per employee
	Bar/Cocktail Lounge (2 x Fire Commissioners capacity)	25 per patron
	Short order or Drive-In Service	25 per patron
	24 hour	225 per seat
	Non 24 hour	160 per seat
Clubhouses	Residential Type	340 per person
	Non-Residential Type (Serving Meals)	160 per person
	Golf Club	40 per member
	Golf Club (with bar and restaurant add)	115 per seat
Institutions	Hospitals	950 per bed
	Other Institutions	450 per resident
Schools	Basic	50 per person
	With cafeteria	70 per person
	With Cafeteria and Showers	90 per person
	With Cafeteria, Showers and Laboratories	115 per person
	Boarding	340 per person
Theatres	Theatre (Indoor)	25 per seat
	Theatre (Drive-In With Food Stand)	25 per car
Automobile Service Stations	No Car Washing	20 per car served
	Car Washing	340 per car washed

TABLE 2.1		SEWAGE FLOWS (AVERAGE DAILY) continued
Type of Establishment		(l/day)
Miscellaneous	Stores, Shopping Centres & Office Buildings	6 per m ²
	Factories (8-hour shift)	115 per person
	Self-service Laundries	1800 per machine
	Bowling Alleys	900 per alley
	Swimming Pools and Beaches	70 per person
	Picnic Parks (With Flush Toilets)	50 per person
	Fairgrounds (based upon average attendance)	25 per person
	Assembly Halls	35 per seat
	Airports (Based on passenger use)	15 per passenger
	Churches	25 per seat
	- With Kitchen	35 per seat
	Beauty Parlours	200 per seat
	Barber Shops	75 per seat
	Hockey Rinks	15 per seat
	Day Care Centre	115 per child
	Liquor Licence Establishments	115 per seat
	Mobile Home Parks	1350 per space
	Nursing and Rest Homes	450 per resident
	Senior Citizen Home	600 per apartment
	Recreational Vehicle Park	180 per space

TABLEAU 2.1		DÉBITS D'EAUX USÉES (MOYENNE QUOTIDIENNE)
Type d'établissement		(l/jour)
Habitations	Maisons individuelles	340 par personne
	Immeubles à logements multiples	340 par personne
Logements provisoires	Hôtels	340 par chambre
	Maisons de chambres et petits hôtels	270 par chambre
	Motels et petits pavillons pour touristes	300 par chambre
		(excluant le restaurant)
Établissements commerciaux et industriels	(excluant les égouts industriels et la cafétéria) (avec douches)	45 par employé 90 par employé
Campements	Aires de camping	500 par emplacement
	Parcs pour caravanes (salle de bains privée)	340 par personne
	Parcs pour caravanes (salle de bains centrale, etc.)	230 par personne
	Parcs pour caravanes (salle de bains centrale, buanderie)	300 par personne
	Campements de luxe (salle de bains privée)	340 par personne
	Colonies de vacances (salle de bains centrale, etc.)	230 par personne
	Camps de travail	225 par personne
	Camps de jour – Sans repas	70 par personne
Restaurants (incluant les toilettes)	De type moyen (2 x débit imposé par le commissaire des incendies)	225 par place + 100 par employé
	Bar/bar-salon (2 x débit imposé par le commissaire des incendies)	25 par client
	Casse-croûte ou service au volant	25 par client
	Ouverts 24 heures	225 par place
	Non ouverts 24 heures	160 par place
Pavillons	De type résidentiel	340 par personne
	De type non résidentiel (avec repas)	160 par personne
	Chalets de golf	40 par membre
	Chalets de golf (avec bar et restaurant)	115 par place
Établissements institutionnels	Hôpitaux	950 par lit
	Autres	450 par résident
Écoles	Établissements de base	50 par personne
	Avec cafétéria	70 par personne
	Avec cafétéria et douches	90 par personne
	Avec cafétéria, douches et laboratoires	115 par personne
	Pensionnats	340 par personne
Salles de spectacle	Salles de spectacle (intérieures)	25 par place
	Cinémas (ciné-parcs avec stand de nourriture)	25 par véhicule
Stations-service	Sans lave-auto	20 par véhicule desservi
	Lave-auto	340 par véhicule lavé

TABLEAU 2.1		DÉBITS D'EAUX USÉES (MOYENNE QUOTIDIENNE) suite
Type d'établissement		(l/jour)
Divers	Magasins, centres commerciaux et immeubles de bureaux	6 par m ²
	Usines (quart de 8 heures)	115 par personne
	Laveries automatiques	1800 par machine
	Salles de quilles	900 par piste
	Piscines et plages	70 par personne
	Aires de pique-nique (avec toilettes à chasse d'eau)	50 par personne
	Champs de foire (fondé sur le nombre moyen de personnes)	25 par personne
	Salles de réunion	35 par place
	Aéroports (fondé sur le nombre de passagers)	15 par passager
	Églises	25 par place
	- Avec cuisine	35 par place
	Salons de beauté	200 par place
	Salons de coiffure	75 par place
	Patinoires de hockey	15 par place
	Garderies	115 par enfant
	Débits de boissons	115 par place
	Parcs de maisons mobiles	1350 par emplacement
	Maisons de soins infirmiers et maisons de repos	450 par résident
	Maisons de retraite	600 par logement
	Terrains de caravaning	180 par emplacement

2.3.4.4 Peak Factor

When using the above unit demands, maximum day and peak rate factors must be developed. For establishments in operation for only a portion of the day, such as schools, shopping plazas, etc., the water usage should also be factored accordingly. For instance, with schools operating for 8 hours per day, the water usage rate will be at an average rate of say 70 l/student-day x 24/8 or 210 l/student day over the 8-hour period of operation. The water usage will drop to residual usage rates during the remainder of the day. Schools generally do not exhibit large maximum day to average day ratios and a factor 1.5 will generally cover this variation. For estimation of peak demand rates, an assessment of the water using fixtures is generally necessary and a fixture-unit approach is often used.

The peak water usage rates in campgrounds will vary with the type of facilities provided (showers, flush toilets, clothes washers, etc.) and the ratio of these facilities to the number of campsites. A peak rate factor of 4 will generally be adequate, however, and this factor should be applied to the average expected water usage at full occupancy of the campsites.

2.3.5 Industrial Sewage Flows

2.3.5.1 Flow Variation

Peak sewage flow rates from industrial areas vary greatly depending on such factors as the extent of the area, the types of industries present, the provision of in-plant treatment or regulation of flows, and the presence of cooling waters in the sanitary sewer system.

2.3.5.2 Flow Rate

The calculation of design sewer flow rates for industrial areas is difficult. Careful control over the type of industry permitted in new areas is perhaps the most acceptable way to approach the problem. In this way, a reasonable allowance can be made for peak industrial sewage flow for an area and then the industries permitted to locate in the area can be carefully monitored to ensure that all the overall allowances are not exceeded. Industries with the potential to discharge sewage at higher than the accepted rate could either be barred from the area, or be required to provide flow equalization and/or off-peak discharge facilities, or be restricted by a sewer-use by-law.

2.3.4.4 Coefficient de pointe

Lorsqu'on utilise les débits unitaires ci-dessus, il faut déterminer les coefficients de pointe pour les débits quotidiens maximaux et les débits de pointe. Dans le cas des établissements qui ne sont occupés que pendant une partie de la journée, comme les écoles et les centres commerciaux, il faudrait aussi pondérer la consommation d'eau en conséquence. Ainsi, pour les écoles qui sont occupées pendant 8 heures par jour, on pourra utiliser une consommation d'eau moyenne de 70 l/étudiant-jour x 24/8 ou 210 l/étudiant-jour pour la période d'occupation de 8 heures. La consommation d'eau sera ramenée au taux résiduel pour le reste de la journée. Les écoles n'affichent généralement pas un rapport consommation maximale consommation moyenne élevé, et un coefficient de 1,5 devrait normalement couvrir cette variation. Pour estimer les débits de pointe, il est généralement nécessaire d'évaluer les appareils qui consomment de l'eau, et on utilise souvent à cette fin une démarche fondée sur le débit unitaire de chaque appareil.

La consommation d'eau de pointe sur les terrains de camping variera selon le type d'appareils fournis (douches, toilettes à chasse d'eau, lessiveuses, etc.) et le rapport entre le nombre d'appareils et le nombre d'emplacements. Un coefficient de pointe de 4 sera généralement suffisant toutefois, et ce coefficient devrait être appliqué à la consommation moyenne prévue dans des conditions d'occupation maximale.

2.3.5 Débits d'eaux usées des établissements industriels

2.3.5.1 Variations de débit

Les débits d'eaux usées de pointe des zones industrielles varient considérablement selon l'étendue de la zone, la nature des industries présentes, la présence ou l'absence de mesures d'épuration sur place ou de régulation des débits et la présence d'eau de refroidissement dans le réseau d'égout sanitaire.

2.3.5.2 Débits

Il est difficile de déterminer les débits d'eaux usées de conception pour les zones industrielles. Le contrôle strict des types d'industries autorisés dans les nouveaux lotissements est peut-être la façon la plus acceptable d'aborder le problème. Il est ainsi possible de prévoir une marge raisonnable pour les débits de pointe d'effluents industriels dans une zone donnée et de surveiller ensuite les industries autorisées à s'établir dans cette zone afin de s'assurer que les marges globales ne sont pas dépassées. Les industries susceptibles de rejeter un volume d'eaux usées supérieur au volume jugé acceptable peuvent être bannies de la zone ou tenues de se doter d'installations d'égalisation de débit ou d'utiliser les installations d'évacuation en dehors des heures de pointe ou encore, être assujetties à un règlement sur l'utilisation du réseau d'égout.

2.3.5.3 *Flow Allowances*

Some typical sewage flow allowances for industrial areas are 35 m³/hectare-day for light industry and 55 m³/hectare-day for heavy industry.

2.3.6 *Combined Sewer Interceptors*

In addition to the above requirements, interceptors for combined sewers shall have capacity to receive sufficient quantity of combined wastewater for transport to treatment works to insure attainment of the appropriate provincial and federal water quality standards.

2.3.6.1 *Combined Sewer Overflows¹*

Combined sewer systems (CSSs) are wastewater collection systems that transport both sanitary sewage and stormwater in a single pipe to a treatment facility. During periods of heavy rainfall or wet weather the capacity of the CSS and/or treatment facility may be exceeded resulting in direct discharges of untreated wastewater to receiving environments. These overflows are referred to as combined sewer overflows (CSOs). Requirements for CSO treatment shall be as specified by the regulatory agency having jurisdiction.

The design requirements for sanitary sewers outlined in this manual specify that all new sewer systems be designed as separate sewers. There will, however, still remain many existing combined sewer systems. This will result in the continued existence of CSOs. This being the case, all receiving water quality studies and waste load allocation models must take into account the effect of CSOs. It is the objective of the regulatory agencies to reduce, where possible and practical, the frequency and duration of CSOs so as to minimize their associated impacts on nearby receiving water.

Maximization of storage is a measure used to reduce the magnitude, frequency and impact of CSOs without significant construction or expense. In order to maximize in-line storage in the collection system, control measures downstream of the excess capacity typically are used. These include the following:

- Collection system inspection and removal of obstructions
- Tide and control gate maintenance, repair, and replacement
- Regular installation and adjustment
- Reduction/retardation of inflows and infiltration

2.3.5.3 *Marges de débit*

Les marges de débit types d'effluents pour les zones industrielles sont de 35 m³/hectare-jour, dans le cas de l'industrie légère, et de 55 m³/hectare-jour, dans celui de l'industrie lourde.

2.3.6 *Intercepteurs pour égouts unitaires*

Outre les exigences qui précèdent, les intercepteurs pour égouts unitaires doivent pouvoir acheminer une quantité suffisante d'eaux usées mixtes vers les installations d'épuration pour assurer la conformité aux normes provinciales et fédérales applicables sur la qualité de l'eau.

2.3.6.1 *Débordement des égouts unitaires¹*

Les réseaux d'égout unitaires sont des réseaux collecteurs qui acheminent, dans une même canalisation, les eaux usées et les eaux pluviales vers une installation d'épuration. Pendant les périodes de fortes précipitations ou par temps pluvieux, la capacité des égouts unitaires ou de l'installation d'épuration peut être dépassée, et des eaux usées non traitées peuvent alors être rejetées directement dans les milieux récepteurs. Ces débordements sont appelés « débordements d'égout unitaire ». Les exigences relatives au traitement de ces débordements doivent être définies par l'organisme de réglementation compétent.

Dans les exigences de conception des égouts sanitaires présentées ici, on précise que tous les nouveaux réseaux d'égout doivent être conçus en tant que réseaux distincts. Cependant, de nombreux égouts unitaires sont encore en usage, et le risque de débordement demeure présent. Dans ces circonstances, toutes les études sur la qualité de l'eau des plans récepteurs et tous les modèles de répartition des charges organiques doivent tenir compte de l'effet des débordements des égouts unitaires. Les organismes de réglementation ont pour objectif de réduire, dans toute la mesure du possible, la fréquence et la durée de ces débordements afin d'en limiter l'incidence sur les plans d'eau récepteurs avoisinants.

La maximisation du stockage est une mesure qui permet de réduire l'ampleur, la fréquence et l'incidence des débordements d'égout unitaire et qui n'entraîne ni gros travaux de construction ni dépenses importantes. Pour maximiser le stockage en canalisation dans le réseau collecteur, on a généralement recours à certaines mesures de contrôle en aval du tronçon qui présente un dépassement de capacité :

- Inspection du réseau collecteur et élimination des obstructions
- Entretien, réparation et remplacement des clapets à marée et des vannes de garde d'eau
- Installation et ajustement périodique
- Réduction et ralentissement des eaux de captage et des infiltrations

- Upgrade and adjustment of pumps
- Raising existing weirs and installation of new weirs
- System of real-time monitoring/network

The figure below classifies some of the various types of regulating structures for outlet control.

- Modernisation et ajustement des pompes
- Surélévation des déversoirs existants et installation de nouveaux déversoirs
- Surveillance en temps réel.

À la figure ci-après, on présente une classification des divers types d'ouvrages de régulation utilisés pour contrôler les débordements.

FIGURE 2.1
VARIOUS TYPES OF OUTFLOW CONTROL DEVICES

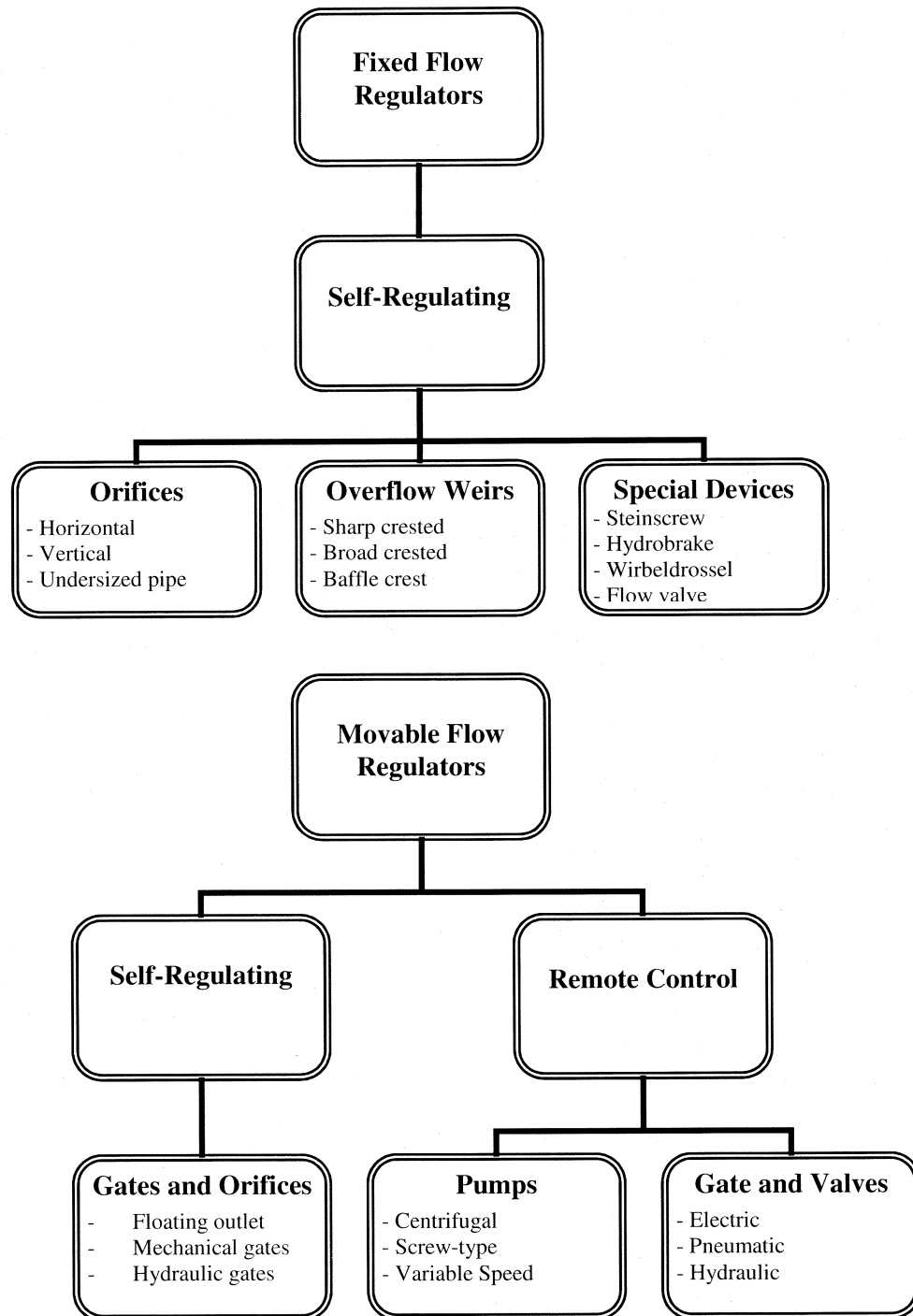
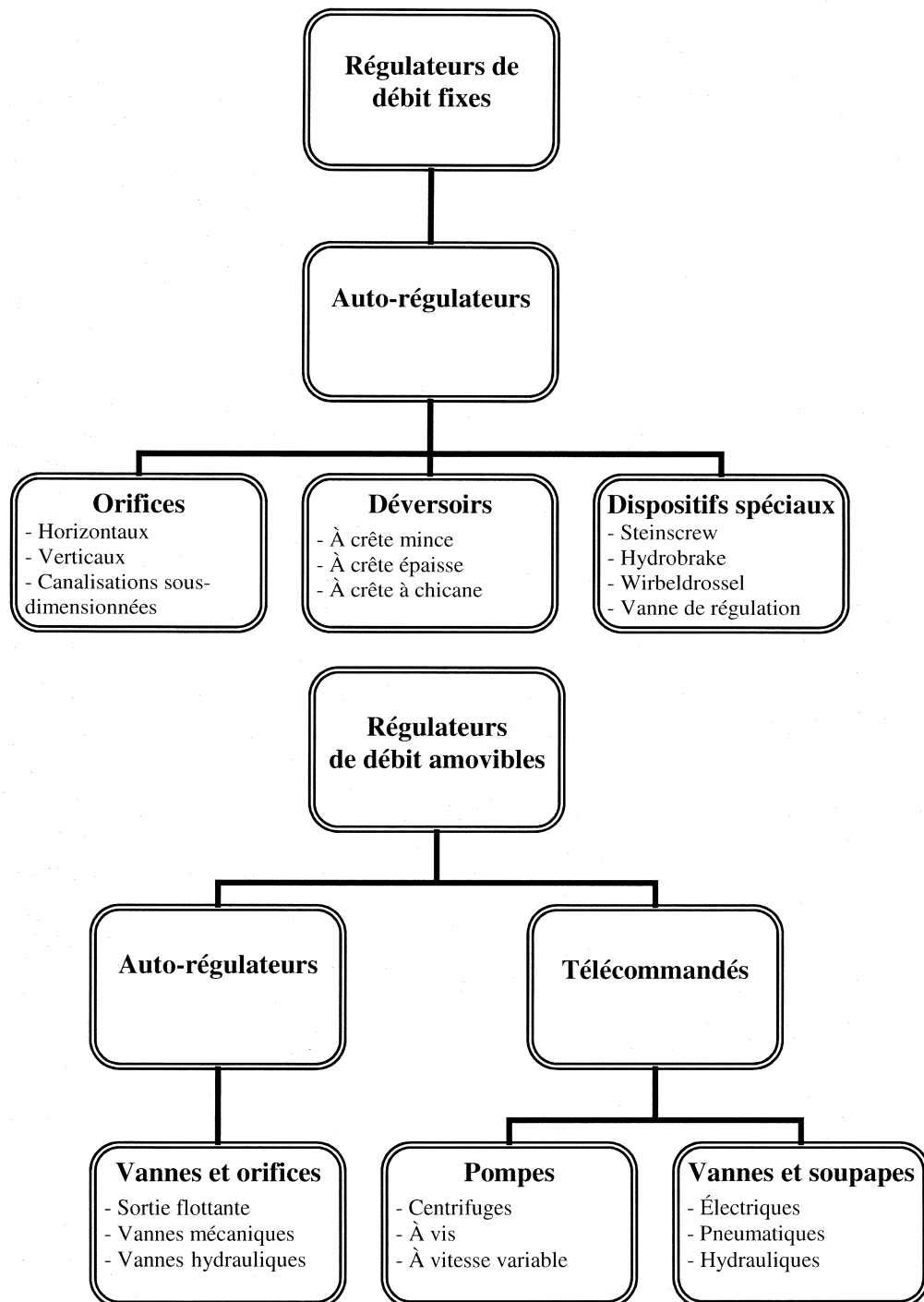


FIGURE 2.1
DIVERS TYPES DE DISPOSITIFS ANTIDÉBORDEMENT



2.3.6.1.1 CSO Control Methods²

I. Source Controls (Best Management Practices)

1. Porous pavements
2. Flow detention
3. Rooftop storage
4. Area drain and roof leader disconnection
5. Utilization of pervious areas for recharge
6. Air pollution reduction
7. Solid waste management
8. Street sweeping
9. Fertilizer and pesticide control
10. Snow removal and de-icing control
11. Soil erosion control
12. Commercial/Industrial runoff control
13. Animal waste removal
14. Sewer line flushing
15. Catch basin cleaning
16. Identifying and/or eliminating sewer system cross connections
17. Public Education programs

II. Collection System Controls

1. Existing system management and in-system modifications
2. Complete or partial sewer separation
3. Infiltration/inflow control
4. Polymer injection
5. Regulating devices and backwater gates
6. Remote monitoring and real-time control
7. Flow diversion

III. Storage

1. In-system storage
 - a. Inflatable dams
 - b. Manual and automatic valves and gates
2. Surface storage
3. Off-line storage
 - a. Storage tanks
 - b. Lagoons
 - c. Deep tunnels

2.3.6.1.1 Méthodes de contrôle des débordements d'égout unitaire²

I. Mécanismes de contrôle à la source (pratiques de gestion optimales)

1. Revêtements poreux
2. Rétention des écoulements
3. Stockage sur les toits
4. Débranchement des drains de surface et de toitures
5. Utilisation de recharges
6. Réduction de la pollution atmosphérique
7. Gestion des déchets solides
8. Balayage des rues
9. Contrôle des engrais et des pesticides
10. Déneigement et contrôle du déglacage
11. Lutte contre l'érosion du sol
12. Contrôle des eaux de ruissellement provenant des établissements commerciaux et industriels
13. Enlèvement des déchets animaux
14. Rinçage des canalisations d'égout
15. Nettoyage des bouches d'égout
16. Localisation et élimination des jonctions fautives dans les égouts
17. Programmes de sensibilisation du public

II. Mécanismes de contrôle du réseau collecteur

1. Gestion du réseau existant et modifications en réseau
2. Séparation complète ou partielle de l'égout
3. Contrôle des infiltrations et des eaux de captage
4. Injection de polymère
5. Dispositifs de régulation et vannes de retenue
6. Télésurveillance et contrôle en temps réel
7. Déviation de l'écoulement

III. Stockage

1. Stockage en réseau
 - a. Barrages gonflables
 - b. Soupapes et vannes manuelles et automatiques
2. Stockage en surface
3. Stockage hors réseau
 - a. Réservoirs de stockage
 - b. Lagunes
 - c. Tunnels en profondeur

- d. Abandoned pipelines
- e. In-receiving water flow balance method
- f. Street storage

IV. Physical Treatment

- 1. Sedimentation
- 2. Dissolved air flotation
- 3. Screens
 - a. Bar screens and coarse screens
 - b. Fine screens and microstrainers
- 4. Filtration
- 5. Flow concentrators

V. Biological Treatment

- 1. Activated sludge
- 2. Trickling filtration
- 3. Rotating biological contractors
- 4. Treatment lagoons
 - a. Oxidation ponds
 - b. Aerated lagoons
 - c. Facultative lagoons
- 5. Land treatment

VI. Physical-Chemical Treatment

- 1. Chemical clarification
- 2. Filtration
- 3. Carbon absorption
- 4. High gradient magnetic separation

VII. Chemical Treatment (disinfection)

- 1. Chemical
- 2. Radiation

- d. Canalisations hors d'usage
- e. Méthode d'équilibrage de l'écoulement dans le milieu récepteur
- f. Stockage sur la rue

IV. Traitement physique

- 1. Décantation
- 2. Flottation à l'air dissous
- 3. Tamisage
 - a. Pièges à débris et toiles métalliques grossières
 - b. Grilles fines et microtamis
- 4. Filtration
- 5. Concentrateurs de flux

V. Traitement biologique

- 1. Boues activées
- 2. Lits bactériens
- 3. Contacteurs biologiques rotatifs
- 4. Bassins de traitement
 - a. Étangs de stabilisation
 - b. Étangs aérés
 - c. Lagunes facultatives
- 5. Traitement par épandage

VI. Traitement physico-chimique

- 1. Clarification chimique
- 2. Filtration
- 3. Absorption sur charbon actif
- 4. Séparation magnétique à haut gradient

VII. Traitement chimique (désinfection)

- 1. Chimique
- 2. Par rayonnement

2.3.6.1.2 Treatment for Combined Sewer Overflows²

Treatment methods for CSOs can be classified as physical, biological, physical-chemical and chemical.

a) Physical

Physical treatments alternatives include sedimentation, dissolved air flotation, screening and filtration. Physical treatment operations are usually flexible enough to be readily automated and can operate over a wide range of flows. Also, they can stand idle for long period of times without affecting treatment efficiencies.

2.3.6.1.2 Traitement des débordements d'égout unitaire²

Les méthodes de traitement des débordements d'égout unitaire peuvent être physiques, biologiques, physico-chimiques ou chimiques.

a) Traitements physiques

Les traitements physiques comprennent la décantation, la flottation à l'air dissous, le tamisage et la filtration. Les opérations de traitement physique sont ordinairement suffisamment souples pour être automatisées et peuvent être appliquées à une vaste gamme d'écoulements. Les dispositifs peuvent également demeurer inutilisés pendant de longues périodes sans que cela ne compromette l'efficacité du traitement.

Solids separation devices such as swirl concentrators and vortex separators have been used in Europe and, to a lesser extent, in the North America. These devices are small, compact solid separation units with no moving parts. Operation of vortex separators is based on the movement of particles within the unit. Water velocity moves the particles in a swirling action around the separator, additional flow currents move the particles down, and a sweeping actions moves heavier particles across the sloping floor toward the central drain. During wet weather, the outflow from the unit is throttled, causing the unit to fill and to self-induce a swirling vortex-like flow regime. In the device secondary flow currents rapidly separate settleable grit and floatation matter. Concentrated foul matter is intercepted for treatment, while the cleaner, treated flow discharges to receiving waters. The device is intended to operate under extremely high flow regimes.

A device more recently developed and termed the continuous deflection separator (CDS) differs from the more traditional vortex separator in that it utilizes a filtration mechanism for solids separation and does not rely on secondary flow currents induced by the vortex action.

b) Biological and Physical-Chemical Treatment

The use of biological and physical-chemical treatment processes for the treatment of combined wastewater has some serious limitations:

- The biomass used to assimilate the nutrients in the combined wastewater must be kept alive during dry weather, which can be difficult except at an existing treatment plant.
- Biological processes are subject to upset when subjected to erratic loading conditions.
- The land requirements for this type of plant can be excessive in an urban area.
- Operation and maintenance can be costly, and facilities require highly skilled operators.

It is feasible and frequent in practice, however, to treat a portion of the wet-weather flow at the treatment plant. In some treatment facilities the wet-weather flow receives full secondary treatment, whereas in others the flow is split, with some receiving primary treatment and disinfection only and the remainder receiving full secondary treatment.

c) Chemical Treatment (Disinfection)

Refer to Chapter 8 for disinfection requirements.

Certains dispositifs de séparation des solides, comme les concentrateurs à vortex et les séparateurs tourbillonnaires ont été utilisés en Europe et, dans une moindre mesure, en Amérique du Nord. Il s'agit de petits dispositifs de séparation des solides compacts qui ne comportent pas de pièces mobiles. Le fonctionnement des séparateurs à vortex repose sur le mouvement des particules à l'intérieur de l'appareil. La vitesse de l'eau imprime aux particules un mouvement tourbillonnaire autour du séparateur, des courants de flux supplémentaires font descendre les particules, et une action de balayage déplace les particules les plus lourdes en travers de la pente du sol, vers le drain central. Par temps pluvieux, l'écoulement est étranglé à la sortie de l'appareil et ce dernier se remplit, ce qui engendre un vortex. Dans l'appareil, les courants de flux secondaires séparent rapidement les particules sédimentables et les matières flottantes. Les eaux chargées de matières en suspension sont ensuite interceptées pour être traitées, tandis que les eaux traitées, plus propres, sont rejetées dans le plan d'eau récepteur. Le dispositif est conçu pour fonctionner à des régimes d'écoulement extrêmement élevés.

Un dispositif plus récent, appelé « séparateur à déviation continue » (continuous deflection separator — CDS) diffère du séparateur tourbillonnaire classique en ce qu'il utilise un mécanisme de filtration pour opérer la séparation des solides et ne repose pas sur les courants d'écoulement secondaires produits par l'effet tourbillonnaire.

b) Traitements biologiques et physico-chimiques

L'utilisation de procédés biologiques et physico-chimiques pour le traitement des eaux usées mixtes présente de sérieuses limitations :

- La biomasse utilisée pour assimiler les nutriments des eaux usées mixtes doit être maintenue vivante par temps sec, ce qui peut présenter des difficultés si non effectué dans une usine d'épuration existante.
- Les processus biologiques peuvent être perturbés en présence de conditions de charge irrégulières.
- La surface requise pour ce type d'installation peut être excessive dans une zone urbaine.
- Les coûts d'exploitation et d'entretien peuvent être élevés, et ces installations requièrent des opérateurs spécialisés.

On peut, et c'est là une pratique courante, traiter une partie de l'écoulement produit par temps pluvieux à l'usine d'épuration. Dans certaines installations d'épuration, l'écoulement produit par la pluie reçoit un traitement secondaire complet, tandis que dans d'autres installations, l'écoulement est divisé; une partie subit uniquement un traitement primaire et une désinfection, le reste recevant un traitement secondaire complet.

c) Traitements chimiques (désinfection)

Se reporter au chapitre 8 pour connaître les exigences de désinfection.

2.4 DETAILS OF DESIGN AND CONSTRUCTION

2.4.1 Sewer Capacity

Sewers shall be designed to handle the peak anticipated sewage flow when flowing full.

2.4.2 Pressure Pipes

Sanitary sewers may be designed as pressure pipes provided that the hydraulic gradient for maximum flow is below basement elevations.

2.4.3 Minimum Pipe Size

No public sewer shall be less than 200 mm in diameter. However, under limited circumstances, such as effluent from Septic Tank Effluent Pump Systems (STEP) and Septic Tank Effluent Gravity Systems (STEG), sewers of not less than 100 mm diameter may be allowed if the owner can demonstrate that the proposed sewer size is adequate and will not be detrimental to the operation and maintenance of the sewer system.

The hydraulic capacity of a gravity sewer should be based on consideration of factors such as projected in-service roughness coefficient, projected future connections during design life, slope, pipe material and actual in-service flows. In general, sewers larger than the minimum size required shall be chosen so that the minimum velocity at the average flow is not less than 0.6 m/s for self cleansing purposes, and the maximum velocity at the peak design flow is not greater than 3.0 m/s to minimize turbulence and erosion. Under exceptional circumstances, where velocities greater than 3.0 m/s are attained, provision shall be made to protect against displacement by erosion and impact.

For small diameter low pressure or vacuum sewer collection systems, the designer shall provide hydraulic calculations and/or supporting information to verify the proposal.

2.4.4 Depth

In general, sewers shall be deep enough to prevent freezing and to receive sewage from most basements. Insulation shall be provided for sewers that cannot be placed at a depth sufficient to prevent freezing.

2.4.5 Slope

Sewers shall be laid with a uniform slope between manholes with the exception of alternate wastewater collection systems.

2.4 DÉTAILS DE CONCEPTION ET DE CONSTRUCTION

2.4.1 Capacité des égouts

Les égouts doivent être conçus pour acheminer les débits d'eaux usées de pointe prévus sans restriction de débit.

2.4.2 Canalisations sous pression

Les égouts sanitaires peuvent être conçus comme un réseau de canalisations sous pression dans la mesure où le gradient hydraulique au débit maximal est sous le niveau des sous-sols.

2.4.3 Diamètre minimal des canalisations

Aucune canalisation d'un égout public ne doit avoir moins de 200mmø. Cependant, dans de rares circonstances, par exemple dans le cas des systèmes de pompage des effluents de fosse septique (Septic Tank Effluent Pump Systems — STEP) et des systèmes d'évacuation par gravité des effluents de fosse septique (Septic Tank Effluent Gravity Systems — STEG), des canalisations d'au moins 100 mmø peuvent être autorisées si le propriétaire peut démontrer que le diamètre de canalisation proposé est suffisant et ne nuira pas au fonctionnement et à l'entretien du réseau d'égout.

La capacité hydraulique d'un système d'égout par gravité devrait reposer sur différents facteurs, notamment le coefficient de rugosité prévu en service, les raccordements ultérieurs prévus pour toute la période de design, la pente, le type de canalisations et les débits actuels. En général, il faut choisir des canalisations d'égout d'un diamètre supérieur au diamètre minimal exigé, de manière que la vitesse minimale au débit moyen ne soit pas inférieure à 0,6 m/s, pour assurer l'autocurage des canalisations, et que la vitesse maximale au débit de pointe de design ne soit pas supérieure à 3,0 m/s, afin de réduire la turbulence et l'érosion. Dans des circonstances exceptionnelles, où des vitesses supérieures à 3,0 m/s sont atteintes, il faut prendre des mesures pour empêcher les canalisations de se déplacer sous l'effet de l'érosion et des chocs.

Dans le cas des réseaux d'égout de faible diamètre à basse pression ou des réseaux d'égout sous vide, le concepteur doit fournir les calculs hydrauliques et toutes les données justificatives à l'appui de sa proposition.

2.4.4 Profondeur

En général, les canalisations d'égout doivent être mises en œuvre à une profondeur suffisante pour ne pas être endommagées par le gel et pour recevoir les eaux usées de la plupart des sous-sols. Les canalisations qui ne peuvent pas être installées à une profondeur suffisante pour être protégées contre le gel doivent être isolées.

2.4.5 Pente

Les canalisations d'égout doivent présenter une pente uniforme entre les regards, sauf dans le cas des réseaux collecteurs alternatifs.

2.4.5.1 Minimum Slopes

All sewers shall normally be designed and constructed to give mean velocities, when flowing full, of not less than 0.6 metres per second or greater than 4.5 metres per second based on Kutter's or Manning's formula using "n" value of 0.013. Use of other practical "n" values may be permitted by the reviewing agency if deemed justifiable. Velocities above 4.5 m/s may be permitted with high velocity protection. The following are the minimum slopes which will provide a velocity of 0.6 m/s when sewers are flowing full:

2.4.5.1 Pentres minimales

Tous les égouts doivent ordinairement être conçus pour produire des vitesses moyennes, sans restriction de débit, égales ou supérieures à 0,6 mètre et inférieures à 4,5 mètres par seconde, si on utilise la formule de Kutter ou de Manning et une valeur « n » de 0,013. L'utilisation d'autres valeurs « n » pratiques peut être permise si l'organisme d'examen juge que ce choix est justifié. Des vitesses de plus de 4,5 m/s peuvent être permises si une protection est prévue contre les dommages dus à une vitesse d'écoulement élevée. Voici les pentes minimales qui produiront une vitesse de 0,6 m/s à plein débit :

TABLE 2.2 TABLEAU 2.2	MINIMUM SLOPES FOR FULL-PIPE VELOCITY OF 0.6 M/S PENTES MINIMALES POUR UNE VITESSE EN CANALISATION PLEINE DE 0,6 m/s
Sewer Size Diamètre de la canalisation	Minimum Slope Pente minimale Metres/100 Mètres
200 mm	0.40
250 mm	0.28
300 mm	0.22
350 mm	0.17
375 mm	0.15
400 mm	0.14
450 mm	0.12
525 mm	0.10
600 mm	0.08
675 mm	0.067
750 mm	0.058
900 mm	0.046

If possible a minimum slope of 0.5% (0.5m/100m) should be utilized.

Dans la mesure du possible, les canalisations devraient présenter une pente minimale de 0,5 % (0,5 m/100 m).

2.4.5.2 Increased Slopes

To achieve 0.6 m/s flow velocities in sewers which will flow less than 1/3 full, steeper slopes than given above must be used where conditions permit. For instance, the minimum slopes mentioned above would have to be doubled when depth of flow is only 1/5 full and quadrupled when depth of flow is only 1/10 full to achieve 0.6 m/s flow velocity.

2.4.5.2 Pentres accrues

Pour obtenir des vitesses de 0,6 m/s quand la hauteur d'écoulement est inférieure au 1/3 de la canalisation pleine, il faut prévoir des pentes plus abruptes que celles qui sont indiquées ci-dessus, lorsque les conditions le permettent. Ainsi, les pentes minimales mentionnées ci-dessus devraient être doublées lorsque la hauteur d'écoulement ne dépasse pas 1/5 de la canalisation pleine et quadruplées pour une hauteur correspondant à 1/10 de la canalisation pleine, pour obtenir une vitesse d'écoulement de 0,6 m/s.

2.4.5.3 Reduced Slopes

Under special conditions, if full and justifiable reasons are given, slopes slightly less than those required for the 0.6 metre per second velocity when flowing full may be permitted. Such decreased slopes will only be considered where the depth of flow will be 0.3 of the diameter or greater for design average flow. Whenever such decreased slopes are selected, the design engineer must furnish with his report his computations of the anticipated flow velocities of average and daily or weekly peak flow rates. The pipe diameter and slopes shall be selected to obtain

2.4.5.3 Pentres réduites

Dans certaines conditions spéciales, et si ce choix est pleinement justifié, des pentes légèrement moins abruptes que celles qui sont nécessaires pour produire une vitesse de 0,6 mètre par seconde à plein débit peuvent être permises. Ces pentes réduites ne seront envisagées que si la hauteur d'écoulement correspond à 0,3 ou plus du diamètre pour le débit moyen de calcul. Lorsqu'il choisit une pente réduite, l'ingénieur concepteur doit soumettre avec son rapport le calcul des vitesses d'écoulement prévues au débit moyen et au débit quotidien ou hebdomadaire de pointe. Il faut choisir le diamètre de canalisation et les pentes qui

the greatest practical velocities to minimize settling problems. The operating authority of the sewer system will give written assurance to the appropriate reviewing agency that any additional sewer maintenance required by reduced slopes will be provided.

2.4.5.4 High Velocity Protection

Where velocities greater than 4.5 metres per second are unavoidable, special provisions shall be made to protect against displacement by erosion and shock.

2.4.5.5 Steep Slope Protection

Sewers on 20 percent slopes or greater shall be anchored securely with concrete anchors or equal, spaced as follows:

- a. not over 11 metres centre to centre on grades 20 percent and up to 35 percent.
- b. not over 7.3 metres centre to centre on grades 35 percent and up to 50 percent.
- c. not over 5 metres centre to centre on grades 50 percent and over.

2.4.6 Alignment

Sewers 600 mm or less in diameter shall be laid with a straight alignment between manholes.

2.4.7 Curvilinear Sewers

Curvilinear sewers may be considered for pipe sizes in excess of 600 mm with the following restrictions applicable:

- a. The sewer shall be laid as a simple curve of a radius equal to or greater than 60 m.
- b. Manholes shall be located at the ends of the curve and at intervals not greater than 90 m along the curve.
- c. The curve shall run parallel to the curb or street centre line.
- d. The minimum grade on curved sewers shall be fifty percent greater than the minimum grade required for straight runs of sewers. This requirement will be waived if the designer submits calculations to demonstrate that increased slope is not required to achieve self-cleansing velocity.
- e. Length of pipe shall be such that deflections at each joint shall be less than the allowable maximum recommended by the manufacturer.
- f. In general, curved sewers should be used only where savings in costs or the difficulty of avoiding other utilities necessitates their use.

produiront les vitesses de service les plus rapides afin de réduire les problèmes de décantation. L'autorité responsable de l'exploitation du réseau d'égout donnera l'assurance écrite à l'organisme d'examen compétent qu'elle effectuera tout travail d'entretien supplémentaire de l'égout rendu nécessaire par la réduction des pentes.

2.4.5.4 Protection contre les dommages dus à des vitesses élevées

Lorsque des vitesses supérieures à 4,5 mètres par seconde ne peuvent être évitées, il faut prendre des mesures spéciales pour prévenir le déplacement des canalisations sous l'effet de l'érosion et des chocs.

2.4.5.5 Protection contre les dommages dus à des pentes abruptes

Les canalisations qui présentent des pentes de 20 % ou plus doivent être solidement assujetties à l'aide d'ancrages à béton ou de dispositifs équivalents :

- a. à au plus 11 mètres d'entraxe, lorsque la pente est de 20 à 35 %;
- b. à au plus 7,3 mètres d'entraxe, lorsque la pente est de 35 à 50 %;
- c. à au plus 5 mètres d'entraxe, lorsque la pente est de 50 % et plus.

2.4.6 Alignement

Les canalisations d'un diamètre de 600 mm ou moins doivent être mises en œuvre en ligne droite entre les regards de visite.

2.4.7 Égouts curvilignes

On peut envisager des égouts curvilignes lorsque le diamètre des canalisations est supérieur à 600 mm, mais les restrictions suivantes s'appliquent :

- a. L'égout doit former une courbe simple d'un rayon égal ou supérieur à 60 m.
- b. Des regards de visite doivent être prévus aux extrémités de la courbe et à des intervalles d'au plus 90 m le long de la courbe.
- c. La courbe doit être parallèle à la bordure de trottoir ou à l'axe de la chaussée.
- d. La pente minimale des égouts curvilignes doit être supérieure de 50 % à la pente minimale exigée pour des tronçons droits. On pourra déroger à cette exigence si le concepteur soumet des calculs qui montrent que cet accroissement de la pente n'est pas nécessaire pour obtenir des vitesses d'autocurage.
- e. Il faut déterminer la longueur de la canalisation de manière que le fléchissement à chaque joint soit inférieur à la valeur maximale admissible recommandée par le fabricant.
- f. En général, on ne devrait utiliser des égouts curvilignes que lorsque les économies de coûts le justifient ou que la présence d'autres installations le nécessite.

2.4.8 Changes in Pipe Size

When a sewer joins a larger one at a manhole, the invert of the larger sewer should be lowered sufficiently to maintain the same energy gradient. An approximate method of securing these results is to place the 0.8 depth point of both sewers at the same elevations. Changes in size of sewers less than or equal to 600 mm shall be at manholes only.

2.4.9 Allowance for Hydraulic Losses at Sewer Manholes

Differences in elevation across manholes should be provided to account for hydraulic losses. The elevation drop may be calculated using the head loss formula:

Head loss Across Manholes

$$H = k \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$$

where:

H = Head loss (m)

k = coefficient (dimensionless)

V₁ = entrance velocity (m/s)

V₂ = exit velocity (m/s)

g = acceleration due to gravity (m/s²)

Where sewer velocities are less than 2.5 m/s and the velocity change across the manhole is less than 0.6 m/s the invert drop may be determined using the following table.

TABLE 2.3 TABLEAU 2.3		RECOMMENDED INVERT DROP DÉNIVELLATION RECOMMANDÉE DU RADIER	
Invert Drop Dénivellation du radier			
a)	straight run Tronçon droit		15 mm
b)	45 degree turn Angle de 45 degrés		30 mm
c)	90 degree turn Angle de 90 degrés		60 mm

2.4.10 Sewer Services

Sewer services shall be consistent with the Local Municipality Authority or Provincial Plumbing and Drainage Regulations. It is required that unless Tees or "Wyes" have been installed, that saddles be used in connecting the service to the sewer. Generally these are placed at an angle of 45 degrees above horizontal. Connections shall be made by authorized personnel only.

2.4.8 Changements de diamètre de canalisation

Lorsqu'une canalisation est raccordée à une canalisation de plus fort diamètre à l'emplacement d'un regard de visite, le radier de la plus grosse canalisation devrait être suffisamment surbaissé pour que le même gradient d'énergie soit conservé. Une méthode approximative pour obtenir ces résultats consiste à situer le point de hauteur 0,8 des deux canalisations au même niveau. Pour les canalisations de 600 mm ou moins, les changements de diamètre doivent être effectués uniquement à l'emplacement des regards de visite.

2.4.9 Marges pour les pertes de charge hydraulique dans les regards de visite

Il faudrait prévoir une dénivellation dans les regards de visite pour tenir compte des pertes de charge hydraulique. La dénivellation peut être calculée à l'aide de la formule de perte de charge :

Perte de charge dans les regards de visite

$$H = k \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$$

où :

H = Perte de charge (m)

k = coefficient (sans dimension)

V₁ = vitesse à l'entrée (m/s)

V₂ = vitesse à la sortie (m/s)

g = accélération due à la gravité (m/s²)

Lorsque les vitesses dans la canalisation sont inférieures à 2,5 m/s et que le changement de vitesse dans le regard de visite est de moins de 0,6 m/s, la dénivellation du radier peut être déterminée à l'aide du tableau suivant.

2.4.10 Branchements

Les branchements d'égout doivent être conformes aux règlements de l'autorité municipale locale ou aux règlements provinciaux sur les installations sanitaires et d'évacuation. À moins que des téés ou des divisions en Y n'aient été installés, on exige que des sellettes soient utilisées pour raccorder la canalisation de branchement à l'égout. Généralement, ces sellettes sont installées suivant un angle de 45 degrés par rapport à l'horizontale. Les raccords doivent être effectués par du personnel autorisé uniquement.

Pipes with watertight and root proof joints should be used for house connections. Minimum pipe size should be 150 mm diameter for double connections and 100 mm diameter for single connections.

2.4.11 Sulphide Generation

Where sulphide generation is a possibility, the problem shall be minimized by designing sewers to maintain flows at a minimum cleansing velocity of 1.0 m/s.

Where corrosion is anticipated because of either sulphate attack or sulphides, consideration shall be given to the provision of corrosion resistant pipe material or effective protective linings.

2.4.12 Materials

Any generally accepted material for sewers will be given consideration, but the material selected should be adaptable to local conditions, such as character of industrial wastes, possibility of septicity, soil characteristics, exceptionally heavy external loading, abrasion and similar problems.

All sewers shall be designed to prevent damage from super-imposed loads. Proper allowance for loads on the sewer shall be made because of the width and depth of trench. When standard strength sewer pipe is not sufficient, the additional strength needed may be obtained by using extra strength pipe or by special construction.

2.4.13 Metering and Sampling

Where no other measuring devices are provided, one manhole on the outfall line shall be constructed with a suitable removable weir for flow measurements. Easy access for flow measurement and sampling shall be provided. Similar manholes should be constructed on sewer lines from industries to facilitate checking the volume and composition of the waste.

2.4.14 Sewer Extensions

In general, sewer extensions shall be allowed only if the receiving sewage treatment plant is either:

- a. Capable of adequately processing the added hydraulic and organic load, or
- b. Provision of adequate treatment facilities on a time schedule acceptable to the approving agencies is assured.

On devrait utiliser des tuyaux qui présentent des joints étanches à l'eau et à l'épreuve des racines pour les branchements d'égout. Les tuyaux doivent avoir au moins 150 mm de diamètre pour les branchements doubles et au moins 100 mm de diamètre dans le cas des branchements simples.

2.4.11 Production de sulfures

Lorsqu'il y a un risque de production de sulfures, on doit atténuer le problème en concevant les égouts de manière à maintenir l'écoulement à une vitesse d'autocurage de 1,0 m/s.

Lorsqu'on prévoit que de la corrosion pourrait être produite sous l'action des sulfates ou des sulfures, il faudrait envisager l'utilisation d'un matériau ou d'un revêtement offrant une protection efficace.

2.4.12 Matériaux

Tous les matériaux généralement acceptés pour les canalisations d'égout peuvent être envisagés, mais le matériau retenu devrait être adapté aux conditions locales, notamment la composition des effluents industriels, le risque de septicité, les caractéristiques du sol, les charges externes exceptionnellement importantes, l'abrasion et autres problèmes semblables.

On doit concevoir tous les égouts de manière à prévenir les dommages dus aux surcharges. Il faut prévoir des marges appropriées pour les charges exercées sur les égouts selon la largeur et la profondeur des tranchées. Lorsque des tuyaux de série standard ne sont pas suffisants, on peut obtenir la résistance supplémentaire nécessaire en utilisant des tuyaux de série forte ou en recourant à une construction spéciale.

2.4.13 Mesure et échantillonnage

Lorsqu'aucun autre dispositif de mesure n'est prévu, un regard de visite situé sur la ligne d'exutoire doit être doté d'un déversoir amovible pour permettre les mesures de débit. Il faut prévoir un accès pour faciliter les opérations de mesure de débit et d'échantillonnage. Des regards semblables devraient être construits le long des canalisations d'égout qui desservent les établissements industriels pour faciliter la vérification du volume et de la composition des effluents.

2.4.14 Prolongement des égouts

En général, le prolongement des égouts ne devrait être autorisé que si :

- a. l'usine d'épuration réceptrice peut traiter adéquatement la charge hydraulique et organique supplémentaire; ou
- b. des installations de traitement appropriées peuvent être aménagées dans des délais jugés acceptables par les organismes d'approbation.

2.4.15 Installation

2.4.15.1 Standards

Installation specifications shall contain appropriate requirements based on the criteria, standards and requirements established by industry in its technical publications. Requirements shall be set further in the specifications for the pipe and methods of bedding and backfilling thereof so as not to damage the pipe or its joints, impede cleaning operations and future tapping, nor create excessive side fill pressures or ovalation of the pipe, nor seriously impair flow capacity.

2.4.15.2 Trenching

- a. The width of the trench shall be ample to allow the pipe to be laid and jointed properly and to allow the backfill to be placed and compacted as needed. The trench sides shall be kept as nearly vertical as possible. When wider trenches are dug, appropriate bedding class and pipe strength shall be used.
- b. Ledge rock, boulders and large stones shall be removed to provide a minimum clearance of 150 mm below and on each side of all pipe(s).

2.4.15.3 Foundation

The foundation provides the base for the sewer pipe soil system. The project engineer should be concerned primarily with the presence of unsuitable soils, such as peat or other highly organic or compressible soils, and with maintaining a stable trench bottom.

2.4.15.4 Bedding

The sewer pipe should be bedded on carefully compacted granular material. The granular material shall have a minimum thickness of 150 mm and cover the full width of the trench.

In general, a well-graded crushed stone is a more suitable material for sewer pipe bedding than a uniformly graded pea gravel. For small sewer pipes, the maximum size should be limited to about 10% of the pipe diameter. Crushed stone or gravel meeting the requirement of ASTM Designation C33, Gradation 67 (19-9.8 mm) will provide the most satisfactory sewer pipe bedding. However, the recommendation of the manufacturer should also be taken into consideration when specifying a particular bedding material. Material removed from the trench shall not be used as bedding material.

2.4.15 Installation

2.4.15.1 Normes

Le devis d'installation doit contenir des exigences appropriées, fondées sur les critères, les normes et les exigences établies par l'industrie dans ses documents techniques. Le devis doit en outre contenir des exigences visant à garantir que les travaux de mise en œuvre de l'assise et de remblayage ne causeront pas de dommages aux canalisations ni à leurs joints et ne nuiront pas aux opérations de nettoyage et de soutirage futurs, que le remblai n'exercera pas de pressions latérales excessives et ne provoquera pas une ovalisation des canalisations et n'en réduira pas sensiblement la capacité d'écoulement.

2.4.15.2 Tranchées

- a. La largeur de la tranchée doit être suffisante pour permettre d'installer et de raccorder la canalisation de façon appropriée et de mettre en place et de compacter le matériau de remblai. Les parois de la tranchée doivent être le plus verticales possible. Lorsque des tranchées de grande largeur sont creusées, il faut utiliser une classe de matériau d'assise appropriée et des tuyaux suffisamment résistants.
- b. Il faut retirer la roche en place, les blocs et les grosses roches de manière à assurer un dégagement d'au moins 150 mm en dessous et de chaque côté de toutes les canalisations.

2.4.15.3 Fondation

La fondation constitue la base du système pédologique sur lequel reposeront les canalisations d'égout. L'ingénieur de projet devrait accorder une attention particulière à la présence de sols indésirables, comme la tourbe et autres sols fortement organiques ou compressibles, et à la stabilité du fond de la tranchée.

2.4.15.4 Assise

Les canalisations d'égout doivent prendre appui sur un matériau granulaire bien compacté. La couche de matériau granulaire doit avoir au moins 150 mm d'épaisseur et recouvrir toute la largeur de la tranchée.

En général, de la roche concassée à granulométrie étalée constitue un meilleur matériau pour l'assise des canalisations d'égout que du gravier fin à granulométrie uniforme. Pour les canalisations de faible diamètre, la granulométrie maximale ne devrait pas dépasser environ 10 % du diamètre de la canalisation. De la roche concassée ou du gravier qui répond aux exigences de la norme ASTM (Designation C33, Gradation 67, [19 à 9,8 mm]) permettra d'obtenir l'assise la plus satisfaisante pour les canalisations d'égout. On devrait toutefois tenir compte des recommandations du fabricant au moment de prescrire un matériau d'assise précis. Les matériaux retirés de la tranchée ne doivent pas être utilisés comme matériaux d'assise.

2.4.15.5 Haunching

The material placed at the sides of a pipe from the bedding up to the spring line is the haunching.

Material used for sewer pipe haunching should be shovel sliced or otherwise placed to provide uniform support for the pipe barrel and to fill completely all voids under the pipe. Haunching material is to be compacted manually. The material used may be similar to the material used for bedding. Material removed from the trench shall not be used as haunching material.

2.4.15.6 Initial Backfill

Initial backfill is the material which covers the sewer pipe and extends from the haunching to a minimum of 300 mm above the top of the pipe. Its function is to anchor the sewer pipe, protect the pipe from damage by subsequent backfill and insure the uniform distribution of load over the top of the pipe. It should be placed in layers. The material used for initial backfill may be similar to the material used for bedding and haunching; however, it shall be of a material which will develop a uniform and relatively high density with little compactive effort. Material removed from the trench shall not be used as initial backfill.

2.4.15.7 Final Backfill

Final backfill is the material which extends from the top of the initial backfill to the top of the trench. It should be placed in 300 mm layers.

The material consists of the excavated material containing no organic matter or rocks having any dimension greater than 200 mm. In most cases, final backfill does not affect the pipe design. Compaction of the final backfill is usually controlled by the location as follows: traffic areas; 95% of modified Proctor density required; general urban areas; 90% of modified Proctor density may be adequate; undeveloped areas; 85% of modified Proctor density may be required. Trench backfilling should be done in such a way as to prevent dropping of material directly on the top of pipe through any great vertical distance.

2.4.15.8 Borrow Materials

Because the material removed from the trench is not to be used as part of the bedding, haunching, nor initial backfill, material must be imported from another source. Borrow material must meet the specifications for final backfill.

Either cohesive or noncohesive material may be used; however, the project engineer should assess the possible change in groundwater movement if cohesive material is used in rock or if noncohesive material is used in impermeable soil.

2.4.15.5 Berceau

Le berceau est le matériau mis en place sur les flancs de la canalisation, de l'assise jusqu'à la naissance de la courbure.

Le matériau utilisé pour le berceau devrait être découpé à la pelle ou mis en place par d'autres moyens, de manière à offrir un soutien uniforme au corps de la canalisation et à remplir complètement les vides qui se trouvent en dessous. Le matériau du berceau doit être compacté à la main. On peut utiliser le même matériau pour le berceau et l'assise. Les matériaux retirés de la tranchée ne doivent pas être utilisés pour le berceau.

2.4.15.6 Remblai initial

Le remblai initial est le matériau qui couvre la canalisation, depuis le berceau jusqu'à une hauteur d'au moins 300 mm au-dessus du sommet de la canalisation. Il a pour fonction d'ancrer la canalisation, de protéger celle-ci contre les dommages pouvant être causés par le matériau de remblai subséquent et d'assurer la répartition uniforme de la charge sur le dessus de la canalisation. Il devrait être mis en place en couches. Le matériau utilisé comme remblai initial peut être semblable à celui qui est employé pour le berceau et l'assise, mais il doit pouvoir atteindre une masse volumique uniforme et relativement élevée sans compactage important. Les matériaux retirés de la tranchée ne doivent pas être utilisés pour le remblai initial.

2.4.15.7 Remblai final

Le remblai final est le matériau qui occupe l'espace entre le remblai initial et le sommet de la tranchée. Il devrait être mis en place en couches.

Le remblai final est constitué du matériau excavé et ne contient ni matières organiques ni roches de plus de 200 mm. Dans la plupart des cas, le remblai final n'a aucune incidence sur les caractéristiques de calcul de la canalisation. Le compactage du remblai final est ordinairement régi par l'emplacement : zone de circulation : on exige 95 % de la masse volumique Proctor modifiée; zones urbaines générales : 90 % de la masse volumique Proctor modifiée pourrait être suffisant; zones non bâties : 85 % de la masse volumique Proctor modifiée peut être exigé. Le remblayage de la tranchée devrait être exécuté de manière que les matériaux ne tombent pas directement sur le sommet de la canalisation d'une hauteur importante.

2.4.15.8 Matériau d'emprunt

Comme les matériaux retirés de la tranchée ne doivent pas être utilisés pour l'assise, le berceau et le remblai initial, il faut importer des matériaux d'une autre source. Le matériau d'emprunt doit répondre aux exigences applicables au remblai final.

On peut utiliser un matériau cohérent ou pulvérulent; cependant, l'ingénieur de projet devrait évaluer les variations potentielles du mouvement de l'eau souterraine si un matériau cohérent est utilisé dans la roche ou si un matériau pulvérulent est utilisé dans un sol imperméable.

2.4.15.9 Deflection Test

- a. Deflection test shall be performed on all flexible pipe. The test shall be conducted after the final backfill has been in place at least 30 days to permit stabilization of the soil-pipe system.
- b. No pipe shall exceed a deflection of 5 percent. If deflection exceeds 5 percent, replacement or correction shall be accomplished in accordance with requirements in the approved specifications.
- c. The rigid ball or mandrel used for the deflection test shall have a diameter not less than 95% of the base inside diameter or average inside diameter of the pipe depending on which is specified in the ASTM Specification, including the appendix, to which the pipe in manufactured. The test shall be preformed without mechanical pulling devices.

2.4.16 Joints

The installation of joints and the materials used shall be included in the specifications. Sewer joints shall be designed to minimize infiltration and to prevent the entrance of roots throughout the life of the system.

2.4.17 Sewer Rehabilitation Methods³

2.4.17.1 Sewer Replacement

Sewer replacement is the most expensive method of sewer rehabilitation. In cases where there is evidence of structural damage or where differential settlement has altered the sewer grade, sewer replacement may be the only reasonable approach.

2.4.17.2 Sewer Relining

Sewer relining involves inserting a layer of piping material with a smaller diameter inside an existing pipe.

2.4.17.2.1 Lining and Slip lining

Lining materials can range from cement applied directly to the inside of the existing pipe to modern plastics. Continuous plastic linings can reduce infiltration completely, though the net I/I control effectiveness of slip lining is a function of the integrity of sealing the annular space between the outside of the liner and the inside of the original pipe. Continuous grouting of the annular space will produce a more reliable seal than just packing the annular space at manhole pipe protrusions. The long-term integrity of high-density polyethylene has been shown; however, long-term net effectiveness will be more a function of the life of the annular space sealant.

2.4.15.9 Essai de fléchissement

- a. Un essai de fléchissement doit être mené dans le cas de toutes les canalisations souples. L'essai doit être effectué au moins 30 jours après la mise en place du remblai final pour permettre au système sol-canalisation de se stabiliser.
- b. Aucune canalisation ne doit présenter un fléchissement de plus de 5 %. Si le fléchissement dépasse 5 %, il faut remplacer la canalisation ou apporter des correctifs, conformément aux exigences du devis approuvé.
- c. La bille rigide, le mandrin ou le dispositif électronique approuvé utilisé pour l'essai de fléchissement doit avoir un diamètre correspondant à au moins 95 % du diamètre intérieur de base ou du diamètre intérieur moyen de la canalisation, selon le critère de la norme ASTM ou de son annexe qui a été utilisé pour la fabrication des tuyaux. L'essai doit être effectué sans dispositif de traction mécanique.

2.4.16 Joints

Le mode de réalisation des joints et les matériaux utilisés doivent être précisés dans le devis. Les joints des canalisations d'égout doivent être conçus de manière à réduire les infiltrations et à prévenir la pénétration de racines pendant toute la vie utile du réseau.

2.4.17 Méthodes de remise en état des égouts³

2.4.17.1 Remplacement des canalisations

Le remplacement des canalisations est la méthode la plus coûteuse de remise en état. Lorsque les canalisations présentent des signes probants de dommage structural ou lorsqu'un tassement différentiel a modifié la pente du sol, le remplacement des canalisations peut être la seule démarche raisonnable.

2.4.17.2 Regarnissage des canalisations

Le regarnissage des canalisations consiste à mettre en œuvre un chemisage ou à insérer un tubage de plus faible diamètre dans une canalisation existante.

2.4.17.2.1 Chemisage et tubage

Les matériaux de chemisage vont du ciment appliqué directement sur la paroi intérieure de la canalisation existante aux plastiques modernes. Les revêtements plastiques continus peuvent éliminer complètement les infiltrations, alors que la capacité nette d'un tubage à contrôler la pénétration d'eaux parasites est fonction de l'intégrité du scellement de l'espace annulaire entre l'extérieur du revêtement et l'intérieur de la canalisation d'origine. L'injection de coulis dans tout l'espace annulaire produira un scellement plus fiable qu'un simple remplissage à l'endroit où les canalisations font saillie dans les regards. L'intégrité à long terme du polyéthylène haute densité a été démontrée; cependant, l'efficacité nette à long terme de ce matériau sera davantage fonction de la durée utile du scellement de l'espace annulaire.

Piping materials that are inserted but use the methods of joining pipe sections have a greater chance of leakage but still can be highly resistant to infiltration with effective annular space sealing and jointing technique. Where existing lateral to main line connections are sound, hook up of laterals is limited to cutting out the part of the lining covering the lateral and sealing the annular space. The integrity of this sealing step is a major factor in the overall infiltration reduction effectiveness. If the existing lateral to main line connection is not sound, a new lateral connection directly to the liner by a pipe saddle arrangement can achieve the best results. Typically, this will require external exposure of the lateral, requiring extreme care in the backfilling operation. Lining and sealing the annular space and careful lateral reconnections can be as effective in controlling I/I as replacement methods.

2.4.17.2.2 Inversion Lining

Because it has close contact with the inside of the original pipe, inversion lining eliminates annular space leakage. If the part of the lining that covers the laterals is cut out properly, leakage around the laterals can be reduced to a low value. Lack of care in this step can result in poor infiltration control. Inversion lining can be effective in controlling I/I as a replacement method and does not require excavation to reconnect laterals if the existing lateral to main line hookup is in sound condition.

Inversion lining can be used for lining manholes and should exhibit the same high degree of infiltration reduction shown in sewer pipes. Openings to the sewers entering a manhole should be made carefully, as leakage could significantly reduce the overall effect of lining.

2.4.17.3 Sewer Sealing

Chemical grout sealers for internal grouting of small to medium sewers are widely accepted in the sewer maintenance industry, with even relatively small utilities owning their own grout packers and sealing equipment. The effectiveness of chemical grouting to seal a leaking joint is a function of the condition and structural stability of the pipe, the surrounding backfill material, and the quality of workmanship. Chemical grouting using conventional packing equipment is most effective where the failed element is the joint, not the pipe material.

Les éléments insérés sous forme de tronçons joints présentent un risque plus élevé de fuite, mais ils peuvent se révéler extrêmement résistants aux infiltrations si l'espace annulaire est bien scellé et si les joints sont bien réalisés. Lorsque le raccord entre une conduite secondaire et la conduite principale est en bon état, le jointolement des éléments de tubage consiste simplement à découper une partie du tubage de la conduite secondaire et à sceller l'espace annulaire. L'efficacité de cette opération de scellement est un facteur déterminant dans la capacité globale à réduire les infiltrations. Si le raccord entre une conduite secondaire et la conduite principale n'est pas en bon état, il est recommandé de raccorder directement les tubages au moyen d'un collier de dérivation. Ce procédé entraînera généralement une exposition de la conduite secondaire, et il faudra donc prendre toutes les précautions qui s'imposent au moment d'effectuer le remblayage. Ces deux méthodes permettent de contrôler aussi efficacement les eaux parasites qu'un remplacement complet.

2.4.17.2.2 Chemisage par inversion

Comme il est en contact étroit avec l'intérieur de la canalisation d'origine, le chemisage par inversion élimine les fuites à l'emplacement de l'espace annulaire. Si la partie du chemisage des conduites secondaires est découpée correctement, les fuites autour de ces dernières peuvent être considérablement réduites. Si cette opération n'est pas bien effectuée, le chemisage pourrait ne pas contrôler efficacement les infiltrations. Le chemisage par inversion peut constituer une méthode de rechange efficace pour le contrôle des eaux parasites, et il n'est alors pas nécessaire d'excaver pour repiquer les conduites secondaires si les raccords entre celle-ci et la conduite principale sont en bon état.

Le chemisage par inversion peut être utilisé dans le cas des regards et devrait afficher le même niveau de réduction des infiltrations que dans le cas des canalisations. Les ouvertures pratiquées pour laisser pénétrer les canalisations d'égout dans un regard doivent être exécutées avec le plus grand soin, car des fuites à ces endroits pourraient réduire sensiblement l'action globale du chemisage.

2.4.17.3 Scellement des canalisations

Les coulis chimiques utilisés pour l'enrobage interne des canalisations de faible diamètre et de diamètre moyen sont largement acceptés dans l'industrie de l'entretien des réseaux d'égout, et des entreprises de services publics relativement modestes possèdent même leurs propres manchons et leur propre outillage d'injection. La capacité des coulis chimiques à sceller un joint qui fuit est fonction de l'état et de la stabilité structurale de la canalisation, du matériau de remblai environnant et de la qualité d'exécution. L'injection de coulis chimiques à l'aide d'un outillage d'injection classique est plus efficace lorsque l'élément défaillant est le joint et non le tuyau.

Where grout is correctly applied, it is effective in preventing infiltration for a joint. However, the high degree of effectiveness only applies to the sealed joint, not necessarily to the section of pipe.

Leakage from service laterals, joints close to service laterals, adjacent pipe sections, and defects not correctable by the sealing procedure can render infiltration removal less effective.

2.4.17.4 Service Lateral Rehabilitation

Service laterals can constitute a serious source of both infiltration and inflow. They can contribute up to 75% or more of peak infiltration flows. The rehabilitation methods applied to the main sewer line, including slip lining, inversion lining, and grouting have been adapted for rehabilitating service laterals in addition to excavation and replacement.

In addition to I/I from the laterals, infiltration frequently results from leaky connection of the lateral to the main sewer and leakage at main sewer joints close to the lateral; effective I/I control requires testing and repairing these sources of infiltration.

2.4.17.5 Inflow Control

Inflow is controlled by disconnecting the pathway by which storm-generated surface waters enter the sewer. Typical pathways are manhole covers, catch basins, area drains, and roof drain downspouts.

2.4.17.5.1 Manholes

Manhole covers containing vent and pick holes can be significant sources of inflow when they are located in the path of surface runoff. Replacement with a water proof, gasketed cover is estimated to be 90% effective in reducing inflow.

Manholes frequently leak between the frame and corbel, especially if there is heaving of the pavement from freezing. Use of elastomeric sealants poured or towelled on the outside of the manhole or elastic sleeves is estimated to be 90% effective in reducing flow. Application of an adhesive sealant to the interior of the corbel and joint beneath the flange of the manhole frame is estimated to be only 75% effective because water can still enter the space between the frame and corbel, increasing the chance for seal failure from frost action.

Lorsque le coulis est correctement appliqué, il permet de prévenir les infiltrations aux joints. Cependant, le degré élevé d'efficacité obtenu ne s'applique qu'au joint traité et pas nécessairement à l'ensemble du tronçon.

Les fuites aux conduites secondaires, aux joints contigus à ces conduites et aux tronçons adjacents ainsi que les défauts qui ne peuvent être corrigés par un scellement rendent moins efficace la protection contre les infiltrations.

2.4.17.4 Remise en état des conduites secondaires

Les conduites secondaires peuvent être une source importante d'infiltrations et de captage. Elles peuvent être responsables de 75 % ou plus des débits d'infiltration de pointe. Outre l'excavation et le remplacement, les méthodes de remise en état employées pour les conduites principales, notamment le tubage, le chemisage par inversion et l'injection de coulis, ont été adaptées pour la remise en état des conduites secondaires.

Les eaux parasites peuvent pénétrer par les conduites secondaires défailantes mais également par les joints non étanches entre les conduites secondaires et la conduite principale et par les joints non étanches de la conduite principale, contigus à la conduite secondaire; pour que les eaux parasites puissent être efficacement contrôlées, il faut vérifier et corriger ces sources d'infiltration.

2.4.17.5 Contrôle de l'eau de captage

On contrôle l'eau de captage en isolant les voies d'infiltration par lesquelles les eaux superficielles engendrées par les averses pénètrent dans l'égout. Les principales voies d'infiltration sont les tampons de regard, les bouches d'égout, les avaloirs de sol et les descentes pluviales.

2.4.17.5.1 Regards de visite

Les tampons de regard de visite qui comportent des orifices d'aération et de dépose peuvent être des sources importantes de captage s'ils se trouvent dans la trajectoire des eaux de ruissellement. Le remplacement de ces tampons par des tampons étanches à l'eau munis de joints d'étanchéité pourrait permettre de réduire le captage de 90 %.

Les regards de visite présentent souvent des fuites entre le cadre et le support, en particulier lorsque la chaussée se soulève sous l'effet du gel. L'utilisation de mastics d'étanchéité élastomères versés ou appliqués à la truelle sur le pourtour extérieur des regards ou de manchons élastiques pourrait réduire l'écoulement de 90 %. L'application d'un mastic adhésif sur la partie intérieure du support sous la bride du cadre du regard assure une efficacité de 75 % seulement, car l'eau peut s'infiltrer dans l'espace entre le cadre et le support, ce qui augmente le risque de rupture du mastic sous l'effet du gel.

2.4.17.5.2 Catch Basins

Catch basins and area drains connected to sanitary sewers can contribute large amounts of inflow. Plugging the connection to the sanitary system and reconnection to a storm drain is estimated to be 90% effective in reducing inflow. The effectiveness is estimated to be less than 100% to compensate for migration of some water to other parts of the sanitary sewer system.

2.4.17.5.3 Roof drain

Downspouts or roof drains are frequent sources of inflow. Disconnection of these from sanitary sewer systems and reconnection to a storm sewer is estimated to be 90% effective in reducing inflow, with the remaining 10% finding its way to the sewer system by other routes. Where the disconnected downspout is discharged on the ground surface rather than being connected to a storm sewer, the inflow reduction is likely to be significantly less (possibly zero if service laterals serving the property are in poor condition)

2.4.17.5.4 Other

Sump pump and foundation drain connections to sanitary sewers represent other significant sources of inflow. Disconnection of these sources and reconnection to storm sewers was observed to result in approximately 75% inflow reduction. Any discharge of these disconnected sources to the ground surface prevents net reduction. To maintain long-term effective control requires an effective enforcement program to preclude reconnection.

2.4.18 Directional Drilling³

This technique is mainly used for the installation of long, vertically curved pipelines, usually under bodies of water such as rivers, estuaries, and canals. Using substantial surface equipment and being capable of drives to more than 1000 m, the technique is best suited to major schemes that need expensive and heavy equipment. Directional drilling can also be used for service connections. In this technique, a small-diameter pilot hole is drilled in a shallow arc. A washover pipe slightly larger than the pilot tube follows the drill string, acting both as temporary support and a method of reducing friction on the drill string before enlargement. The completed pilot bore is enlarged using backreaming techniques until large enough to receive the final pipe, which is normally steel, although polyethylene and bundles of pipes also have been used.

2.4.17.5.2 Bouches d'égout

Les bouches d'égout et les avaloirs de sol reliés à des égouts sanitaires peuvent admettre de grandes quantités d'eau de captage. En obturant le raccordement au réseau sanitaire et en rebranchant ces dispositifs à un égout pluvial, on peut réduire le captage de 90 %. On estime cette efficacité à moins de 100 %, parce qu'il faut tenir compte de la migration d'une certaine quantité d'eau vers d'autres parties de l'égout sanitaire.

2.4.17.5.3 Avaloirs de toit

Les descentes pluviales, ou égouts de toit, sont des sources fréquentes d'eau de captage. Le débranchement de ces dispositifs et leur rebranchement à un égout pluvial permet de réduire le captage de 90 %, les 10 % restants correspondent à l'eau qui emprunte d'autres voies d'infiltration pour atteindre le réseau d'égout. Lorsque les eaux captées par une descente pluviale débranchée sont évacuées à la surface du sol, la réduction des eaux de captage est beaucoup moins importante (et peut être nulle si les branchements de service qui desservent les propriétés sont en mauvais état).

2.4.17.5.4 Autres sources

Le branchement des pompes de puisard et des drains de fondation aux égouts sanitaires est une autre source importante de captage. On a constaté que le débranchement de ces sources et leur rebranchement à des égouts pluviaux permettaient de réduire le captage d'environ 75 %. Tout rejet de ces sources débranchées à la surface du sol ramène cette réduction à néant. Pour assurer un contrôle efficace à long terme, il faut mettre en place un programme réglementaire interdisant le rebranchement de ces dispositifs.

2.4.18 Forage dirigé³

Cette technique est surtout utilisée pour la pose de canalisations longues, courbées dans le plan vertical, généralement sous des plans d'eau, comme des rivières, des estuaires et des chenaux. Cette technique qui exige un équipement de surface important et qui permet de forer des galeries de plus de 1 000 m, est particulièrement adaptée aux grands projets qui nécessitent de l'équipement lourd et coûteux. Le forage dirigé peut aussi être utilisé pour la pose des canalisations de branchement. Dans cette technique, on fore un trou de guidage de faible diamètre suivant un angle léger. Un tube de surforage légèrement plus gros que le tube de guidage suit le train de sonde, agissant à la fois comme support temporaire et comme moyen de réduire le frottement sur le train de sonde avant que le trou ne soit élargi. Le trou de guidage est ensuite agrandi par rétro-alésage jusqu'à ce qu'il soit suffisamment grand pour recevoir la canalisation finale, qui est le plus souvent en acier, bien que des canalisations en polyéthylène et des faisceaux de canalisations aient également été utilisés.

2.5 MANHOLES

2.5.1 Location

Manholes shall be located at all junctions, changes in grade, size or alignment (except with curvilinear sewers) and termination points of sewers.

2.5.2 Spacing

2.5.2.1 Normal Spacing

The maximum acceptable spacing for manholes is 120 m for sewers 400 mm in diameter or less. Spacing of up to 150 m may be used for sewers 450 mm to 750 mm in diameter. Spacing of up to 180 m may be considered in cases where cleaning equipment is available and capable of maintaining the collection system. Larger sewers may use greater manhole spacing.

Cleanouts may be used only with approval of the regulatory agencies and shall not be substituted for manholes nor installed at the end of laterals greater than 45 m in length.

2.5.3 Minimum Diameter

The minimum diameter of a sanitary manhole shall be 1050 mm.

2.5.4 Drop Manholes

A drop pipe should be provided for a sewer entering a manhole at an elevation of 600 mm or more above the manhole invert. Where the difference in elevation between the incoming sewer and the manhole invert is less than 600 mm the invert should be filleted to prevent solids deposition.

Drop manholes should be constructed with an outside drop connection. Inside drop connections (when necessary) shall be secured to the interior wall of the manhole and provide access for cleaning.

Due to the unequal earth pressures that would result from the backfilling operation in the vicinity of the manhole, the entire outside drop connection shall be encased in concrete.

2.5.5 Manhole Bases

Precast bases may be used for manholes up to 9 m deep.

2.5.6 Pipe Connections

A flexible watertight joint shall be provided on all pipes, within 300 mm of the outside wall of the manhole.

2.5 REGARDS DE VISITE

2.5.1 Emplacement

Des regards doivent être prévus à toutes les jonctions et à tous les changements de pente, de diamètre ou d'alignement (sauf dans le cas des réseaux curvilignes) ainsi qu'aux points de raccordement des réseaux.

2.5.2 Espacement

2.5.2.1 Espacement normal

L'espacement maximal admissible pour les regards de visite est de 120 m pour les égouts de 400 mm de diamètre ou moins. Un espacement d'au plus 150 m peut être envisagé pour les égouts de 450 à 750 mm de diamètre et d'au plus 180 m lorsqu'il existe de l'équipement de nettoyage permettant de procéder à l'entretien du réseau collecteur. Pour les gros réseaux d'égout, l'intervalle entre les regards de visite peut être plus important.

On ne peut utiliser des regards de nettoyage qu'avec l'approbation des organismes de réglementation; ces regards ne peuvent pas remplacer les regards de visite et ne doivent pas être installés à l'extrémité des branchements de plus de 45 m de longueur.

2.5.3 Diamètre minimal

Le diamètre minimal d'un regard de visite d'égout sanitaire est de 1050 mm.

2.5.4 Regards avec chute

Une colonne de chute devrait être prévue dans le cas des égouts qui pénètrent dans un regard de visite à une hauteur de 600 mm ou plus au-dessus du radier. Lorsque la dénivellation entre l'égout entrant et le radier est inférieure à 600 mm, ce dernier devrait être nervuré pour prévenir le dépôt des solides.

Les regards avec chute devraient comporter une colonne de chute extérieure. Les colonnes intérieures (s'il y a lieu) doivent être fixées à la paroi intérieure de la cheminée et permettre l'accès aux fins de nettoyage.

Compte tenu de l'inégalité des poussées de terres susceptibles d'être engendrées par des travaux de remblayage au voisinage d'un regard de visite, toute la colonne de chute extérieure doit être encastrée dans le béton.

2.5.5 Radiers

Des radiers préfabriqués en béton peuvent être utilisés pour les regards de visite d'au plus 9 m de profondeur.

2.5.6 Raccords de canalisation

Un raccord flexible étanche doit être installé sur toutes les canalisations, à moins de 300 mm de la paroi extérieure d'un regard de visite.

2.5.7 Frost Lugs

Where required, frost lugs shall be provided to hold precast manhole sections together.

2.5.8 Frame and Cover

The manhole frame and cover shall be made of cast iron and designed to meet the following conditions:

- a. adequate strength to support superimposed loads;
- b. provision of a good fit between cover and frame to eliminate movement in traffic; and
- c. a reasonably tight closure.

2.5.9 Watertightness

Manholes shall be of the pre-cast or poured-in-place concrete type, or of another type approved by the regulatory agencies. All manhole joints must be watertight and the manhole shall be waterproofed on the exterior, if required.

Watertight manhole covers are to be used wherever the manhole tops may be flooded by street runoff or high water. Locked manhole covers may be desirable in isolated easement locations, or where vandalism may be a problem.

2.5.10 Flow Channel and Benching

The channel should be, as far as possible, a smooth continuation of the pipe. The completed channel should be U-shaped.

2.5.10.1 Small Pipe Channel

For sewer sizes less than 375 mm, the channel height should be at least one half the pipe diameter.

2.5.10.2 Large Pipe Channel

For sewer sizes 375 mm and larger, the channel height should not be less than three-fourths of the pipe diameter.

2.5.10.3 Bench Area

The bench should provide good footing for a workman and a place for tools and equipment.

2.5.10.4 Bench Slope

Benching should be at a slope of at least 1:12 (vertical: horizontal) and not greater than 1:8. Benching should have a wood float finish.

2.5.11 Corrosion Protection

Where corrosion is anticipated because of either sulphate attack or sulphides, consideration shall be given to the provision of corrosion resistant material or effective protective linings.

2.5.7 Tenons antigel

Au besoin, il faut poser des tenons antigel pour retenir ensemble les sections préfabriquées des regards de visite.

2.5.8 Cadres et tampons

Les cadres et les tampons des regards de visite doivent être en fonte et conçus pour répondre aux critères suivants :

- a. résistance suffisante pour supporter les surcharges;
- b. bon ajustement du tampon dans le cadre pour prévenir tout déplacement sous l'effet de la circulation; et
- c. obturation raisonnablement étanche.

2.5.9 Étanchéité à l'eau

Les regards de visite doivent être en béton préfabriqué ou coulé en place ou d'une autre construction approuvée par les organismes de réglementation. Tous les joints des regards doivent être étanches à l'eau et imperméabilisés à l'extérieur, au besoin.

On doit utiliser des tampons étanches à l'eau à tous les endroits où les regards risquent d'être inondés par l'eau de ruissellement de la chaussée ou la marée haute. Il peut être souhaitable d'utiliser des tampons verrouillables sur les servitudes isolées ou aux endroits où il y a un risque de vandalisme.

2.5.10 Cuvettes et plages

La cuvette devrait, dans la mesure du possible, prolonger naturellement la canalisation. La cuvette achevée devrait être façonnée en U.

2.5.10.1 Cuvettes pour petites canalisations

Pour les canalisations de moins de 375 mm, la hauteur de la cuvette devrait correspondre à au moins la moitié du diamètre de la canalisation.

2.5.10.2 Cuvettes pour grosses canalisations

Pour les canalisations de 375 mm et plus, la hauteur de la cuvette ne devrait pas être inférieure aux trois-quarts du diamètre de la canalisation.

2.5.10.3 Superficie des plages

Les plages doivent pouvoir loger confortablement un ouvrier, ses outils et son matériel.

2.5.10.4 Pente des plages

Les plages doivent présenter une pente d'au moins 1:12 (vertical : horizontal) et d'au plus 1:8. Elles doivent être finies à la truelle sans être totalement lisse.

2.5.11 Protection contre la corrosion

Lorsque de la corrosion risque de se produire sous l'action des sulfates ou des sulfures, on doit envisager d'utiliser des matériaux résistants à la corrosion ou des revêtements protecteurs efficaces.

2.6 TESTING AND INSPECTION

2.6.1 General

Each section of a sanitary sewer shall be tested for exfiltration and/or infiltration. A section is the length of pipe between successive manholes or termination points, including service connections.

Each section of a sewer, and its related appurtenances, shall be flushed prior to testing. The method of testing shall be as described in the construction specifications. In the absence of such specifications the following testing method will apply.

2.6.2 Exfiltration Test

Each sewer section shall be filled with water and a nominal head shall remain on the section for twenty-four hours immediately prior to testing.

Water shall be added to the section to establish a test head of 1.0 m over either the crown of the pipe, measured at the highest point of the section, or the level of static groundwater, whichever is greater. This may be increased by the inspector in order to satisfy local conditions.

The test head shall be maintained for one hour. The volume of water required to maintain the head during the test period shall be recorded.

2.6.3 Infiltration Test

Infiltration tests shall be conducted in lieu of exfiltration tests where the level of static groundwater is 750 mm or more above the crown of the pipe, measured at the highest point in the section.

A 90 degree V-notch weir shall be placed in the invert of the pipe at the downstream end of the section. The total volume of flow over the weir for one hour shall be measured and recorded.

2.6.4 Allowable Leakage

Allowable leakage shall be determined by the following formula:

$$L = F \times D \times \frac{S}{100}$$

where:

L = allowable leakage in litres per hour

D = diameter in mm

S = length of section, in metres

F = leakage factor, (litres per hour per mm of diameter per 100 metres of sewer):

2.6 ESSAIS ET INSPECTIONS

2.6.1 Généralités

Il faut vérifier tous les tronçons des égouts sanitaires afin de déceler les fuites et les infiltrations. Un tronçon est la longueur de canalisation entre deux regards de visite ou points de raccordement successifs, y compris les branchements latéraux.

Tous les tronçons d'un égout et les ouvrages annexes doivent être rincés avant les essais. La méthode d'essai utilisée doit être conforme aux exigences du devis de construction. En l'absence de telles exigences, la méthode d'essai suivante doit être utilisée.

2.6.2 Essai d'étanchéité-fuites

Chaque tronçon d'égout doit être rempli d'eau, et une charge hydraulique nominale doit être maintenue dans le tronçon pendant vingt-quatre heures et ce, immédiatement avant les essais.

Il faut introduire de l'eau dans le tronçon de manière à établir une pression hydraulique de 1,0 m soit au niveau de la couronne de la canalisation, mesurée au point le plus élevé du tronçon, soit au niveau de l'eau souterraine statique, suivant la valeur la plus élevée. L'inspecteur peut majorer cette valeur pour tenir compte des conditions locales.

La charge hydraulique d'essai doit être maintenue pendant une heure. Le volume d'eau nécessaire pour maintenir la charge hydraulique pendant la période d'essai doit être consignée.

2.6.3 Essai d'étanchéité-infiltrations

Des essais d'infiltration doivent remplacer les essais de fuite lorsque le niveau de l'eau souterraine statique dépasse de 750 mm ou plus la couronne de la canalisation, mesuré au point le plus élevé dans ce tronçon.

Un déversoir en V à 90 degrés doit être installé dans le radier de la canalisation, à l'extrémité aval du tronçon. Il faut mesurer et consigner le volume total d'eau qui s'écoule sur le déversoir en une heure.

2.6.4 Débit de fuite admissible

Le débit de fuite admissible doit être déterminé à l'aide de la formule suivante :

$$L = F \times D \times \frac{S}{100}$$

où :

L = débit de fuite admissible, en litres par heure

D = diamètre, en mm

S = longueur du tronçon, en mètres

F = coefficient de fuite (litres par heure par millimètre de diamètre par 100 mètres de canalisation)

Exfiltration Test:

Porous Pipe F = 0.12
Non-Porous Pipe F = 0.02

Infiltration Test:

Porous Pipe F = 0.10
Non-Porous Pipe F = 0.02

Essai de fuite :

Canalisation poreuse F = 0,12
Canalisation non poreuse F = 0,02

Essai d'infiltration :

Canalisation poreuse F = 0,10
Canalisation non poreuse F = 0,02

2.6.5 Low Pressure Air Testing

Air testing equipment shall be designed to operate above ground. No personnel will be permitted in the trench during testing. Air testing will not be permitted on pipes with diameter greater than 600 mm.

The test section shall be filled with air until a constant pressure of 28 kPa is reached. After a two minute period the air supply shall be shut off, and the pressure decreased to 24 kPa. The time required for the pressure to reach 20.55 kPa shall be measured.

2.6.5 Épreuve à l'air basse pression

Le matériel utilisé pour les épreuves à l'air doit être conçu pour fonctionner en surface. Le personnel doit demeurer à l'extérieur de la tranchée pendant les essais. Les épreuves à l'air ne sont pas permises sur les canalisations de plus de 600 mm de diamètre.

Le tronçon à l'essai doit être amené à une pression d'air constante de 28kPa. Après un délai de deux minutes, l'alimentation en air doit être coupée, et la pression doit être ramenée à 24 kPa. Il faut mesurer le temps nécessaire pour que la pression atteigne 20,55 kPa.

2.6.6 Allowable Time for Air Pressure Decrease

Minimum times allowed for air pressure drop are provided in the following table:

2.6.6 Temps admissible pour une baisse de la pression d'air

Les temps minimaux admissibles pour une baisse de la pression d'air sont indiqués au tableau ci-après :

TABLE 2.4 TABLEAU 2.4				MINIMUM SPECIFIED TIME (T_{min}) REQUIRED FOR A 3.45 kPa PRESSURE DROP FOR SIZE (D) AND LENGTH (L) OF PIPE INDICATED FOR $Q = 0.000457 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ OF INTERNAL SURFACE TEMPS MINIMAL (T_{min}) PRESCRIT POUR UNE BAISSSE DE PRESSION DE 3,45 kPa POUR LE DIAMÈTRE (D) ET LA LONGUEUR (L) DE CANALISATION INDIQUÉS POUR $Q = 0,000457 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ DE SURFACE INTERNE							
D (mm)	T_{min} (min:sec)	L for T_{min} pour T_{min} (m)	T for longer L pour L supérieure (sec)	Specification Time for L Shown Temps prescrit pour L indiquée (min:sec)							
				30m	45m	60m	75m	90m	105m	120m	135m
100	1:53	182	0.190L	1:53	1:53	1:53	1:53	1:53	1:53	1:53	1:53
150	2:50	121	0.427L	2:50	2:50	2:50	2:50	2:50	2:50	2:51	2:51
200	3:47	91	0.760L	3:47	3:47	3:47	3:47	3:48	4:26	5:04	5:42
250	4:43	73	1.187L	4:43	4:43	4:43	4:57	5:56	6:55	7:54	8:54
300	5:40	61	1.709L	5:40	5:40	5:42	7:08	8:33	9:58	11:24	12:50
375	7:05	48	2.671L	7:05	7:05	8:54	11:08	13:21	15:35	17:48	20:02
450	8:30	41	3.846L	8:30	9:37	12:49	16:01	19:14	22:26	25:38	28:51
525	9:55	35	5.235L	9:55	13:05	17:27	21:49	26:11	30:32	34:54	39:16
600	11:20	30	6.837L	11:24	17:57	22:48	28:30	34:11	39:53	45:35	51:17
675	12:45	27	8.653L	14:25	21:38	28:51	36:04	43:16	50:30	57:42	64:54
750	14:10	24	10.683L	17:48	26:43	35:37	44:31	53:25	62:19	71:13	80:07
825	15:35	22	12.926L	21:33	32:19	43:56	53:52	64:38	75:24	86:10	96:57
900	17:00	20	15.384L	25:39	38:28	51:17	64:06	76:55	89:44	102:34	115:23

2.6.7 Sewer Inspection

The specifications shall include a requirement for inspection of manholes and sewers for water tightness, prior to placing into service.

2.6.7.1 Video Inspection

Inspection on 100% of the sewer using the closed circuit television method and recorded on digital format should be specified. This should be conducted within the one-year guarantee period. This inspection should be carried out preferably during the periods of high ground water table in the spring or fall, or at the discretion of the regulatory agencies.

2.6.7.2 Inspection Record

The complete record of the inspection shall be the property of the owner or the municipality. The original video and one edited copy of the video of the sections showing defects shall be turned over to the owner or municipality.

2.6.7.3 Record Content

The maximum speed of the television camera through the pipe shall be 0.30 metres per second with a 5-second minimum stop at each defective location and a 15 - second minimum stop at each lateral showing a flow discharging into the pipe. The audio part shall include the recording of distances at a maximum interval of three metres and a brief description of every defective location and of each service connection.

2.7 INVERTED SIPHONS

Inverted siphons should have not less than two barrels with a minimum pipe size of 150 mm and shall be provided with necessary appurtenances for convenient flushing and maintenance. The manholes shall have adequate clearances for rodding; and in general, sufficient head shall be provided and pipe sizes selected to secure velocities of at least 0.9 m/s for average flows. The inlet and outlet details shall be so arranged that the normal flow is diverted to one barrel and that either barrel may be cut out of service for cleaning. The vertical alignment should permit cleaning and maintenance.

2.8 PROTECTION OF WATER SUPPLIES

2.8.1 Water-Sewer Cross Connections

There shall be no physical connection between a public or private potable water supply system and a sewer, or appurtenance thereto which would permit the passage of any sewage or polluted water into the potable supply. No water pipe shall pass through or come in contact with any part of a sewer manhole, gravity sewer or sewage forcemain.

2.6.7 Inspection des égouts

Le devis doit comprendre une exigence visant la vérification de l'étanchéité des regards de visite et des égouts avant la mise en service.

2.6.7.1 Inspection au moyen d'une caméra vidéo

Il convient de prescrire une inspection de la totalité de l'égout à l'aide d'un système de télévision en circuit fermé et enregistré en format digital. Cette inspection devrait être menée avant la fin de la période de garantie d'un an et de préférence, au cours des périodes où le niveau de la nappe phréatique est élevé, au printemps ou à l'automne, ou à la discrétion des organismes de réglementation.

2.6.7.2 Dossier d'inspection

Le dossier complet d'inspection est la propriété du propriétaire ou de la municipalité. La bande vidéo originale et une copie de la bande vidéo montée des tronçons qui présentent des défaillances doivent être remises au propriétaire ou à la municipalité.

2.6.7.3 Teneur du dossier

La vitesse maximale de la caméra vidéo à l'intérieur de la canalisation doit être de 0,30 mètre par seconde; il faut prévoir un arrêt d'au moins 5 secondes à l'emplacement de chaque défaillance et un arrêt d'au moins 15 secondes à l'emplacement de chaque conduite secondaire montrant un écoulement à l'intérieur de celle-ci. La partie audio doit comprendre l'enregistrement des distances à intervalles d'au plus trois mètres et une brève description de chaque défaillance et de chaque branchement latéral.

2.7 CANALISATIONS SURBAISSÉES

Les canalisations surbaissées devraient comporter au moins deux conduites d'au moins 150 mm de diamètre et tous les ouvrages nécessaires au rinçage et à l'entretien. Les regards de visite doivent présenter des dégagements suffisants pour le curage; en général, une charge hydraulique suffisante doit être établie, et le diamètre des canalisations doit permettre d'atteindre des vitesses d'au moins 0,9 m/s pour les débits moyens. Les détails de l'entrée et de la sortie doivent être configurés de manière que l'écoulement normal soit dévié vers une conduite et que l'une ou l'autre conduite puisse être mise hors service à des fins de nettoyage. L'alignement vertical devrait permettre le nettoyage et l'entretien.

2.8 PROTECTION DES RÉSEAUX D'APPROVISIONNEMENT EN EAU

2.8.1 Jonctions fautives entre les réseaux d'alimentation en eau et les égouts

Il ne doit y avoir aucun lien physique entre un réseau public ou privé d'alimentation en eau potable et un égout, ou un ouvrage annexe de cet égout qui permettrait le passage d'eaux usées ou polluées dans le réseau d'approvisionnement d'eau potable. Aucune canalisation d'eau potable ne doit traverser ou toucher une partie quelconque d'un regard d'égout, d'un égout gravitaire ou d'un égout collecteur sous pression.

2.8.2 Relation to Water Works Structures

While no general statement can be made to cover all conditions, it is generally recognized that sewers shall be kept remote from public water supply wells or other water supply sources and structures.

2.8.3 Relation to Water Mains

2.8.3.1 Horizontal and Vertical Separation

Whenever possible, sewers should be laid at least three metres horizontally, from any existing or proposed water main. Should local conditions prevent a lateral separation of three metres a sewer may be laid closer than three metres to a water main if:

- a. it is laid in a separate trench, or if;
- b. it is laid in the same trench, with the water main located at one side with a minimum horizontal separation of 300 mm and on a bench of undisturbed earth and if;
- c. in either case the elevation of the top (crown) of the sewer is at least 300 mm below the bottom (invert) of the water main or as required by the Regulatory Agency having jurisdiction.
- d. Where a water main must be installed paralleling a gravity sewer and at a lower elevation than the gravity sewer, the water main must be installed in a separate trench. The soil between the trenches must be undisturbed.

2.8.3.2 Crossings

Whenever sewers must cross under the water mains, the sewer shall be laid at such an elevation that the top of the sewer is at least 450 mm below the bottom of the water main. When the elevation of the sewer cannot be varied to meet the above requirement, the water main shall be relocated to provide this separation or reconstructed with mechanical - joint pipe for a distance of three metres on each side of the sewer. One full length of water main should be centred over the sewer so that both joints will be as far from the sewer as possible.

2.8.3.3 Special Conditions

When it is impossible to obtain proper horizontal and vertical separation as stipulated above, the sewer shall be designed and constructed equal to water pipe and shall be pressure-tested to assure water-tightness.

2.8.2 Lien avec les ouvrages d'adduction d'eau

Bien qu'aucun énoncé ne puisse être formulé pour tenir compte de toutes les conditions, il est généralement reconnu que les égouts doivent être isolés des puits d'approvisionnement public en eau potable et des autres sources et ouvrages d'alimentation en eau.

2.8.3 Lien avec les conduites de distribution

2.8.3.1 Séparation horizontale et verticale

Dans la mesure du possible, les égouts doivent être éloignés d'au moins 3 mètres horizontalement de toute conduite de distribution existante ou projetée. Si, en raison des conditions locales, cette séparation latérale de 3 mètres est impossible, une canalisation d'égout peut être mise en œuvre à moins de 3 mètres d'une conduite de distribution :

- a. si elle est placée dans une tranchée distincte; ou
- b. si elle est placée dans la même tranchée que la conduite de distribution mais que cette dernière, située sur un côté, est séparée horizontalement d'au moins 300 mm de l'égout et placée sur un talus de sol intact, et si
- c. dans un cas comme dans l'autre, la hauteur du sommet (couronne) de l'égout se trouve à au moins 300 mm en dessous du fond (radier) de la conduite de distribution ou à la distance exigée par l'organisme de réglementation compétent.
- d. Lorsqu'une conduite de distribution doit être installée parallèlement à une canalisation d'égout gravitaire et en contrebas de celle-ci, elle doit être mise en œuvre dans une tranchée distincte. Le sol entre les deux tranchées doit être intact.

2.8.3.2 Croisements

Lorsqu'une canalisation d'égout doit passer sous une conduite de distribution, elle doit être installée de manière que son couronnement se trouve à au moins 450 mm sous le radier de la conduite de distribution. Lorsqu'il est impossible de modifier la hauteur de la canalisation d'égout pour répondre à cette exigence, il faut déplacer la conduite de distribution pour assurer cette séparation ou la reconstruire à l'aide de joints mécaniques situés à 3 mètres de part et d'autre de l'égout. Un tronçon pleine longueur de la conduite de distribution doit être centré sur l'égout, de manière que les deux joints soient le plus éloignés possible de l'égout.

2.8.3.3 Conditions spéciales

Lorsqu'il est impossible d'assurer une séparation horizontale et verticale appropriée, comme il est exigé ci-dessus, la canalisation d'égout doit être conçue et construite à égalité avec la conduite de distribution et soumise à un essai de pression permettant d'en vérifier l'étanchéité à l'eau.

2.8.3.4 Warning/Marker and Detection Tape

Warning/marker and detection tape shall be installed continuously with a minimum 1.0 m overlap at joints above water, sewer, and forcemains. Warning/marker tape shall be heavy gauge polyethylene, 150 mm wide and indicate the service line below. Detectable tape shall be either fabricated of detectable metallic material for underground installation or corrosion resistant insulated wires embedded in warning/marker tape. Detection tapes are intended for pipe location and must be installed above the pipe at an elevation 300 mm below ground surface and be detectable using conventional pipe location apparatus.

2.8.3.4 Ruban de mise en garde/marquage et de détection

Un ruban de mise en garde/marquage et de détection doit être posé en continu avec un chevauchement minimal de 1,0 m aux joints, au-dessus des conduites de distribution, des égouts et des égouts collecteurs sous pression. Le ruban de mise en garde/marquage doit être un ruban en polyéthylène épais de 150 mm de largeur et indiquer le type de canalisation qui se trouve en dessous. Le ruban décelable doit être fait d'un matériau métallique décelable conçu pour être posé sous le niveau du sol ou de fils isolés résistant à la corrosion incorporés au ruban. Les rubans de détection servent à indiquer l'emplacement des canalisations et doivent être posés au-dessus de celles-ci, à 300 mm sous la surface du sol, et pouvoir être décelés au moyen d'appareils classiques de localisation des canalisations.

2.9 SEWERS IN RELATION TO STREAMS

2.9 ÉMPLACEMENT DES EGOUTS PAR RAPPORT AUX COURS D'EAU

2.9.1 Location of Sewers on Streams

2.9.1 Emplacement des égouts dans les cours d'eau

2.9.1.1 Cover Depth

The top of all sewers entering or crossing streams shall be at a sufficient depth below the natural bottom of the stream bed to protect the sewer line. In general, the following cover requirements must be met:

2.9.1.1 Hauteur de recouvrement

Le sommet de tous les égouts qui pénètrent dans les cours d'eau ou qui traversent ces derniers doit se trouver à une profondeur suffisante sous le terrain naturel du lit du cours d'eau pour que la canalisation d'égout soit protégée. Règle générale, les exigences de recouvrement suivantes doivent être satisfaites :

- a. 0.3 m of cover is required where the sewer is located in rock;
- b. 0.9 m of cover is required in other material. In major streams, more than 0.9 m of cover may be required.
- c. in paved stream channels, the top of the sewer line should be placed below the bottom of the channel pavement.

- a. une couverture de 0,3 m est exigée lorsque la canalisation d'égout est mise en œuvre dans la roche;
- b. une couverture de 0,9 m est exigée lorsque la canalisation d'égout est mise en œuvre dans d'autres types de sol. Dans les grands cours d'eau, une couverture de plus de 0,9 m peut être exigée.
- c. dans les chenaux de cours d'eau revêtus, le sommet de la canalisation d'égout doit se trouver sous le fond du revêtement du chenal.

Less cover will be approved only if the proposed sewer crossing will not interfere with the future improvements to the stream channel. Reasons for requesting less cover should be given in the project proposal.

Une couverture moins importante ne sera approuvée que si le croisement proposé ne gêne pas les améliorations futures du chenal du cours d'eau. La demande d'approbation d'une couverture réduite doit être discutée dans la proposition de projet.

2.9.1.2 Horizontal Location

Sewers located along streams shall be located outside of the stream bed and sufficiently remote therefrom to provide for future possible stream widening and to prevent pollution by siltation during construction.

2.9.1.2 Emplacement horizontal

Les canalisations d'égout situées le long d'un cours d'eau doivent se trouver à l'extérieur du lit et être suffisamment distantes de celui-ci pour permettre l'élargissement futur du cours d'eau, le cas échéant, et prévenir la pollution par envasement au cours de la construction.

2.9.1.3 Structures

The sewer outfalls, headwalls, manholes, gate boxes or other structures shall be located so they do not interfere with the free discharge of flood flows of the stream.

2.9.1.3 Ouvrages

Les émissaires, les murs de tête, les regards de visite, les regards de vannes et les autres ouvrages doivent être situés en un endroit où ils ne gênent pas le libre déversement des écoulements de crue dans le cours d'eau.

2.9.1.4 Alignment

Sewers crossing streams should be designed to cross the stream as nearly perpendicular to the stream flow as possible and shall be free from change in grade. Sewer systems shall be designed to minimize the number of stream crossings.

2.9.2 Construction

2.9.2.1 Materials

Sewers entering or crossing streams shall be constructed of cast or ductile iron pipe with mechanical joints; otherwise they shall be constructed so they will remain watertight and free from changes in alignment or grade. Material used to backfill the trench shall be stone, coarse aggregate, washed gravel or other materials which will not cause siltation.

2.9.2.2 Siltation and Erosion

Construction methods that will minimize siltation and erosion shall be employed. The design engineer shall include in the project specifications the method(s) to be employed in the construction of sewers in or near streams to provide adequate control of siltation and erosion. Specifications shall require that cleanup, grading, seeding and planting or restoration of all work areas shall begin immediately. Exposed areas shall not remain unprotected for more than seven days.

2.10 AERIAL CROSSINGS

Support shall be provided for all joints in pipes utilized for aerial crossings. The supports shall be designed to prevent frost heave, overturning and settlement.

Precautions against freezing, such as insulation and increased slopes shall be provided. Expansion jointing shall be provided between above-ground and below-ground sewers.

For aerial stream crossings the impact of flood waters and debris shall be considered. The bottom of the pipe shall be placed no lower than the elevation of the fifty (50) year flood.

2.11 ALTERNATIVE WASTEWATER COLLECTION SYSTEMS

2.11.1 Applications

Under a certain set of circumstances, each alternative system has individual characteristics, which may dictate standards for usage. Each potential application should be analyzed to determine which system is most cost effective and which will comply with local

2.9.1.4 Alignement

Les canalisations d'égout qui traversent des cours d'eau doivent être conçues pour les traverser le plus perpendiculairement possible et ne doivent pas présenter de variation de pente. Les réseaux d'égout doivent être conçus de manière que soient réduits au minimum les traverses de cours d'eau.

2.9.2 Construction

2.9.2.1 Matériaux

Les canalisations d'égout qui pénètrent dans des cours d'eau ou qui traversent ceux-ci doivent être constituées de tuyaux en fonte ou en fonte ductile raccordés par des joints mécaniques; sinon, elles doivent être construites de manière à demeurer étanches à l'eau et à ne pas présenter de variations d'alignement ou de pente. Le matériau utilisé pour le remblayage de la tranchée doit être de la roche, un granulat grossier, du gravier lavé ou tout autre matériau qui ne produira pas d'envasement.

2.9.2.2 Envasement et érosion

Il faut employer des méthodes de construction qui réduiront au minimum l'envasement et l'érosion. L'ingénieur concepteur doit indiquer dans le devis du projet les méthodes à employer pour acheminer des canalisations d'égout dans ou à proximité des cours d'eau afin de réduire le risque d'envasement et d'érosion. Dans le devis, on doit exiger que les travaux de nettoyage, de nivellement et de plantation ou la remise en état de toutes les zones des travaux soient exécutés sans délai. Les zones à découvert ne doivent pas demeurer sans protection pendant plus de sept jours.

2.10 CROISSEMENTS AÉRIENS

Des supports doivent être prévus à tous les joints des canalisations utilisées dans des croisements aériens. Ces supports doivent être conçus pour résister au soulèvement dû au gel, au basculement et au tassement.

Des mesures de protection contre le gel, comme l'utilisation d'un calorifuge et une augmentation de la pente, doivent être prévues. Des joints de dilatation doivent être réalisés entre les canalisations de surface et les canalisations souterraines.

Pour les croisements aériens de cours d'eau, il faut tenir compte des incidences des eaux de crue et des débris. La hauteur du fond (radier) des canalisations ne doit pas être inférieure au niveau de crue cinquantennale.

2.11 RÉSEAUX COLLECTEURS ALTERNATIFS

2.11.1 Applications

Dans certaines circonstances, les caractéristiques propres à chaque réseau peuvent dicter les normes d'utilisation. On devrait analyser chaque application potentielle pour déterminer quel réseau sera le plus rentable et lequel sera conforme aux exigences locales. Les caractéristiques

requirements. The following features of various sewerage alternatives are considered in planning a project.

2.11.1.1 Population Density

Conventional sewers are typically costly on a lineal metre basis. When housing is sparse, resulting in long reaches between services, the cost of providing conventional sewers is often prohibitive. Pressure sewers, small diameter gravity sewers, and vacuum sewers are typically less costly on a lineal metre basis, so often prove to be more cost-effective when serving sparse populations.

2.11.1.2 Ground Slopes

Where the ground profile over the sewer main slopes continuously downward in the direction of flow, conventional or small diameter gravity sewers are normally preferred. If intermittent rises in the profile occur, conventional sewers may become cost-prohibitively deep. The variable grade gravity sewer variation of small diameter gravity sewers, by use of inflective gradients and in conjunction with septic tank effluent pump (STEP) pressure sewer connections, can be economically applied. Vacuum sewers may be particularly adaptable to this topographic condition, so long as head requirements are within the limits of available vacuum.

In flat terrain conventional sewers become deep due to the continuous downward slope of the main, requiring frequent use of lift stations. Both the deep excavation and the lift stations are expensive. Small Diameter Gravity Sewers (SDGS) are buried less deep, owing to the flatter gradients permitted. Pressure sewers or vacuum sewers are often found to be practical in flat areas, as ground slope is of little concern. In areas where the treatment facility or interceptor sewer are higher than the service population, pressure sewers and vacuum sewers are generally preferred, but should be evaluated against SDGS systems with lift stations.

2.11.1.3 Subsurface Obstacles

Where rock excavation is encountered, the shallow burial depth of alternative sewer mains reduces the amount of rock to be excavated.

Deep excavations required of conventional sewers sometimes encounter groundwater. Depending on severity, dewatering can be expensive and difficult to accomplish.

suivantes de diverses variantes d'égout doivent être examinées au moment de planifier un projet.

2.11.1.1 Densité démographique

Les égouts classiques sont généralement coûteux au mètre linéaire. Lorsque les logements sont dispersés, ce qui nécessite de longs tronçons entre les branchements, le coût de construction d'un égout classique est souvent prohibitif. Les égouts sous pression, les égouts gravitaires de faible diamètre et les égouts à vide sont ordinairement moins coûteux au mètre linéaire et se révèlent donc plus rentables lorsqu'il faut desservir des populations dispersées.

2.11.1.2 Pentés du sol

Lorsque le profil du sol au-dessus de l'égout présente une pente descendante continue dans le sens de l'écoulement, on privilégie généralement l'utilisation d'égouts classiques ou d'égouts gravitaires de faible diamètre. Si le profil affiche des pentes ascendantes intermittentes, l'égout classique n'est pas le meilleur choix, parce qu'il doit être mis en œuvre à une profondeur qui entraîne des coûts prohibitifs. La version à pente variable des égouts gravitaires de faible diamètre, qui utilise des gradients d'inflexion et des branchements d'égout alimentés par une pompe pour effluents de fosse septique (STEP), peut se révéler un choix économique. Les égouts à vide peuvent être particulièrement bien adaptés à ces caractéristiques topographiques, dans la mesure où les besoins de charge hydraulique se situent dans les limites du vide disponible.

En terrain plat, la profondeur des égouts classiques peut aller en augmentant en raison de la pente continue vers le bas de la canalisation principale, ce qui exige l'utilisation fréquente de stations de pompage. Les excavations profondes et les stations de pompage sont coûteuses. Les égouts gravitaires de faible diamètre sont mis en œuvre à une profondeur moindre parce qu'ils autorisent des gradients plus faibles. Les égouts sous pression et les égouts à vide se révèlent souvent pratiques en terrain plat parce que la pente du sol n'est pas un facteur déterminant. Dans les zones où l'usine d'épuration ou l'intercepteur se trouve à un niveau plus élevé que la population desservie, on privilégie généralement les égouts sous pression et les égouts à vide, mais on devrait comparer les avantages de ces types d'égout à ceux des égouts gravitaires de faible diamètre avec stations de pompage.

2.11.1.3 Obstacles souterrains

Lorsqu'il faut excaver dans le roc, la faible profondeur d'enfouissement des canalisations des égouts alternatifs permet de réduire la quantité de roche à excaver.

Les excavations profondes qu'exigent les égouts classiques sont parfois inondées par les eaux souterraines. Selon la gravité de l'infiltration, les travaux d'assèchement peuvent être coûteux et difficiles à exécuter.

2.11.2 Pressure Sewer Systems

Pressure sewers are small diameter pipelines, buried just below frost level, which follow the profile of the ground. Main diameters typically range from 50 - 150 mm with service lateral diameters of 25 - 38 mm. Polyvinyl Chloride (PVC) is the most common piping material. Piping should be pressure rated for the anticipated operating conditions.

Each home connected to the pipeline requires either a grinder pump or a septic tank effluent pump (STEP). The major difference between the two pressure systems is in the onsite equipment and layout. Modification of household pumping is not required for either system. Pressure systems do not have the large excess capacity typical of conventional gravity sewers therefore they must be designed with a balanced approach with consideration of future growth and internal hydraulic performance.

2.11.2.1 Grinder Pump System⁴

A Grinder Pump pressure sewer has a pump and electrical service at each service connection. The pumps discharge into a pressurized pipe system that terminates at a treatment facility or gravity collector. Since the mains are pressurized there is no infiltration into them; however, infiltration and inflow can occur in the house sewers and the pump wells. In areas where the Grinder Pump sewer system has replaced septic tank and leaching field system, these may be retained for emergency overflow. They should be separated from the pump well by a gate valve that is opened only when necessary to accommodate emergency overflow from the Grinder Pump unit; otherwise, the septic tank and leaching field can become sources of large volumes of infiltration.

The pipe network typically doesn't have closed loops. The sewer profile and the ground surface profile are often parallel and the horizontal alignment can be curvilinear. Cleanouts are used to provide access for flushing. Automatic air release valves are required at and slightly downstream of summits in the sewer profile. Because of the small diameters and curvilinear horizontal and vertical alignment, excavation depths and volumes are typically smaller than conventional sewers, sometimes requiring only a chain trencher.

Grinder Pump systems can use either centrifugal or positive displacement pumps. The choice is typically up to the design engineer. The positive displacement pumps have a discharge nearly independent of head, which may simplify some design problems however it may cause some additional operational problems.

2.11.2 Réseaux d'égout sous pression

Les égouts sous pression sont constitués de canalisations de faible diamètre, enfouies immédiatement sous le niveau de gélification, suivant le profil du sol. Le diamètre des canalisations principales varie de 50 à 150 mm et celui des conduites secondaires, de 25 à 38 mm. Le polychlorure de vinyle (PVC) est le matériau le plus couramment utilisé pour ces canalisations. Les canalisations doivent pouvoir résister aux pressions de service.

Chaque foyer raccordé à la canalisation doit être doté d'une pompe broyeuse ou d'une pompe pour effluents de fosse septique. La principale différence entre les deux systèmes sous pression réside dans l'équipement utilisé sur place et la configuration. Aucun des systèmes n'exige une modification du système de pompage des eaux domestiques. Les réseaux sous pression ne possèdent pas la surcapacité considérable des égouts gravitaires classiques; leur conception doit donc reposer sur un équilibre entre les impératifs d'agrandissement futur et la performance hydraulique interne.

2.11.2.1 Réseaux à pompes broyeuses⁴

Un égout sous pression à pompes broyeuses comporte une pompe et un branchement électrique à chaque branchement de service. La pompe refoule les eaux usées dans un réseau de canalisations sous pression qui aboutit à une usine d'épuration ou à un collecteur gravitaire. Comme les canalisations principales sont sous pression, elles ne présentent pas d'infiltrations; des infiltrations et de l'eau de captage peuvent toutefois être présentes dans les branchements de service et les fosses d'aspiration. Dans les zones où les pompes broyeuses ont remplacé les fosses septiques et les champs d'épuration, ceux-ci peuvent être conservés pour traiter les débordements d'urgence. Ils doivent être isolés de la pompe par un robinet-vanne qui n'est ouvert qu'en cas de besoin, pour traiter les débordements d'urgence de la pompe broyeuse; autrement, la fosse septique et le champ d'épuration peuvent devenir la source de forts volumes d'infiltrations.

Le réseau de canalisations ne comporte ordinairement pas de circuits fermés. Le profil de l'égout et le profil de la surface du sol sont souvent parallèles, et l'alignement horizontal peut être curviligne. Des regards de nettoyage sont utilisés pour accéder au réseau à des fins de rinçage. Des soupapes automatiques d'évacuation d'air doivent être prévues à l'emplacement et légèrement en aval des points hauts de l'égout. En raison des faibles diamètres et de l'alignement horizontal et vertical curviligne des canalisations, les profondeurs et les volumes d'excavation sont ordinairement moins importants que pour les égouts classiques, et un excavateur à godets suffit parfois pour exécuter le travail.

Les pompes broyeuses peuvent être du type centrifuge ou volumétrique. Le choix revient généralement à l'ingénieur concepteur. Dans le cas des pompes volumétriques, le refoulement est quasi indépendant de la charge hydraulique, ce qui peut simplifier certains problèmes de conception mais causer des problèmes de fonctionnement supplémentaires.

2.11.2.2 *Septic Tank Effluent Pump (STEP) System*⁴

A STEP pressure sewer typically has a septic tank and a pump at each service connection. Electrical service is required at each service connection. The pumps discharge septic tank effluent into a pressurized pipe system that terminated at a treatment facility or a gravity sewer. Since the pipes are pressurized, there will be no inflow into them, but infiltration and inflow into the house sewers and the septic/interceptor tanks should be minimized during construction of onsite facilities. The tanks remove grit, settleable solids and grease. The discharge line from the pump is equipped with at least one check valve and one gate valve. The pipe network can contain closed loops but typically does not. The sewer profile and the ground surface profile are often parallel and the horizontal alignment can be curvilinear. Cleanouts are used to provide access for flushing. Automatic air release valves are required at and slightly downstream of summits in all pressure sewer profiles. Because of the small diameter, curvilinear horizontal and vertical alignments, excavation depths and volumes are typically much smaller for pressure sewers than for conventional sewers, sometimes requiring only a chain trencher for excavation.

2.11.2.3 *Design Criteria*⁴

When positive displacement Grinder Pump systems are used, the design flow can be obtained by multiplying the pump discharge by the maximum number of pumps expected to be operating simultaneously. The following equation is used for centrifugal pumps:

$$Q = 1.262 + 0.032D$$

Where:

Q = flow in ℓ/sec

D = number of equivalent dwelling units served.

Note: above equation is for a 20 usgpm pump

The operation of the system under various assumed conditions should be simulated by a computer as a check on the adequacy of the design. Allowances for infiltration and inflow are not required. No minimum velocity is generally used in design, but Grinder Pump systems must attain 1 – 1.5 m/s at least once per day.

A Hazen-Williams coefficient $C = 130$ to 150 is suggested for hydraulic analysis.

2.11.2.2 *Réseau à pompe pour effluents de fosse septique (STEP)*⁴

Un égout sous pression de type STEP comporte généralement une fosse septique et une pompe à chaque branchement de service. Un raccordement électrique doit également être prévu. Les pompes refoulent les effluents des fosses septiques dans un réseau de canalisations sous pression qui aboutit à une usine d'épuration ou à un égout gravitaire. Comme les canalisations sont sous pression, l'eau de captage ne peut y pénétrer, mais il faudrait veiller à minimiser les infiltrations et l'introduction d'eau de captage dans les branchements de service et les fosses septiques ou les intercepteurs pendant la construction des installations sur place. Les fosses retiennent les grosses particules, les solides sédimentables et la graisse. La canalisation de refoulement de la pompe comporte au moins un clapet de non-retour et un robinet-vanne. Le réseau de canalisations peut compter des boucles, mais cette configuration est très rare. Le profil de l'égout et le profil de la surface du sol sont souvent parallèles et l'alignement horizontal peut être curviligne. Des regards de nettoyage sont utilisés pour accéder au réseau à des fins de rinçage. Des soupapes automatiques d'évacuation d'air doivent être prévues à l'emplacement et légèrement en aval des points hauts de l'égout. En raison des faibles diamètres et de l'alignement horizontal et vertical curviligne des canalisations, les profondeurs et les volumes d'excavation sont ordinairement moins importants que pour les égouts classiques, et un excavateur à godets suffit parfois pour exécuter le travail.

2.11.2.3 *Critères de conception*⁴

Dans le cas des réseaux à pompes broyeuses volumétriques, on peut déterminer le débit de calcul en multipliant le refoulement de la pompe par le nombre maximal de pompes devant fonctionner simultanément. L'équation suivante est utilisée pour les pompes centrifuges :

$$Q = 1,262 + 0,032D$$

où :

Q = débit, en ℓ/s

D = nombre de logements équivalents desservis.

Note: l'équation ci-dessus s'applique aux pompes de 20 gal US/min

On devrait effectuer une simulation informatique du fonctionnement du système dans diverses conditions hypothétiques pour s'assurer que ce dernier est adéquat. Il n'est pas nécessaire de prévoir des marges pour les infiltrations et le captage. Aucune vitesse minimale n'est ordinairement utilisée aux fins de calcul, mais les systèmes à pompes broyeuses doivent atteindre une vitesse de 1 à 1,5 m/s au moins une fois par jour.

On suggère l'utilisation d'un coefficient Hazen-Williams C de 130 à 150 pour l'analyse hydraulique.

Pressure mains generally use 50mm or large PVC pipe, although 750mm pipe is preferred owing to the availability of standard tapping equipment. Rubber-ring joints are preferred over solvent welding due to the high coefficient of expansion for PVC pipe. High-density polyethylene (HDPE) pipe with fused joints can also be used.

Grinder Pump and STEP pumps are sized to accommodate the hydraulic grade requirements of the system. Air release valves are placed at high points in the sewer and often vented to soil beds. Grinder Pump effluent is generally about twice the strength of the conventional sewer wastewater (e.g. BOD and TSS of 350mg/l). STEP effluent is pre-treated and has a BOD₅ of 100 to 150mg/l and SS of 50 to 70 mg/l.

2.11.2.4 Monitoring⁴

Detailed records of daily maintenance and annual summaries should be provided. Also specific records for each unit should be kept with the lot facility plan in order to permit maintenance staff to evaluate potential problems prior to the arrival at the site of the emergency call. On larger flow sources, cycle counters may be useful to track any trends, just as periodic line-pressure checks can alert the O&M staff to impending needs.

2.11.2.5 System Layout

Pressure sewer systems should be laid out taking the following into consideration:

- a. Branched layout rather than looped.
- b. Maintain cleansing velocities especially when grinder pump type pressure sewers are used.
- c. Minimize high head pumping and downhill flow conditions.
- d. Locate on lot facilities close to the home for ease of maintenance.
- e. Provide for each home to have its own tank and pump.

2.11.3 Vacuum Sewer Systems

Vacuum sewer systems consist of a vacuum station, collection piping, wastewater holding tanks, and valve pits. In these systems, wastewater from an individual building flows by gravity to the location of the vacuum ejector valve. The valve seals the line leading to the main in order to maintain required vacuum levels. When a given amount of wastewater accumulates behind the valve, the valve opens and then closes

Le réseau sous pression comporte généralement des canalisations de 50 mm ou de grosses canalisations en PVC, bien qu'on privilégie les canalisations de 750 mm en raison de la disponibilité du matériel de piquage standard. Les joints sont plutôt du type à garniture de caoutchouc plutôt que soudés au solvant en raison du coefficient de dilatation élevé des canalisations en PVC. On peut également employer des canalisations en polyéthylène haute densité (HDPE) dotées de joints fusionnés.

Les pompes broyeuses et les pompes pour effluents de fosse septique sont dimensionnées en fonction des exigences de gradient hydraulique du réseau. Des soupapes d'évacuation d'air sont installées aux points hauts de l'égout et débouchent souvent dans le sol. La concentration des effluents des pompes broyeuses est généralement deux fois plus forte que celle des effluents des égouts classiques (p. ex., DBO et matières en suspension de 350 mg/l). Les effluents des pompes STEP sont prétraités et présentent un DBO₅ de 100 à 150 mg/l et des matières en suspension de 50 à 70 mg/l.

2.11.2.4 Surveillance⁴

Il convient de tenir des registres détaillés de l'entretien quotidien et d'établir des sommaires annuels. Par ailleurs, il faudrait conserver les registres tenus pour chaque appareil avec le plan des installations pour permettre au personnel d'entretien d'évaluer les problèmes potentiels avant d'arriver sur les lieux d'un appel d'urgence. Sur les sources à fort débit, il peut être utile d'installer des compteurs de cycles pour établir les tendances, et des vérifications périodiques de la pression à l'intérieur des canalisations peut alerter le personnel d'exploitation et d'entretien des besoins imminents.

2.11.2.5 Configuration du réseau

On devrait configurer les réseaux d'égout sous pression en tenant compte des points suivants :

- a. Configuration ramifiée plutôt qu'en boucle.
- b. Maintien des vitesses d'autocurage, en particulier dans le cas de réseaux sous pression à pompes broyeuses.
- c. Réduction des conditions de pompage haute pression et d'écoulement vers le bas.
- d. Aménagement des installations sur place à proximité de la maison pour faciliter l'entretien.
- e. Aménagement d'une fosse/installation d'une pompe à chaque maison.

2.11.3 Réseaux d'égout à vide

Les réseaux d'égout à vide sont constitués d'un poste de collecte sous vide, de collecteurs de reprise, de réservoirs de rétention des eaux usées et de boîtes de vannes. Dans ces réseaux, les eaux usées provenant de chaque bâtiment s'écoulent par gravité en direction de la vanne d'évacuation. Celle-ci obture la conduite qui aboutit à la canalisation principale pour maintenir les niveaux de vide nécessaires. Lorsqu'une quantité donnée d'eaux usées s'accumule

allowing a liquid plug to enter the line. Vacuum pumps in a central location maintain the vacuum in the system.

2.11.3.1 Services

Each home on the system should have its own holding tank and vacuum ejector valve. Holding tank volume is usually 115 l. As the wastewater level rises in the sump, air is compressed in a sensor tube which is connected to the valve controller. At a preset point, the sensor signals the vacuum valve to open. The valve stays open for an adjustable period of time and then closes. During the open cycle, the holding tank contents are evacuated. The timing cycle is field adjusted between 3 and 30 seconds. This time is usually set to hold the valve open for a total time equal to twice the time required to admit the wastewater. In this manner, air at atmospheric pressure is allowed to enter the system behind the wastewater. The time setting is dependent on the valve location since the vacuum available will vary throughout the system, thereby governing the rate of wastewater flow.

The valve pit is typically located along a property line and may be combined with the holding tank. These pits are usually made of fibreglass, although modified concrete manhole sections have been used. An anti-flotation collar may be required in some cases.

2.11.3.2 Collection Piping

The vacuum collection piping usually consists of 100 mm and 150 mm mains. Smaller 75 mm mains are not recommended as the cost savings of 75 mm versus 100 mm mains are considered to be insignificant.

Rubber gasketed PVC pipe which has been certified by the manufacturer as being suitable for vacuum service is recommended. Solvent welding should be avoided when possible. The mains are generally laid to the same slope as the ground with a minimum slope of 0.2 percent. For uphill transport, lifts are placed to minimize excavation depth. There are no manholes in the system; however, access can be gained at each valve pit or at the end of a line where an access pit may be installed. Installation of the pipe and fittings follows water distribution system practices. Division valves are installed on branches and periodically on the mains to allow for isolation when troubleshooting or when making repairs. Plug valve and resilient wedge gate valves have been used.

derrière la vanne, cette dernière s'ouvre puis se ferme pour permettre à un bouchon liquide de pénétrer dans la canalisation. Des pompes à vide centralisées maintiennent le vide dans le réseau.

2.11.3.1 Branchements

Chaque maison desservie par le réseau devrait posséder son propre réservoir de rétention et sa vanne d'évacuation. Le volume d'un réservoir de rétention est ordinairement de 115 l. À mesure que le niveau des eaux usées monte dans le puisard, l'air est comprimé dans un tube capteur relié à la commande de vanne. À une valeur prédéterminée, le capteur indique à la vanne qu'elle doit s'ouvrir. Cette dernière demeure ouverte pendant une période modulable puis se ferme. Pendant le cycle d'ouverture, le contenu du réservoir de rétention est évacué. La durée de l'intervalle est réglée sur place entre 3 et 30 secondes. Cet intervalle est généralement réglé de manière que la vanne demeure ouverte pendant une période totale égale à deux fois la durée d'admission des eaux usées. De cette manière, de l'air à la pression atmosphérique peut pénétrer dans le réseau à la suite des eaux usées. L'intervalle choisi dépend de l'emplacement de la vanne d'évacuation puisque le vide disponible varie à l'intérieur du réseau et régit le débit des eaux usées.

La boîte de vanne est ordinairement située le long d'une limite de propriété et peut être combinée au réservoir de rétention. Ces boîtes sont généralement en fibres de verre, bien que des sections de regard en béton modifié aient été utilisées à cette fin. Il peut être nécessaire d'utiliser une collerette antiflotation dans certains cas.

2.11.3.2 Réseaux collecteurs

Les réseaux collecteurs à vide sont ordinairement constitués de canalisations de 100 et de 150 mm. Il n'est pas recommandé d'utiliser des canalisations de 75 mm parce que les économies que permettraient de réaliser des canalisations de plus faible diamètre sont réputées négligeables.

Il est recommandé d'utiliser des canalisations en PVC munies de joints en caoutchouc, dont la convenance à des applications sous vide est certifiée par le fabricant. Dans la mesure du possible, on devrait éviter les soudures au solvant. Les canalisations suivent généralement la pente du sol, qui doit être d'au moins 0,2 %. Pour le transport en montée, on utilise des stations de pompage pour limiter la profondeur d'excavation. Le réseau ne comporte pas de regards de visite; on peut cependant accéder à chaque boîte de vanne ou à l'extrémité de chaque canalisation, où un puits d'accès peut être installé. La méthode de pose des canalisations et des raccords correspond à celle employée pour les réseaux de distribution. Des soupapes d'isolement sont installées sur les conduites secondaires et à intervalles réguliers sur les canalisations principales pour en assurer l'isolement à des fins de dépannage ou de réparation. Des robinets à bouchon et des robinets-vannes à siège oblique souples ont été utilisés à cette fin.

2.11.3.3 Vacuum Station

Vacuum stations are typically two-storey concrete and block buildings approximately 7.5 m x 9 m in floor plan. Equipment in the station includes a collection tank, a vacuum reservoir tank, vacuum pumps, wastewater pumps, and pump controls. In addition, an emergency generator is standard equipment, whether it is located within the station, outside the station in an enclosure, or is of the portable, truck mounted variety.

The collection tank is made of either steel or fibreglass. The vacuum reservoir tank is connected directly to the collection tank to prevent droplet carryover and to reduce the frequency of vacuum pump starts. Vacuum pumps can be either liquid ring or sliding vane type and are sized for a 3 - 5 hr/d run-time. The wastewater discharge pumps are non-clog pumps with sufficient net positive suction head to overcome tank vacuum. Level control probes are installed in the collection tank to regulate the wastewater pumps. A fault monitoring system alerts the system operator should a low vacuum or high wastewater level condition occur.

2.11.3.4 Design Criteria⁴

There are no universally accepted criteria for vacuum sewers; however the following are commonly used:

The maximum capacity of a 750mm interface valve is 52 l/sec and 1.5m of water is the minimum vacuum head needed to operate an interface valve.

Vacuum sewer system, design rules have been developed largely by studying operating systems. Important design parameters are presented in Table 2.5 and Table 2.6.

2.11.3.3 Stations de collecte sous vide

Les stations de collecte sous vide sont ordinairement des bâtiments de deux étages en blocs de béton présentant une aire de plancher d'environ 7,5 m x 9 m. L'équipement de la station comprend un réservoir de collecte, un réservoir à dépression, des pompes à vide, des pompes à eaux usées et des commandes de pompage. Un groupe électrogène de secours fait également partie de l'équipement courant; il peut être situé à l'intérieur du bâtiment ou dans une enceinte à l'extérieur de la station ou encore être du type portable et monté sur camion.

Le réservoir de collecte peut être en acier ou en fibres de verre. Le réservoir à pression négative est raccordé directement au réservoir de collecte, ce qui prévient l'entraînement de gouttelettes et réduit la fréquence de démarrage de la pompe à vide. Les pompes à vide peuvent être du type à anneau liquide ou à palettes coulissantes et sont dimensionnées pour fonctionner à raison de 3 à 5 heures par jour. Les pompes de refoulement des eaux usées sont des pompes anticolmatantes qui présentent une hauteur d'aspiration nette suffisante pour vaincre le vide du réservoir. Des sondes de niveau sont installées dans le réservoir pour réguler les pompes à eaux usées. Un système de surveillance des anomalies alerte l'opérateur si le niveau de vide est trop bas ou si le niveau d'eaux usées est trop élevé.

2.11.3.4 Critères de conception⁴

Il n'existe pas de critères universellement acceptés pour les égouts à vide; cependant, les critères indiqués ci-après sont des critères courants.

La capacité maximale d'une soupape d'admission de 750 mm est de 52 l/s, et une hauteur d'aspiration d'au moins 1,5 m d'eau est nécessaire pour activer une soupape d'admission.

On a, dans une large mesure, élaboré les règles de conception des réseaux d'égout à vide en étudiant des systèmes en service. Les paramètres de conception les plus importants sont présentés aux tableaux 2.5 et 2.6.

TABLE 2.5 TABLEAU 2.5	MAIN LINE DESIGN PARAMETERS PARAMÈTRES DE CONCEPTION DES CANALISATIONS PRINCIPALES
Minimum distance between lifts Distance minimale entre les points de relèvement	6 m
Minimum distance of 0.2 percent slope prior to a series of lifts Distance minimale à une pente de 0,2 % avant une série de points de relèvement	15 m
Minimum distance between top of lift and any service lateral Distance minimale entre le sommet du point de relèvement et tout branchement de service	2 m
Minimum slope Pente minimale	0.2%

TABLE 2.6 TABLERAU 2.6	GUIDELINES FOR DETERMINING LINE SLOPES^a LIGNES DIRECTRICES POUR LA DÉTERMINATION DE LA PENTE DES CANALISATIONS^a
Line Size Diamètre de canalisation	Use Largest of: Utiliser la valeur la plus élevée de :
100 mm Mains Canalisation de 100 mm	- 0.2% - Ground Slope Pente du sol - 80% of pipe diameter (Between lifts only) 80 % du diamètre de la canalisation (entre les stations de pompage seulement)
150 mm Mains Canalisation de 150 mm	- 0.2% - Ground Slope Pente du sol - 40% of pipe diameter (Between lifts only) 40 % du diamètre de la canalisation (entre les stations de pompage seulement)

a – Assuming minimum cover at top of slope.

a – Compte tenu d'une couverture minimale au point haut de la pente.

Table 2.7 shows at what length the 0.2 percent slope will govern vs. the percentage of pipe diameter for the slopes between lifts.

Le tableau 2.7 montre à quelle distance la pente de 0,2 % ou le pourcentage du diamètre de la canalisation déterminera les pentes entre les points de relèvement.

TABLE 2.7 TABLERAU 2.7	GOVERNING DISTANCES FOR SLOPES BETWEEN LIFTS DISTANCES RÉGISSANT LES PENTES ENTRE LES POSTES DE RELÈVEMENT		
Pipe Diameter Diamètre de canalisation (mm)	Distance (m)	Governing Factor Facteur déterminant	
100	<40	80% of pipe diameter 80 % du diamètre de canalisation	
100	>40	0.2% slope Pente de 0,2 %	
>150	<30	40% of pipe diameter 40 % du diamètre de canalisation	
>150	>30	0.2% slope Pente de 0,2 %	

The AIRVAC Company has developed Table 2.8 recommending maximum design flows for each pipe size.

La société AIRVAC a élaboré le tableau 2.8, qui indique les débits maximaux de calcul recommandés pour chaque diamètre de canalisation.

TABLE 2.8 TABLERAU 2.8	MAXIMUM FLOW FOR VARIOUS PIPE SIZES DÉBIT MAXIMAL POUR DIVERS DIAMÈTRES DE CANALISATION	
Pipe Diameter Diamètre de canalisation (mm)	Maximum Flow (l/sec) Débit maximal (l/s)	
100	3.5	
150	9.5	
200	19.2	
250	34.4	

The maximum number of homes served for various pipe sizes is presented in the following table.

Le nombre maximal de logements desservis pour divers diamètres de canalisation est indiqué au tableau ci-après.

TABLE 2.9 TABLEAU 2.9	MAXIMUM NUMBER OF HOMES SERVED FOR VARIOUS PIPE SIZES NOMBRE MAXIMAL DE LOGEMENTS DESSERVIS POUR DIVERS DIAMÈTRES DE CANALISATION	
Pipe Diameter Diamètre de canalisation (mm)		Homes Served Logements desservis
100		70 ^a
150		260
200		570
250		1050

a – The recommended maximum length of any 100mm run is 610 m, which may limit the amount of homes served to a value less than 70.

a – La longueur maximale recommandée pour un tronçon donné d'une canalisation de 100 mm est de 610 m, ce qui peut ramener la quantité de logements desservis à moins de 70.

The sum of friction and lift losses should not exceed approximately 4m of water. Frictional losses may be estimated using a modified Hazen-Williams formula. The recommended height of a lift is 30 cm in 100mm pipe and 46 to 70cm in larger pipes. The loss due to a lift is taken as the invert to invert rise less the internal pipe diameter.

La somme des pertes dues au frottement et au relèvement ne devrait pas dépasser environ 4 mètres d'eau. Les pertes dues au frottement peuvent être estimées à l'aide d'une formule Hazen-Williams modifiée. La hauteur recommandée pour un relèvement est de 30 cm pour les canalisations de 100 mm et de 46 à 70 cm pour les canalisations de plus fort diamètre. La perte due au relèvement correspond à la hauteur de relèvement de radier à radier moins le diamètre intérieur de la canalisation.

Dual vacuum pumps should each be sized to handle airflow at design conditions. Dual sewage pumps should each be sized to handle design flow. The collection tank volume should be at least three times the working volume. The working volume should be chosen to allow a sewage pump to start every 15 minutes at design flow. A 1,500 l vacuum reserve tank is normally used. 1 to 3 minutes should be the vacuum pump run time.

Les pompes à vide jumelées devraient être dimensionnées de manière que chaque pompe puisse prendre en charge l'écoulement d'air dans les conditions de calcul. Les pompes jumelées de relèvement d'eaux usées devraient être dimensionnées de manière que chaque pompe puisse prendre en charge le débit de calcul. Le volume du réservoir de collecte doit être d'au moins trois fois le volume effectif. Il faudrait déterminer le volume effectif de façon qu'une pompe de relèvement d'eaux usées démarre toutes les 15 minutes au débit de calcul. Un réservoir à dépression de réserve de 1500 l est généralement utilisé. La pompe à vide devrait fonctionner de 1 à 3 minutes.

2.11.3.5 Monitoring⁴

In order to anticipate potential problems the monitoring programs should include cycle counter readings and spot checks of vacuum pressure at various locations in the piping network.

2.11.3.5 Surveillance⁴

Pour permettre de prévoir les problèmes potentiels, les programmes de surveillance devraient comprendre des lectures des compteurs de cycles et des vérifications ponctuelles du niveau de vide à divers endroits du réseau de canalisations.

2.11.4 Small Diameter Gravity Sewers

Small diameter gravity sewers (SDGS) require preliminary treatment through the use interceptor or septic tanks upstream of each connection. With the solids removed, the collector mains need not be designed to carry solids as conventional sewers must be. Collector mains are smaller in diameter and laid with

2.11.4 Égouts gravitaires de faible diamètre

Dans les égouts gravitaires de faible diamètre, il faut soumettre les eaux usées à un traitement préliminaire dans un intercepteur ou des fosses septiques situées en amont de chaque branchement. Les solides ainsi retirés, il n'est pas nécessaire de calculer les canalisations du collecteur pour que celles-ci transportent des solides, comme dans le cas des

variable or inflective gradients. Fewer manholes are used and most are replaced with cleanouts except at major junctions to limit infiltration/inflow and entry of grit. The required size and shape of the mains is dictated primarily by hydraulics rather than solids carrying capabilities.

2.11.4.1 House Connections

House connections are made at the inlet to the interceptor tank. All household wastewaters enter the system at this point.

2.11.4.2 Interceptor Tanks

Interceptor tanks are buried, watertight tanks with baffled inlets and outlets. They are designed to remove both floating and settleable solids from the waste stream through quiescent settling over a period of 12-24 hours. Ample volume is provided for storage of the solids which must be periodically removed through an access port. Typically, a single-chamber septic tank, vented through the house plumbing stack vent, is used as an interceptor tank.

2.11.4.3 Service Laterals

Service Laterals connect the interceptor tank with the collector main. Typically, they are 75-100 mm in diameter, but should be no larger than the collector main to which they are connected. They may include a check valve or other backflow prevention device near the connection to the main.

2.11.4.4 Collector Mains

Collector mains are small diameter plastic pipes with typical minimum diameters of 75 - 100 mm. The mains are trenched into the ground at a depth sufficient to collect the settled wastewater from most connections by gravity. Unlike conventional gravity sewers, small diameter gravity sewers are not necessarily laid on a uniform gradient with straight alignments between cleanouts or manholes. In places, the mains may be depressed below the hydraulic gradeline. Also, the alignment may be curvilinear between manholes and cleanouts to avoid obstacles in the path of sewers.

égouts classiques. Les canalisations de collecteur présentent un plus faible diamètre et des gradients variables ou des zones d'inflexion. Le nombre de regards de visite utilisés est moindre et la plupart sont remplacés par des regards de nettoyage, sauf aux principales jonctions, ce qui limite les infiltrations et l'introduction d'eau de captage ainsi que la pénétration de grosses particules. Le diamètre et la forme des canalisations sont davantage dictés par l'hydraulique que par la capacité de transport des solides.

2.11.4.1 Branchements d'égout

Les branchements sont réalisés à l'entrée du réservoir collecteur. Toutes les eaux domestiques pénètrent dans le réseau à cet endroit.

2.11.4.2 Réservoirs collecteurs

Les réservoirs collecteurs sont des réservoirs souterrains étanches qui comportent des entrées et des sorties à chicanes. Ils sont conçus pour retenir à la fois les corps flottants et les solides sédimentables du flux d'eaux usées au cours d'une période de décantation au repos de 12 à 24 heures. Un volume important est prévu pour le stockage des solides, qui doivent être périodiquement retirés par un orifice d'accès. Généralement, une fosse septique à un seul compartiment, dont la mise à l'air libre est assurée par la colonne de plomberie domestique, est utilisée comme réservoir collecteur.

2.11.4.3 Conduites secondaires

Des conduites secondaires relient le réservoir collecteur aux canalisations principales du collecteur. Ces conduites font généralement de 75 à 100 mm de diamètre, mais elles ne doivent pas être plus grosses que la canalisation principale du collecteur à laquelle elles sont raccordées. Elles peuvent comporter un clapet de non-retour ou un autre dispositif de protection contre les refoulements à proximité du raccordement à la canalisation principale.

2.11.4.4 Canalisations principales du collecteur

Les canalisations principales du collecteur sont des canalisations en plastique de faible diamètre, le diamètre minimal étant généralement de 75 à 100 mm. Ces canalisations sont posées en tranchée à une profondeur suffisante pour intercepter par gravité les eaux usées décantées de la plupart des canalisations de branchement. Contrairement aux égouts gravitaires classiques, les égouts gravitaires de faible diamètre ne présentent pas nécessairement un gradient uniforme et des alignements rectilignes entre les regards de nettoyage ou les regards de visite. Par endroits, les canalisations peuvent être surbaissées par rapport au profil d'écoulement hydraulique. L'alignement peut également être curviligne entre les regards de visite et les regards de nettoyage aux fins de contournement des obstacles qui se trouvent sur le tracé de l'égout.

2.11.4.5 Cleanouts, Manholes, and Vents

Cleanouts, manholes, and vents provide access to the collector mains for inspection and maintenance. In most circumstances, cleanouts are preferable to manholes because they are less costly and can be more tightly sealed to eliminate most infiltration and grit which commonly enter through manholes. Vents are necessary to maintain free flowing conditions in the mains. Vents in household plumbing are sufficient except where depressed sewer sections exist. In such cases, air release valves or ventilated cleanouts may be necessary at the high points of the main.

2.11.4.6 Lift Stations

Lift stations are necessary where the elevation differences do not permit gravity flow. Either STEP units (see Section 2.11.2.2) or mainline lift stations may be used. STEP units are small lift stations installed to pump wastewater from one or a small cluster of connections to the collector main, while a mainline lift station is used to service all connections in a larger drainage basin.

2.11.4.7 Design Criteria⁴

Peak flows are based on the following formula :

$$Q = 1.262 + 0.032D$$

Where:

Q = flow in l/sec

D = number of equivalent dwelling units served

NB. above equation for 20usgpm pump

A determination of peak flows is used for design instead of actual flow data. Each segment of sewer is analyzed by the Hazen-Williams or Manning equation. Roughness coefficients of 130 to 140 for Hazen-Williams and 0.011 for Manning's are commonly used. No minimum velocity is required. Check valves may be used in flooded or other sections on service laterals where backup from the main is possible.

All components must be corrosion-resistant and all discharges (e.g., to a conventional gravity interception or treatment facility) must be made through drop inlets below the liquid level to minimize odours. The system is ventilated through service-connection house

2.11.4.5 Regards de nettoyage, regards de visite et canalisations de ventilation

Les regards de nettoyage, les regards de visite et les canalisations de ventilation donnent accès aux canalisations principales du collecteur à des fins d'inspection et d'entretien. Le plus souvent, il vaut mieux utiliser des regards de nettoyage que des regards de visite parce qu'ils sont moins coûteux et peuvent être fermés hermétiquement, ce qui permet d'éliminer les infiltrations de même que l'introduction de grosses particules qui pénètrent souvent dans les égouts par les regards de visite. Les canalisations de ventilation sont nécessaires pour maintenir le libre écoulement des eaux usées dans les canalisations d'égout. Les canalisations de ventilation du réseau de plomberie domestique sont suffisantes, sauf si certains tronçons de l'égout sont surbaissés. Dans ce cas, il peut être nécessaire de prévoir des soupapes d'évacuation d'air ou des regards de nettoyage ventilés aux points hauts de la canalisation.

2.11.4.6 Postes de relèvement

Il faut prévoir des postes de relèvement lorsque les dénivellations ne permettent pas un écoulement gravitaire. À cette fin, on peut utiliser des pompes pour effluents de fosse septique (voir la section 2.11.2.2) ou des stations de pompage pour les canalisations principales. Les pompes pour effluents de fosse septique sont de petits postes qui servent à pomper les eaux usées d'une canalisation de branchement ou d'un petit groupe de branchements raccordés à la canalisation principale du collecteur tandis qu'une station de pompage dessert tous les branchements à l'intérieur d'un grand bassin hydrographique.

2.11.4.7 Critères de conception⁴

Les débits de pointe sont fondés sur la formule suivante :

$$Q = 1,262 + 0,032D$$

où :

Q = débit, en l/s

D = nombre de logements équivalents desservis

NB. l'équation ci-dessus s'applique aux pompes de 20 gal US/min

Pour la conception, on se base sur les débits de pointe déterminés plutôt que sur le débit réel. Chaque tronçon de canalisation est analysé au moyen de l'équation de Hazen-Williams ou de Manning. On emploie souvent des coefficients de rugosité de 130 à 140 pour l'équation de Hazen-Williams et de 0,011 pour l'équation de Manning. Aucune vitesse minimale n'est nécessaire. Des clapets de non-retour peuvent être utilisés dans les tronçons inondés ou les tronçons des conduites secondaires qui présentent un risque de refoulement des eaux de la conduite principale.

Tous les composants doivent être du type anticorrosion, et la décharge (p.ex., dans un intercepteur gravitaire classique ou une installation de traitement) doit se faire par des bouches d'égout situées sous le niveau du liquide, aux fins de réduction des odeurs. Le réseau est ventilé au

vent stacks. Other atmospheric openings should be directed to sound beds for odour control, unless they are located away from the populace.

Mainline cleanouts are generally spaced at 120 to 300m apart. The septic (interceptor) tank effluent is generally assumed to contain 100 to 150 mg/l BOD₅ and 50 to 75 mg/l SS. Treatment is normally achieved by stabilization pond or by subsurface infiltration.

2.11.4.7.1 Monitoring⁴

Some management schemes involve biannual tank inspection and pumping schedule (e.g. 3 to 5 year for residential users and every year for commercial users). Otherwise, no monitoring plan is typically established.

2.11.5 Detailed Design Guidelines

The above are general design considerations only. For detailed design refer to:

Alternative Sewer Systems, Manual of Practice No. FD-12, Facilities Development, Water Pollution Control Federation, Alexandria, VA, 1986.

U.S. Environmental Protection Agency: Manual: *Alternative Wastewater Collection Systems*, EPA-625/1-91/024, Office of Research and Development, Washington, DC, 1991.

Footnote References

1. Mays, Larry W., "Stormwater Collection Systems Design Handbook", 2001.
2. Metcalf & Eddy Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, Boston, Massachusetts, 1991
3. Water Environment Federation: Existing Sewer Evaluation & Rehabilitation, Manual of Practice no. FD-6, Alexandria, VA, 1994.
4. U.S. Environmental Protection Agency: Manual: Wastewater Treatment/Disposal for Small Communities, EPA-625/1-92/005, Office of Research and Development, Cincinnati, OH, 1992

moyen des colonnes de ventilation secondaire des branchements de service. Les autres orifices de mise à l'air libre doivent déboucher sur des lits non altérés aux fins d'élimination des odeurs, à moins que ces orifices ne soient situés à bonne distance des zones habitées.

Les regards de nettoyage des canalisations principales sont généralement espacés de 120 à 300 m. Les effluents des fosses septiques (intercepteurs) sont réputés présenter une DBO de 100 à 150 mg/l BOD₅ et renfermer de 50 à 75 mg/l de matières en suspension (MES). Pour traiter ces effluents, on utilise ordinairement un étang de stabilisation ou des injections souterraines.

2.11.4.7.1 Surveillance⁴

Certains plans de gestion comprennent une inspection semestrielle des réservoirs et des inspections régulières des pompes (p. ex., tous les 3 à 5 ans pour les utilisateurs résidentiels et tous les ans pour les utilisateurs commerciaux). Aucun autre plan de surveillance n'est généralement établi.

2.11.5 Lignes directrices détaillées pour la conception

Les lignes directrices qui précèdent ne sont que des indications générales de conception. Pour des renseignements plus détaillés, on peut consulter les ouvrages suivants :

Alternative Sewer Systems, Manual of Practice No. FD-12, Facilities Development, Water Pollution Control Federation, Alexandria, VA, 1986.

U.S. Environmental Protection Agency: Manual: *Alternative Wastewater Collection Systems*, EPA-625/1-91/024, Office of Research and Development, Washington, DC, 1991.

Ouvrages de référence (notes de bas de page)

1. Mays, Larry W., « Stormwater Collection Systems Design Handbook », 2001.
2. Metcalf & Eddy Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and Reuse, Boston, Massachusetts, 1991.
3. Water Environment Federation: Existing Sewer Evaluation & Rehabilitation, Manual of Practice no. FD-6, Alexandria, VA, 1994.
4. U.S. Environmental Protection Agency: Manual: Wastewater Treatment/Disposal for Small Communities, EPA-625/1-92/005, Office of Research and Development, Cincinnati, OH, 1992.

CHAPTER 3 SEWAGE PUMPING STATIONS

3.1 GENERAL

3.1.1 Location

Sewage pumping station structures and electrical and mechanical equipment shall be protected from physical damage from the one hundred (100) year flood. Sewage pumping stations should remain fully operational and accessible during the twenty-five (25) year flood.

During preliminary location planning, consideration should be given to the potential of emergency overflow provisions and as much as practically possible the avoidance of health hazards, nuisances and adverse environmental effects.

3.1.2 Design Capacity

3.1.2.1 *Separate Sewer Systems*

Pumps and controls should be able to pump the expected twenty-five year peak sewage flows, under normal growth conditions, with the largest capacity pump out of operation. Sewage pumping station facilities should be designed to accommodate the expected 25 year peak sewage flows by upgrading pumps and controls. See Section 2.3 for the recommended approach for the calculation of peak sewage flows. In certain cases, where it can be shown that staging of construction will be economically advantageous, lesser design periods may be used provided it can be demonstrated that the required capacity can be "on-line" when needed. Pumping station overflows shall be permitted under the requirements of Section 3.3.

If only two pumps are provided, they should have the same capacity. Each shall be capable of handling the expected peak sewage flow. Where three or more units are provided, they should be designed to fit actual flow conditions and must be of such capacity that with any one unit out of service the remaining units will have capacity to handle maximum sewage flows, taking into account head losses associated with parallel operation.

3.1.2.2 *Combined Sewer Systems*

It may be impractical or economical to design a sewage pumping station on a combined sewer system to pump the expected twenty-five year peak sewage flow, with the largest capacity pump out of operation. Under these conditions the following shall be considered in determining the appropriate design capacity:

CHAPITRE 3 STATIONS DE POMPAGE D'EAUX USÉES

3.1 GÉNÉRALITÉS

3.1.1 Emplacement

La structure des stations de pompage d'eaux usées et les installations électriques et mécaniques doivent être protégées contre les dommages physiques que pourraient causer les crues à récurrence de 100 ans. Les stations de pompage devraient demeurer entièrement fonctionnelles et accessibles pendant les crues à récurrence de 25 ans.

Durant la planification préliminaire de l'emplacement, il convient de prévoir des dispositifs d'urgence en cas de débordement et, dans la mesure du possible, de prévenir les risques pour la santé, les nuisances et les effets nocifs sur l'environnement.

3.1.2 Capacité nominale

3.1.2.1 *Réseaux d'égout séparatif*

Les pompes et les systèmes de commande devraient pouvoir assurer le pompage des crues de calcul à récurrence de 25 ans, dans des conditions normales de croissance, lorsque la pompe au débit le plus élevé est hors service. Les installations des stations de pompage devraient être conçues de manière à pouvoir prendre en charge les crues à récurrence de 25 ans prévues après mise à niveau des pompes et des dispositifs de commande. Voir la section 2.3 pour connaître la méthode recommandée pour le calcul des débits de pointe. Dans certains cas, lorsqu'on peut démontrer qu'une méthode de construction par tranche est avantageuse sur le plan économique, on peut utiliser des périodes de calcul plus courtes, s'il peut être établi que le débit nécessaire sera disponible au moment voulu. Les débordements d'eau usée des stations de pompage peuvent être tolérés sous réserve des exigences de la section 3.3.

Lorsque deux pompes seulement sont utilisées, celles-ci devraient être de même capacité. Chacune doit pouvoir prendre en charge les débits de pointe d'eaux usées prévus. Lorsque trois pompes ou plus sont utilisées, celles-ci devraient être conçues en fonction des conditions réelles d'écoulement et avoir une capacité suffisante pour pomper les débits maximaux si une pompe est hors service, compte tenu des pertes de charge associées au fonctionnement en parallèle.

3.1.2.2 *Réseaux d'égout unitaire*

Il peut ne pas être pratique ou économique de concevoir la station de pompage d'un réseau d'égout unitaire pour que celle-ci prenne en charge le débit de pointe à récurrence de 25 ans prévu, lorsque la pompe ayant la capacité la plus élevée est hors service. Dans ces conditions, il faut tenir compte des points suivants au moment de déterminer la capacité nominale de la station :

- a) the minimization of combined sewer overflows.
- b) the minimization of pumping station overflows as outlined in Section 3.3.

3.1.3 Accessibility

Sewage pumping stations shall be readily accessible by maintenance vehicles during all weather conditions. The facility should be located off the traffic way of streets and alleys.

3.1.4 Grit

Where it may be necessary to pump sewage prior to grit removal, the design of the wet wells should receive special attention and the discharge piping shall be designed to prevent grit settling in pump discharge lines of pumps not operating.

3.1.5 Sewer Entry

If more than one sewer enters the site of the pumping station, a junction manhole should be provided so that only a single sewer entry to the wet well is required.

3.1.6 Fencing

Pumping stations and associated facilities located in areas subject to vandalism or in areas warranting higher security may be fenced as a safety precaution. The fence shall have an opening gate for entry of vehicles and equipment, and the gate shall be kept locked to prevent vandalism.

3.1.7 Heating

Automatic heating may be required at pumping stations, to prevent freezing in cold weather and to maintain a comfortable working temperature (there may be exceptions in the case of small below ground wet well or manhole type lift stations).

3.1.8 Piping System

The design of the pumping and piping systems should account for the potential of surge, water hammer, and special requirements for pump seals associated with wastewater service.

Suction and discharge piping should be sized to accommodate expected peak hourly flows with velocities ranging from 0.8 m/s to 2.0 m/s, where feasible velocities at the low end of the range are preferable. Consideration should be given to providing access ports for such things as sampling, swabbing, and/or flushing discharge pressure gauge(s).

- a) réduction des débordements de l'égout unitaire;
- b) réduction des débordements de la station de pompage, comme il est indiqué à la section 3.3.

3.1.3 Accessibilité

Les stations de pompage d'eaux usées doivent être accessibles aux véhicules d'entretien dans toutes les conditions météorologiques. L'installation devrait être située à bonne distance des voies publiques et des couloirs de circulation.

3.1.4 Sable

Lorsqu'il faut pomper les eaux usées avant le dessablage, il faut porter une attention particulière à la conception des puits de captage et s'assurer que les canalisations de refoulement ne favorisent pas les dépôts de sable dans les canalisations de refoulement des pompes inactives.

3.1.5 Point d'entrée des égouts

Si plusieurs conduites d'égout aboutissent à la station de pompage, il faut prévoir un regard de raccordement, de manière que les égouts pénètrent dans le puits de captage en un seul point.

3.1.6 Clôtures

On peut clôturer, par mesure de précaution, toute station de pompage ou installation connexe située dans un endroit pouvant donner lieu à du vandalisme ou nécessitant un niveau de sécurité élevé. La clôture doit être munie d'une barrière pour permettre l'entrée des véhicules et de l'équipement, et cette barrière doit être verrouillée pour prévenir le vandalisme.

3.1.7 Chauffage

Il peut être nécessaire de doter les stations de pompage d'un système de chauffage automatique pour prévenir le gel par temps froid et assurer une atmosphère de travail confortable (il peut y avoir des exceptions dans le cas de petites stations équipées de petits puits de captage souterrains ou de stations de pompage comportant un regard).

3.1.8 Réseau de canalisations

La conception des réseaux de pompage et de canalisations devrait tenir compte des risques de surpression et de coups de bélier et des exigences spéciales qui s'appliquent aux garnitures pour pompe à égout.

Les canalisations d'aspiration et de refoulement devraient être dimensionnées en fonction des débits horaires de pointe prévus et permettre d'obtenir des vitesses de 0,8 à 2,0 m/s (de préférence les vitesses les plus faibles à l'intérieur de cette plage). On devrait prévoir des orifices d'accès pour le prélèvement d'échantillons, les travaux de curages ainsi que pour vidanger les manomètres à pression.

3.1.9 Electrical

All wiring shall be in accordance with the requirements of the Canadian Electrical Code and the local inspection authority.

Adequate heating should be installed to provide a minimum ambient temperature of 15°C to permit the provision of dehumidification equipment in the dry side of wet well/dry well pumping stations.

3.1.10 Lighting

Lighting levels should be provided in accordance with IES (Illuminating Engineering Society) recommended practice for similar area and use classifications.

3.1.11 Safety

The design and construction of all components of wastewater pumping stations shall conform to the safety provisions of the Occupational Health and Safety and Construction Safety Legislation in the region where the pumping station is located.

3.1.12 Construction Materials

Due consideration shall be given to the selection of materials and equipment because of the presence of hydrogen sulphide and other corrosive and inflammable gases, greases, oils and other constituents present in sewage.

3.2 DESIGN

3.2.1 Types of Pumping Systems

The type of sewage pumping station should be selected on the basis of such considerations as reliability and serviceability; operation and maintenance factors; relationship to existing stations/equipment; sewage characteristics; flow patterns and discharge; and long-term capital, operating and maintenance costs.

For large main pumping stations, wet well/dry well type stations are recommended. For smaller stations and in cases for which wet well/dry well types are not feasible, wet well (submersible) pump stations may be used if pumps can be easily removed for replacement or repairs.

3.2.2 Structures

3.2.2.1 Separation

Wet and dry wells including their superstructure shall be completely separated.

3.1.9 Câbles électriques

Tous les câbles électriques doivent satisfaire aux exigences du Code canadien de l'électricité et de l'organisme local d'inspection.

Il convient de prévoir des appareils de chauffage appropriés pouvant maintenir une température ambiante d'au moins 15°C afin de permettre l'installation d'équipement de déshumidification dans la chambre des pompes des stations de pompage équipées de puits de captage séparé.

3.1.10 Éclairage

Les niveaux d'éclairage devraient être conformes aux pratiques recommandées par l'IES (Illuminating Engineering Society) pour des superficies et des classes d'usage comparables.

3.1.11 Sécurité

La conception et la construction de tous les composants des stations de pompage doivent être conformes aux exigences de sécurité des règlements sur la santé et la sécurité au travail et la sécurité sur les chantiers de construction en vigueur dans la région où la station de pompage est située.

3.1.12 Matériaux de construction

On doit accorder une importance particulière au choix des matériaux et de l'équipement en raison de la teneur des eaux usées en sulfure d'hydrogène et autres gaz, en graisses, en huiles et autres matières corrosives et inflammables.

3.2 CONCEPTION

3.2.1 Types de systèmes de pompage

Le choix du type de station de pompage devrait tenir compte de différents facteurs, comme la fiabilité et l'aptitude au service, l'exploitation et l'entretien, les liens avec les stations et l'équipement existants, les caractéristiques des eaux usées, les fluctuations du débit et les types de rejets ainsi que les coûts d'investissement à long terme, d'utilisation et d'entretien.

Dans le cas de grandes stations de pompage principales, on recommande de prévoir des puits de captage et une chambre des pompes séparée. Dans le cas de petites stations ou s'il n'est pas possible de construire des stations équipées de puits de captage et d'une chambre des pompes séparée, on peut concevoir des stations équipées d'un seul puits de captage à condition que les pompes soient submersible et puissent facilement être retirées pour être remplacées ou réparées.

3.2.2 Structures

3.2.2.1 Séparation

Les puits de captage et les chambres des pompes, y compris leur superstructure, doivent être entièrement séparés.

3.2.2.2 Equipment Removal

Provision shall be made to facilitate removing pumps, motors and other mechanical and electrical equipment.

3.2.2.3 Access

Suitable and safe means of access shall be provided to dry wells of pump stations and to wet wells or to other parts of the building containing bar screens or mechanical equipment requiring inspection or maintenance. Stairways should be installed, with rest landings not to exceed 3 m vertical intervals.

3.2.3 Pumps and Pneumatic Injectors

3.2.3.1 Duplicate Units

At least two pumps or pneumatic ejectors shall be provided. A minimum of three pumps should be provided for stations handling flows greater than 4500 m³/d.

3.2.3.2 Protection Against Clogging

The need for and the type of screening facilities required for pumping stations varies with the characteristics of the sewage, size of sewers and the requirements of the operating authority. For wet well/dry well stations, it is generally accepted practice to provide screening in the form of a basket screen or a manually or mechanically cleaned bar screen. Although basket screens may be cumbersome to remove and empty, they have the advantage of not requiring entry of operating staff into the wet well for cleaning operations. With basket screens, guide rails should be tubular and similar to submersible pump guide rails. Manually cleaned bar screens should be provided with 38 mm clear openings in the inclined (60°) and horizontal bars. The vertical sides should be solid. The minimum width should be 600 mm. A drain platform should be provided for screenings. Pumps handling separate sanitary sewage from 750 mm or larger diameter sewers shall be protected by bar screens meeting the above requirements.

3.2.3.3 Pump Openings

Pumps shall be capable of passing spheres of at least 75 mm in diameter. Pump suction and discharge openings shall be at least 100 mm in diameter.

3.2.3.4 Priming

The pump shall be so placed that under normal operating conditions it will operate under a positive suction head, except as specified in Section 3.2.11.

3.2.2.2 Enlèvement de l'équipement

Des mesures doivent être prises pour faciliter l'enlèvement des pompes, des moteurs et d'autres installations mécaniques et électriques.

3.2.2.3 Accès

Il faut prévoir des moyens d'accès appropriés et sécuritaires aux puits de captage des stations de pompage ainsi qu'aux chambres des pompes ou aux autres parties du bâtiment renfermant les grilles à barreaux ou d'installations mécaniques devant faire l'objet d'inspections ou de travaux d'entretien. Des escaliers doivent être installés, avec paliers à toutes les volées de marches d'une hauteur d'au plus 3 mètres.

3.2.3 Pompes et éjecteurs pneumatiques

3.2.3.1 Appareils double

Il faut prévoir au moins deux pompes ou éjecteurs pneumatiques, et au moins trois pompes dans les stations prenant en charge des débits supérieurs à 4 500 m³/j.

3.2.3.2 Protection contre l'engorgement

La nécessité et le choix des installations de dégrillage varient selon les caractéristiques des eaux usées, le diamètre des canalisations d'égout et les exigences de l'autorité responsable de l'exploitation. Dans le cas de stations équipées de puits de captage et d'une chambre des pompes, il est généralement acceptable d'utiliser un panier ou une grille à barreaux à nettoyage manuel ou mécanique. Bien que les paniers soient plus difficiles à retirer et à vider, ils peuvent être nettoyés sans que le personnel d'exploitation ait à pénétrer dans le puits de captage. Lorsque la station est équipée de paniers, des rails de guidage tubulaires, semblables à ceux des pompes submersibles devraient être utilisés. Les grilles à barreaux à nettoyage manuel devraient être dotées de barreaux inclinés (60°) et horizontaux présentant un écartement de 38 mm, être du type à côtés verticaux massifs et avoir une largeur d'au moins 600 mm. Une plate-forme de vidange pour les matières dégrillées devrait être prévue. Les pompes prenant en charge des eaux usées domestiques provenant d'un égout séparatif de 750 mm de diamètre ou plus doivent être protégées par des grilles à barreaux conformes aux exigences ci-dessus.

3.2.3.3 Orifices des pompes

Les pompes doivent pouvoir admettre des matières sphériques d'au moins 75 mm de diamètre. Les orifices d'aspiration et de refoulement des pompes doivent avoir au moins 100 mm de diamètre.

3.2.3.4 Amorçage

Les pompes doivent être placées de manière à pouvoir fonctionner sous une charge positive à l'aspiration dans des conditions normales de service, sous réserve de la section 3.2.11.

3.2.3.5 Electrical Equipment

The wet wells of sewage pumping stations may occasionally contain flammable mixtures presenting a potentially hazardous (explosive) environment. As a minimum, electrical installations in these areas should comply with the requirements of the Canadian Electrical Code, Class 1 Zone 2 Hazardous areas, or as otherwise required by the local inspection authority.

3.2.3.6 Intake

Each pump should have an individual intake. Wet well design should be such as to avoid turbulence near the intake.

3.2.3.7 Constant Speed vs. Variable Speed Pumps

In certain instances, such as pumping stations discharging directly into mechanical sewage treatment plants or into other pumping stations, some means of flow pacing may be required. This can be provided by various means, depending upon the degree of flow pacing necessary. If even minor pressure transients caused by pump starting and stopping would have serious effects, solid state, soft start and stop motor starters should be considered. Where flow surges to treatment plants may be detrimental to the treatment process, variable speed control drives should be considered. If minor surges can be tolerated, two-speed pumps or multiple constant speed pumps can be used.

3.2.3.8 Controls

Control systems shall be of the air bubbler type or the encapsulated float type. Where PLC (Programmable Logic Controllers) form the basis of the station control system, consideration should be given to continuous level measurement via ultrasonic or submersible level transmitters. Pump control setpoints are derived from the analog level signal in the PLC. For this type of installation, emergency start and stop float switches should be included to maintain station operation in the event of instrument failure.

Level control devices located in the station wet wells are to be designed as intrinsically safe systems. Float control should be positioned as per Section 3.2.5.5.

3.2.3.9 Alternation

Provisions shall be made to automatically alternate the pumps in use. In the event of pump failure, the alternate pump shall operate as the lead pump.

3.2.3.5 Équipement électrique

Les puits de captage des stations de pompage peuvent parfois contenir des mélanges inflammables qui constituent un milieu potentiellement dangereux (explosif). Dans ces zones, les installations électriques devraient au moins satisfaire aux exigences du Code canadien de l'électricité, zones dangereuses 2 de catégorie 1, ou aux exigences de l'organisme local d'inspection.

3.2.3.6 Entrée

Chaque pompe devrait comporter une entrée distincte. Les puits de captage devraient être conçus de manière à prévenir la turbulence à proximité des entrées de pompe.

3.2.3.7 Pompes à débit constant et à débit variable

Dans certains cas, notamment dans les stations de pompage qui refoulent directement les eaux usées dans des usines d'épuration mécaniques ou dans d'autres stations de pompage, il peut être nécessaire de prévoir certains dispositifs de régulation du débit. On peut avoir recours à divers moyens, selon le degré de régulation nécessaire. Dans les cas où même de faibles fluctuations de pression causées par la mise en marche et l'arrêt des pompes auraient des conséquences graves, on devrait envisager l'utilisation de démarreurs électroniques pour les démarrages et les arrêts progressifs des pompes. Dans les cas où des surcharges de débit en direction des usines d'épuration risquent de nuire au processus de traitement, on devrait envisager l'utilisation de commandes de variation de vitesse. Si des surcharges de débit mineures peuvent être tolérées, on peut utiliser des pompes à deux vitesses ou plusieurs pompes à débit constant.

3.2.3.8 Systèmes de commande

Les systèmes de commande doivent être du type à bulles d'air ou à flotteur encapsulé. Dans les stations où des contrôleurs programmables constituent la base du système de commande, on devrait prévoir un mesurage continu des niveaux via des transmetteurs de niveau ultrasoniques ou submersibles. Les valeurs de consigne de commande de pompe sont dérivées du signal analogique de niveau du contrôleur programmable. Pour ce type d'installation, on devrait prévoir des interrupteurs de marche-arrêt d'urgence à flotteur pour assurer le fonctionnement de la station en cas de défaillance des instruments.

Les dispositifs de commande/contrôle de niveau situés dans les puits de captage de la station doivent être des systèmes à sécurité intrinsèque. Le flotteur devrait être positionné de la manière indiquée à la section 3.2.5.5.

3.2.3.9 Alternance

Des mesures doivent être prises pour assurer le fonctionnement en alternance automatique des pompes. En cas de défaillance d'une pompe, la pompe de secours doit fonctionner en tant que pompe principale.

3.2.4 Valves

3.2.4.1 Suction Line

Suitable shutoff valves shall be placed on the suction line of each pump except on submersible and vacuum-primed pumps.

3.2.4.2 Discharge Line

Suitable shutoff and check valves shall be placed on the discharge line of each pump. The check valve shall be located between the shutoff valve and the pump. Check valves shall be suitable for the material being handled. Valves shall be capable of withstanding normal pressure and water hammer.

Where limited pump backspin will not damage the pump and low discharge head conditions exist, short individual force mains for each pump may be considered in lieu of discharge valves.

3.2.5 Wet Wells

3.2.5.1 Divided Wells

Where continuity of pumping station operation is important, consideration should be given to dividing the wet well into multiple sections, properly interconnected, to facilitate repairs and cleaning. Divided wet wells should also be considered for all pumping stations with capacities in excess of 100 l/sec.

3.2.5.2 Pump Cycle

For any pumping station, the wet well should be of sufficient size to allow for a minimum of a fifteen minute cycle time for each pump. For a two-pump station, the volume of the wet well in cubic metres, between pump start and pump stop should be 0.225 times the pumping rate of one pump, expressed in l/sec. For other numbers of pumps, the required volume of the wet well depends upon the operating mode of the pumping units. Maximum recommended starts per hour are 6 for dry pit motors and 12 for submersible motors.

3.2.5.3 Size

Wet well size and control settings should be based on consideration of the volume required for pump cycling; the design fill time, dimensional requirements to avoid turbulence problems; vertical separation between pump control points; inlet sewer elevation; capacity required between alarm levels and basement flooding and/or overflow elevations; etc. Wet wells should be designed to prevent septicity problems.

3.2.4 Robinetterie

3.2.4.1 Canalisations d'aspiration

La canalisation d'aspiration de chaque pompe doit être dotée d'une vanne d'isolement appropriée, sauf celle des pompes submersibles et à amorce à vide.

3.2.4.2 Canalisations de refoulement

La canalisation de refoulement de chaque pompe doit être dotée d'une vanne d'isolement et d'un clapet anti-retour. Le clapet doit être situé entre la vanne d'isolement et la pompe. Les clapets doivent être appropriés aux matières transportées. Les vannes doivent pouvoir résister à la pression normale et aux coups de bélier.

Lorsqu'un effet de retour de pompe limité n'est pas réputé dommageable pour la pompe et que la hauteur de refoulement est faible, on peut remplacer les robinets de purge par de courtes canalisations de refoulement.

3.2.5 Puits de captage

3.2.5.1 Puits divisées

Lorsqu'il est important de maintenir la continuité des opérations de pompage, il convient d'envisager l'utilisation d'un puits de captage divisée en plusieurs sections, convenablement interreliées, pour faciliter les réparations et le nettoyage. Cette solution devrait également être envisagée pour toutes les stations de pompage d'une capacité supérieure à 100 l/s.

3.2.5.2 Cycle de pompage

Les dimensions du puits de captage de toutes les stations de pompage devraient être suffisantes pour assurer un temps de cycle minimal de 15 minutes pour chaque pompe. Dans le cas de stations équipées de deux pompes, le volume du puits de captage, en mètres cubes, entre la mise en marche et l'arrêt d'une pompe, devrait être de 0,225 fois le taux de pompage d'une pompe, exprimé en l/s. Dans le cas de stations équipées de plusieurs pompes, le volume du puits de captage dépend du mode de fonctionnement des pompes. Le nombre maximal de démarrages par heure recommandé est de six (6) pour les moteurs de pompe de puits sec et de 12 pour les moteurs de pompes submersible.

3.2.5.3 Dimensions

Les dimensions des puits de captage et les points de consigne des commandes devraient être fondés sur le volume nécessaire aux cycles des pompes, le temps de remplissage de conception, les dimensions exigées pour prévenir les problèmes de turbulence, la séparation verticale entre les points de contrôle/commande des pompes, la hauteur des égouts entrants, le débit nécessaire entre les niveaux d'alarme et la hauteur des inondations des sous-sols ou des débordements, etc. Les puits de captage devraient être conçus de manière à prévenir les problèmes de septicité.

3.2.5.4 Floor Slope

The wet well floor shall have a minimum slope of 1 to 1 to the hopper bottom. The horizontal area of the hopper bottom shall be no greater than necessary for proper installation and function of the inlet.

3.2.5.5 Float Controls

Float controls should be at least 300 mm vertically and 125 mm horizontally apart and positioned against a wall away from turbulent areas.

3.2.5.6 Pump Start Elevation

To minimize pumping costs and wet well depth, normal high water level (pump start elevation) may be permitted to be above the invert of the inlet sewer provided basement flooding and/or solids deposition will not occur. Where these problems cannot be avoided, the high water level (pump start elevation) should be approximately 300 mm below the invert of the inlet sewer.

3.2.5.7 Pump Stop Elevation

Low water level (pump shut-down) should be at least 300 mm or twice the pump suction diameter, whichever is greater, above the centre line of the pump volute.

3.2.5.8 Bottom Elevation

The bottom of the wet well should be no more than D/2, nor less than D/3 below the mouth of the flared intake where turned-down, bell-mouth inlets are used. "D" being the diameter of the mouth of the flared intake.

3.2.5.9 Air Displacement

Covered wet wells shall have provisions for air displacement such as an inverted "J" tube or other means which vents to the outside.

3.2.5.10 Location of Valves

Valves should not be located in the wet well unless permitted by Regulatory Authority having jurisdiction.

3.2.6 Dry Wells

3.2.6.1 Dry Well Dewatering

A separate sump pump equipped with dual check valves shall be provided in the dry wells to remove leakage or drainage, with the discharge above the overflow level of the wet well. A connection to the pump suction is also recommended as an auxiliary

3.2.5.4 Pente du plancher

Le plancher du puits de captage doit présenter une pente d'au moins 1:1 par rapport au fond de la trémie. La partie horizontale du fond de la trémie ne doit pas être plus grande que nécessaire pour assurer une installation appropriée et le bon fonctionnement de l'orifice d'aspiration des pompes.

3.2.5.5 Flotteurs

Les flotteurs devraient être distants d'au moins 300 mm dans le plan vertical et de 125 mm dans le plan horizontal, et être placés sur une paroi éloignée des zones de turbulence.

3.2.5.6 Niveau de démarrage de la pompe

Afin de réduire les coûts de pompage et la profondeur du puits de captage, le haut niveau d'eau normal (hauteur de démarrage de la pompe) peut être situé au-dessus du radier de l'égout entrant, à condition que cela n'entraîne pas l'inondation du sous-sol ou le dépôt de matières solides. Lorsque ces problèmes ne peuvent être évités, le haut niveau d'eau (hauteur de démarrage de la pompe) devrait être situé à environ 300 mm sous le niveau du radier de l'égout entrant.

3.2.5.7 Niveau d'arrêt de la pompe

Le bas niveau d'eau (arrêt de la pompe) devrait être situé à au moins 300 mm ou à deux fois le diamètre de l'orifice d'aspiration de la pompe, selon la valeur la plus élevée, au-dessus de l'axe de la volute de la pompe.

3.2.5.8 Niveau du fond

Le fond du puits de captage devrait se trouver à au plus D/2, mais à au moins D/3, au-dessous de l'orifice d'aspiration évasé, si celui-ci est rabattu. La lettre « D » correspondant au diamètre de l'orifice d'aspiration évasé.

3.2.5.9 Mouvement d'air

Les puits de captage couverts doivent pouvoir recevoir des dispositifs permettant un mouvement de l'air, comme un tube en J inversé ou d'autres dispositifs assurant une ventilation vers l'extérieur.

3.2.5.10 Emplacement des vannes

Les vannes ne devraient pas être situées dans les puits de captage, sauf indication contraire de l'organisme de réglementation compétent.

3.2.6 Chambres des pompes

3.2.6.1 Assèchement des chambres des pompes

On doit prévoir une pompe d'assèchement distincte équipée de clapets anti-retour doubles dans les chambres des pompes pour évacuer les fuites et les écoulements; l'eau doit être évacuée en un point situé au-dessus du niveau de débordement du puits. On recommande

feature. Water ejectors connected to a potable water supply will not be approved. All floor and walkway surfaces should have an adequate slope to a point of drainage. Pump seal water shall be piped to the sump.

3.2.6.2 Maintenance

The dry well should be equipped with a lifting beam to facilitate removal of pump motors. A roof hatch is recommended to provide access for removal of the entire pump and motor.

3.2.7 Ventilation

3.2.7.1 General

Adequate ventilation shall be provided for all pump stations. Where the pump pit is below the ground surface, mechanical ventilation is required, so arranged as to independently ventilate the dry well and the wet well. There shall be no interconnection between the wet well and dry well ventilation systems. Ventilation must avoid dispensing contaminants throughout other parts of the pumping station, and vents shall not open into a building or connect with a building ventilation system.

3.2.7.2 Air Inlets and Outlets

In dry wells over 4.6 m deep multiple inlets and outlets are desirable. Dampers should not be used on exhaust or fresh air ducts and fine screens or other obstructions in air ducts should be avoided to prevent clogging.

3.2.7.3 Electrical Controls

Switches for operation of ventilation equipment should be marked and located conveniently. All intermittently operated ventilation equipment shall be interconnected with the respective pit lighting system. Consideration should also be given to automatic controls where intermittent operation is used. The manual lighting ventilation switch shall override the automatic controls.

3.2.7.4 Fans, Heating, and Dehumidification

The fan wheels shall be fabricated from non-sparking material. Automatic heating and dehumidification equipment shall be provided in all dry wells. The electrical equipment and components shall meet the requirements in Section 3.2.3.5.

également de prévoir un raccord du côté aspiration de la pompe comme dispositif auxiliaire. Les hydro-éjecteurs raccordés à une alimentation d'eau potable ne seront pas approuvés. Toutes les surfaces des planchers et des passerelles devraient être inclinées vers un point de drainage. L'eau d'arrosage des garnitures de pompes doivent être acheminées en canalisation vers le puisard.

3.2.6.2 Entretien

Tous les chambres des pompes devraient être équipées d'un palonnier destiné à faciliter le retrait des moteurs de pompe. On recommande de prévoir une trappe de toit pour faciliter l'accès aux chambres afin de retirer l'ensemble pompe et moteur.

3.2.7 Ventilation

3.2.7.1 Généralités

Il faut prévoir une ventilation suffisante dans toutes les stations de pompage. Si la chambre des pompes se trouve sous la surface du sol, il faut prévoir une ventilation mécanique permettant de ventiler séparément la chambre des pompes et le puits de captage. Il ne doit pas y avoir d'interconnexion entre les systèmes de ventilation de la chambre des pompes et du puits de captage. Le système de ventilation ne doit pas favoriser la migration de contaminants vers d'autres parties de la station de pompage, et les orifices d'évacuation ne doivent pas donner sur un bâtiment ni être raccordés au système de ventilation d'un bâtiment.

3.2.7.2 Entrées et sorties d'air

Dans les chambres des pompes de plus de 4,6 m de profondeur, il est souhaitable de prévoir plusieurs entrées et sorties. On ne devrait pas installer de registres dans les conduits d'air frais ou d'évacuation, ni installer des grilles fines ou autres sources d'obstruction dans ces conduits d'air afin d'en prévenir le colmatage.

3.2.7.3 Commandes électriques

Les interrupteurs servant à commander le fonctionnement de l'équipement de ventilation devraient être situés en des endroits pratiques et être bien identifiés. Tout l'équipement de ventilation à fonctionnement intermittent doit être asservi au système d'éclairage de chaque compartiment. L'utilisation de dispositifs de commande automatiques devrait également être envisagée pour les systèmes à fonctionnement intermittent. L'interrupteur manuel de ventilation et d'éclairage doit avoir priorité sur les commandes automatiques.

3.2.7.4 Ventilateurs et équipement de chauffage et de déshumidification

Les roues de ventilateur doivent être faites d'un matériau anti-étincelles. On doit prévoir de l'équipement de chauffage et de déshumidification dans tous les chambres des pompes. L'équipement et les composants électriques doivent être conformes aux exigences de la section 3.2.3.5.

3.2.7.5 Wet Wells

Ventilation may be either continuous or intermittent. Ventilation, if continuous, should provide at least 12 complete air changes per hour; if intermittent, at least 30 complete air changes per hour. Fresh air shall be forced into the wet well, by mechanical means, at a point 300 mm above the expected high liquid level. There shall be a provision for automatic blow-by to elsewhere in the well, should the fresh air inlet become submerged.

3.2.7.6 Dry Wells

Ventilation may be either continuous or intermittent. Ventilation, if continuous, should provide at least six (6) complete air changes per hour; if intermittent, at least 30 complete air changes per hour. Ventilation shall be forced into the dry well at a point 150 mm above the pump floor, and allowed to escape through vents in the roof superstructure. A system of two speed ventilation with an initial ventilation rate of 30 changes per hour for 10 minutes and automatic change over to 6 changes per hour may be used to conserve heat.

3.2.8 Flow Measurement

Suitable devices for measuring wastewater flow shall be provided at all pumping stations. Indicating, totalizing, and recording flow measurement shall be provided at pumping stations with a 50 l/sec or greater design peak hourly flow. Elapsed time meters used in conjunction with pumping rate tests may be acceptable for pumping stations with a design peak hourly flow up to 50 l/sec.

3.2.9 Water Supply

There shall be no physical connection between any potable water supply and a sewage pumping station which under any conditions might cause contamination of the potable water supply. If a potable water supply is brought to the station it shall be protected with a suitable backflow prevention device (see Section 4.8.2).

3.2.10 Suction Lift Pumps

3.2.10.1 General

Suction lift pumps shall be of the self-priming or vacuum-priming type and shall meet the applicable requirements of Section 3.2. Suction lift pump stations using dynamic suction lifts exceeding the limits outlined in the following sections may be approved by the appropriate reviewing agency upon submission of factory certification of pump performance and detailed calculations indicating satisfactory performance under the proposed

3.2.7.5 Puits de captage

Le système de ventilation peut être de type continu ou intermittent. Un système de ventilation continu devrait assurer au moins 12 renouvellements d'air complets par heure, et un système de ventilation intermittent, au moins 30 renouvellements d'air complets par heure. L'air frais doit être pulsé dans le puits d'aspiration au moyen d'un dispositif mécanique, en un point situé à 300 mm au-dessus du haut niveau prévu de liquide. On doit prévoir un reniflard automatique en un autre endroit du puits, en cas d'immersion de la prise d'air.

3.2.7.6 Chambre des pompes

Le système de ventilation peut être de type continu ou intermittent. Un système de ventilation continu devrait assurer au moins six (6) renouvellements d'air par heure, et un système de ventilation intermittent, au moins 30 renouvellements d'air par heure. L'air frais doit être pulsé dans la chambre des pompes en un point situé à 150 mm au-dessus du plancher et être évacué par des orifices aménagés dans la superstructure du toit. Un système de ventilation à deux vitesses qui assure un taux de renouvellement d'air initial de 30 renouvellements par heure pendant 10 minutes et qui comporte une fonction de commutation automatique permettant de passer à six (6) renouvellements d'air par heure peut être utilisé pour conserver la chaleur.

3.2.8 Mesure du débit

Toutes les stations de pompage doivent être équipées de dispositifs appropriés de mesure du débit des eaux usées. On doit prévoir des dispositifs d'indication, d'intégration et d'enregistrement des débits mesurés dans les stations de pompage affichant un débit horaire de pointe de conception de 50 l/s ou plus. L'utilisation de compteurs de temps de fonctionnement avec essais de taux de pompage peut être acceptable dans les stations de pompage dont le débit horaire de pointe de conception ne dépasse pas 50 l/s.

3.2.9 Alimentation en eau

Il ne doit pas y avoir de d'interconnexion physique entre un réseau d'alimentation en eau potable et une station de pompage d'eaux usées, qui présente toujours un risque de contamination. Si un réseau d'alimentation en eau potable dessert la station, il doit être protégé par un dispositif anti-refoulement approprié (voir la section 4.8.2).

3.2.10 Pompes aspirantes

3.2.10.1 Généralités

Les pompes aspirantes doivent être du type à amorçage automatique ou à vide et doivent satisfaire aux exigences applicables de la section 3.2. Les stations équipées de pompes aspirantes soumises à une hauteur d'aspiration dynamique qui dépasse les limites indiquées aux sections suivantes peuvent être approuvées par l'organisme d'examen compétent sur présentation d'un certificat de l'usine attestant, par des calculs détaillés, que le rendement de la pompe est satisfaisant dans les conditions de service

operating conditions. Such detailed calculations must include static suction lift as measured from "lead pump off" elevation to centre line of pump suction, friction and other hydraulic losses of the suction piping, vapour pressure of the liquid, altitude correction, required net positive suction head and a safety factor of at least 1.8 metres.

The pump equipment compartment shall be above grade or offset and shall be effectively isolated from the wet well to prevent the humid and corrosive sewer atmosphere from entering the equipment compartment. Wet well access shall not be through the equipment compartment. Valves shall not be located in the wet well.

3.2.10.2 Self-Priming Pumps

Self-priming pumps shall be capable of rapid priming and re-priming at the "lead pump on" elevation. Such self-priming and re-priming shall be accomplished automatically under design operating conditions. Suction piping should not exceed the size of the pump suction and shall not exceed 7.6 m in total length. Priming lift at the "lead pump on" elevation shall include a safety factor of at least 1.2 m from the maximum allowable priming lift for the specific equipment at design operating conditions. The combined total of dynamic suction lift at the "pump off" elevation and required net positive suction head at design operating conditions shall not exceed 6.7 m.

3.2.10.3 Vacuum-Priming Pumps

Vacuum-priming pump stations shall be equipped with dual vacuum pumps capable of automatically and completely removing air from the suction lift pump. The vacuum pumps shall be adequately protected from damage due to sewage. The combined total of dynamic suction lift at the "pump off" elevation and required net positive suction head at design operating conditions shall not exceed 6.7 m.

3.2.11 Submersible Pump Stations

3.2.11.1 General

A submersible pump station in this document is defined as having one chamber for the collection of wastewater and which contains the pumps.

Submersible pump stations shall meet the applicable requirements under Sections 3.2.1 to 3.2.10 except as modified in this section.

proposées. Ces calculs détaillés doivent comprendre la hauteur d'aspiration statique mesurée entre la hauteur d'arrêt de la pompe principale et l'axe de l'orifice d'aspiration, les pertes par friction et autres pertes de charge hydraulique dans les canalisations d'aspiration, la pression de vapeur du liquide, la correction d'altitude, la charge nette absolue à l'aspiration exigée et un facteur de sécurité d'au moins 1,8 mètre.

La chambre des pompes doit être située au-dessus du niveau du sol ou décentré et efficacement isolé des gaz humide et corrosif du puits de captage des eaux usées. La chambre des pompes ne doit pas donner accès au puits de captage. Les vannes ne doivent pas être situées dans le puits de captage.

3.2.10.2 Pompes à amorçage automatique

Les pompes à amorçage automatique doivent pouvoir s'amorcer rapidement et se réamorcer lorsque la surface des égouts atteint le niveau de démarrage de la pompe de service. Ces amorçages et réamorçages doivent se faire automatiquement dans les conditions nominales de service. Les canalisations d'aspiration ne devraient pas avoir un diamètre supérieur à celui de l'orifice d'aspiration de la pompe et ne doivent pas avoir une longueur totale de plus de 7,6 m. La hauteur d'amorçage au niveau de démarrage de la pompe de service doit comprendre un facteur de sécurité d'au moins 1,2 m par rapport à la hauteur d'amorçage maximale admissible de l'équipement considéré, dans les conditions nominales de service. La somme de la hauteur d'aspiration dynamique totale au niveau d'arrêt de la pompe et de la charge nette absolue à l'aspiration exigée dans les conditions nominales de service ne doit pas dépasser 6,7 m.

3.2.10.3 Pompes à amorçage à vide

Les stations qui utilisent des pompes à amorçage à vide doivent être dotées de pompes à vide jumelées ayant une capacité suffisante pour évacuer automatiquement et complètement l'air de la pompe à amorçage à vide. Les pompes à vide doivent être convenablement protégées contre les dommages que pourraient causer les eaux usées. La somme de la hauteur d'aspiration dynamique totale au niveau d'arrêt de la pompe et de la charge nette absolue à l'aspiration exigée dans les conditions de fonctionnement de conception ne doit pas dépasser 6,7 m.

3.2.11 Stations à pompes submersibles

3.2.11.1 Généralités

Les stations à pompes submersibles mentionnées dans le présent document sont définies comme des stations équipées d'un puits de captage des eaux usées qui abrite des pompes.

Les stations à pompes submersibles doivent satisfaire aux exigences applicables des sections 3.2.1 à 3.2.10, sous réserve des modifications énoncées dans la présente section.

3.2.11.2 Construction

Submersible pumps and motors shall be designed specifically for raw sewage use, including totally submerged operation during a portion of each pumping cycle. An effective method to detect shaft seal failure or potential seal failure shall be provided and the motor shall be of squirrel-cage type design without brushes or other arc-producing mechanisms.

3.2.11.3 Pump Removal

Submersible pumps shall be readily removable and replaceable without dewatering the wet well or disconnecting any piping in the wet well.

3.2.11.4 Wet Wells

See section 3.2.5 for the layout of wet wells.

3.2.11.5 Mixing for Wet Wells

Consideration should be given to mixing of the wet well by the use of flushing mechanisms which are attached to the submersible pumps and readily accessible for maintenance and inspection.

3.2.11.6 Power Supply

Pump power cables, control and alarm circuits shall be designed to provide strain relief and to allow disconnection from outside the wet well. Cable terminations shall be made outside the wet well in enclosures suitably rated for the ambient environment.

3.2.11.7 Controls

The pump controller shall be located outside the wet well. Conduit sealing is required at the entry to field junction boxes or pump controllers and shall be in accordance with the specific requirements of the Inspection Authority. If conventional conduit EY type seal fittings are utilized, they shall be located such that the pump power and/or control cables can be removed and electrically disconnected without disturbing the seal.

3.2.11.8 Power Cables

Pump motor cables shall be designed for flexibility and serviceability under conditions of extra hard usage and shall meet the requirements of the Canadian Electrical Code. The ground fault system shall be used to de-energize the circuit in the event of any failure in the electrical integrity of the cable.

3.2.11.2 Construction

Les pompes et les moteurs submersibles doivent être spécialement conçus pour prendre en charge des eaux brutes et fonctionner sous l'eau durant une partie de chaque cycle de pompage. On doit prévoir une méthode efficace de détection des défaillances des garnitures d'arbre ou de défaillance potentielle des garnitures, et les moteurs doivent être du type à cage d'écureuil et dépourvus de balais ou d'autres mécanismes produisant des arcs électriques.

3.2.11.3 Enlèvement des pompes

On doit pouvoir facilement enlever et remplacer les pompes submersibles sans qu'il soit nécessaire d'assécher le puits de captage ni débrancher les canalisations à l'intérieur du puits.

3.2.11.4 Puits de captage

Voir la section 3.2.5 pour connaître l'aménagement des puits de captage.

3.2.11.5 Mélange des eaux du

On devrait prévoir des dispositions pour mélanger le contenu des puits de captage au moyen de mécanismes de jets fixés aux pompes submersibles et facilement accessibles aux fins d'entretien et d'inspection.

3.2.11.6 Alimentation électrique

Les câbles électriques des pompes et les circuits de commande et d'alarme doivent être munis de réducteurs de tension et pouvoir être débranchés depuis l'extérieur du puits de captage. Le raccordement des câbles doit être effectué à l'extérieur du puits de captage, dans des enceintes adaptées aux conditions ambiantes.

3.2.11.7 Dispositifs de commande

Le contrôleur de pompe doit être situé à l'extérieur du puits de captage. Il faut sceller les conduits à l'entrée des boîtes de jonction ou des contrôleurs de pompe, conformément aux exigences particulières de l'organisme d'inspection. Si des raccords classiques de type EY sont utilisés, ils doivent être positionnés de manière que les câbles d'alimentation électrique ou les câbles de commande de la pompe puissent être enlevés et débranchés sans qu'il soit nécessaire d'enlever le scellant.

3.2.11.8 Câbles électriques

Les câbles de moteur de pompe doivent offrir une bonne souplesse et une grande résistance dans des conditions de service très intensif et satisfaire aux exigences du Code canadien de l'électricité. Un disjoncteur contre les fuites à la terre doit désactiver le circuit en cas de perte d'intégrité électrique d'un câble.

3.2.11.9 Valves

Required valves shall be located in a separate valve pit unless their placement within the submersible pump station itself is acceptable to the jurisdiction having authority. Accumulated water shall be drained to the wet well or to the soil. If the valve pit is drained to the wet well, an effective method shall be provided to prevent sewage from entering the pit during surcharged wet well conditions.

3.2.11.10 Ventilation

Gravity ventilation may be acceptable for submersible pump stations with a duty pump capacity under 4.7 l/sec provided that maintenance crews carry suitable portable ventilation equipment when visiting the site. Submersible pump stations greater than 4.7 l/sec shall have ventilation for the wet well as specified in 3.2.7.5. For continuous ventilation, to facilitate free movement of air, the wet well may be exhausted at the highest elevation level in the structure.

3.2.12 Cathodic Protection

Steel fabricated pumping stations shall require cathodic protection for corrosion control. Impressed current or magnesium anode packs are generally used for this purpose in conjunction with a suitable protective coating on underground surfaces, applied in accordance with the manufacturer's directions. The unit should be electrically isolated by dielectric fittings placed on inlet and outlet pipes, anchor bolts and electrical conduit boxes.

Upon completion of the installation, the capability of the anti-corrosion system should be verified by instrumentation. Such inspection should be carried out by a person approved by the reviewing agencies.

3.2.13 Alarm Systems

Alarm systems shall be provided for pumping stations. The alarm shall be activated in cases of power failure, pump failure, use of the lag pump, unauthorized entry, or any cause of pump station malfunction. Pumping station alarms shall be telemetered, including identification of the alarm condition, to a municipal facility that is manned 24 hours a day. If such a facility is not available and 24 hour holding capacity is not provided, the alarm may be telemetered to municipal offices during normal working hours or to the home of the person(s) in charge of the pumping station during off-duty hours. Audio visual alarm systems with a self-contained power supply may be acceptable in some cases in lieu of the telemetering system outlined above, depending upon location, station holding capacity and inspection frequency.

3.2.11.9 Vannes

Les vannes exigées doivent être situées dans un puits ou un local distinct, sauf si leur installation dans la station à pompes submersibles proprement dite est jugée acceptable par les autorités compétentes. L'eau accumulée doit être évacuée vers le puits de captage ou drainée dans le sol. Si l'eau du puits ou du local des vannes est évacuée dans le puits de captage, on doit prévoir une méthode efficace pour prévenir l'infiltration d'eaux usées dans le puits/local des vannes en cas de surcharge du puits de captage.

3.2.11.10 Ventilation

Une ventilation par conduction naturelle peut être acceptable dans les stations équipées de pompes submersibles d'une capacité de service inférieure à 4,7 l/s, à condition que les équipes d'entretien utilisent des appareils de ventilation portatifs au cours de leurs visites d'inspection. Dans le cas de stations équipées de pompes submersibles d'une capacité supérieure à 4,7 l/s, il convient de prévoir un système de ventilation pour les puits de captage, comme il est indiqué au point 3.2.7.5. Pour assurer une ventilation continue et la libre circulation de l'air, un orifice ou autre moyen d'évacuation de l'air peut être prévu au niveau le plus élevé de l'ouvrage.

3.2.12 Protection cathodique

Les stations de pompage en acier doivent comporter une protection cathodique anticorrosion. À cette fin, on utilise généralement un courant imposé ou des ensembles d'anodes en magnésium et on applique un enduit de protection approprié sur les surfaces souterraines, conformément aux directives du fabricant. La structure devrait être isolée électriquement au moyen de raccords diélectriques placés sur les conduites d'entrée et de sortie, les boulons d'ancrage et les boîtes de connexions électriques.

Une fois l'installation terminée, il convient de vérifier l'efficacité du système anticorrosion au moyen d'appareils de mesure appropriés. Cette inspection devrait être effectuée par une personne approuvée par les organismes d'examen.

3.2.13 Systèmes d'alarme

On doit prévoir des systèmes d'alarme pour les stations de pompage. L'alarme doit être activée en cas de panne d'électricité, de défaillance des pompes, de mise en service de la pompe d'appoint, d'accès non autorisé ou de défaillance quelconque de la station de pompage. Les alarmes de la station de pompage doivent être reliées au système de télémétrie permettant d'identifier la source de l'alarme à une installation municipale surveillée nuit et jour. Si la municipalité ne possède pas une telle installation ou, le cas échéant, si l'installation ne peut être surveillée nuit et jour, l'alarme peut être reliée aux bureaux municipaux durant les heures normales de travail ou à la résidence des responsables de la station de pompage en dehors des heures de travail. Dans certains cas, des systèmes d'alarme audiovisuels reliés à une source d'alimentation autonome peuvent constituer une solution de remplacement acceptable au système de télémétrie mentionné ci-dessus, selon l'emplacement, la capacité de surveillance et la fréquence d'inspection.

3.3 EMERGENCY OPERATION

The objective of the emergency operation is to prevent the discharge of raw or partially treated sewage to any waters and to protect public health by preventing back-up of sewage and subsequent discharge to basements, streets and other public and private property.

3.3.1 Overflow Prevention Methods

A satisfactory method shall be provided to prevent or minimize overflows. The following methods should be evaluated on a case by case basis:

- a. storage capacity, including trunk sewers, for retention of wet weather flows (storage basins must be designed to drain back into the wet well or collection system after the flow recedes); and
- b. an in-place or portable pump, driven by an internal combustion engine meeting the requirements of Section 3.3.3 below, capable of pumping from the wet well to the discharge side of the station.

3.3.2 Overflow

If the avoidance of overflows is not possible, provision shall be made for chlorination of the overflow raw sewage unless waived by the regulatory agencies. The overflow facilities should be alarmed and equipped to indicate frequency and duration of overflows, and designed to permit manual flow measurement. Where the operator is signatory to a Shellfish Conditional Area Management Plan, notification and reporting requirements of the plan shall be met. All overflows should be recorded and reported to the regulatory agencies.

3.3.3 Equipment Requirements

The following general requirements shall apply to all internal combustion engines used to drive auxiliary pumps, service pumps through special drives, or electrical generating equipment.

3.3.3.1 Engine Protection

The engine must be protected from operating conditions that would result in damage to equipment. Unless continuous manual supervision is planned, protective equipment shall be capable of shutting down the engine and activating an alarm on site and as provided in Section 3.2.13. Protective equipment shall monitor for conditions of low oil pressure and overheating, except that oil pressure monitoring will not be required for engines with splash lubrication.

3.3 FONCTIONNEMENT D'URGENCE

Le fonctionnement d'urgence vise à prévenir le rejet d'eaux non traitées ou partiellement traitées dans l'environnement et à protéger la santé publique en prévenant le refoulement des eaux usées et leur décharge subséquente dans les sous-sols, les rues et autres propriétés publiques et privées.

3.3.1 Méthodes de prévention des débordements

On doit prévoir une méthode satisfaisante pour prévenir ou réduire les débordements. Voici les méthodes à examiner au cas par cas :

- a. capacité d'accumulation, notamment pour les grands collecteurs, permettant de contenir les débits de temps de pluie (les bassins d'accumulation doivent être conçus pour se déverser dans les puits de captage ou le réseau collecteur lorsque les débits diminuent);
- b. pompe installée en permanence ou portable, entraînée par un moteur à combustion interne, satisfaisant aux exigences de la section 3.3.3 ci-dessous, capable de pomper les eaux du puits de captage directement dans la conduite de refoulement de la station.

3.3.2 Débordements

S'il n'est pas possible d'éviter les débordements, on doit prévoir un système de chloration des débordements non traités, à moins que cette mesure ne soit pas exigée par les organismes de réglementation. Les installations de trop-plein devraient être équipées d'un système d'alarme et de dispositifs indiquant la fréquence et la durée des débordements et être conçues de manière à permettre une mesure manuelle des débits. Lorsque l'exploitant est signataire d'un plan de gestion d'un secteur agréé pour les mollusques, il doit respecter les exigences de notification et de déclaration du plan. Tous les débordements devraient être consignés et signalés aux organismes de réglementation.

3.3.3 Exigences relatives à l'équipement

Les exigences générales qui suivent s'appliquent à tous les moteurs à combustion interne utilisés pour l'entraînement des pompes auxiliaires, des pompes de service utilisant des entraînements spéciaux ou des groupes électrogènes.

3.3.3.1 Protection des moteurs

Les moteurs doivent être protégés contre les conditions de service susceptibles d'endommager l'équipement. À moins de prévoir une surveillance manuelle continue, les dispositifs de protection doivent pouvoir arrêter le moteur des pompes et activer une alarme sur place, conformément à la section 3.2.13. Les dispositifs de protection doivent permettre de surveiller les conditions de basse pression d'huile et de surchauffe; toutefois, la surveillance de la pression d'huile n'est pas obligatoire dans le cas de moteurs lubrifiés par barbotage.

3.3.3.2 Size

The engine shall have adequate rated power to start and continuously operate all connected loads.

3.3.3.3 Fuel Type

Reliability and ease of starting, especially during cold weather conditions, should be considered in the selection of the type of fuel.

3.3.3.4 Engine Ventilation

The engine shall be located above grade with adequate ventilation of fuel vapours and exhaust gases.

3.3.3.5 Routine Start-up

All emergency equipment shall be provided with instructions indicating the need for regular starting and running of such units at full loads.

3.3.3.6 Protection of Equipment

Emergency equipment shall be protected from damage at the restoration of regular electrical power.

3.3.4 Engine-Driven Pumping Equipment

Where permanently-installed or portable engine-driven pumps are used, the following requirements in addition to general requirements shall apply.

3.3.4.1 Pumping Capacity

Engine-driven pumps shall meet the design pumping requirements unless storage capacity is available for flows in excess of pump capacity. Pumps shall be designed for anticipated operating conditions, including suction lift if applicable.

3.3.4.2 Operation

The engine and pump shall be equipped to provide automatic start-up and operation of pumping equipment. Provisions shall also be made for manual start-up. Where manual start-up and operation is justified, storage capacity and alarm systems must meet the requirements of Section 3.3.4.3.

3.3.4.3 Portable Pumping Equipment

Where part or all of the engine-driven pumping equipment is portable, sufficient storage capacity to allow time for detection of pump station failure and transportation and hookup of the portable equipment shall be provided. A riser from the force main with quick-connect coupling and appropriate valving shall be provided to hook up portable pumps.

3.3.3.2 Puissance des moteurs

Les moteurs doivent avoir une puissance nominale suffisante pour démarrer et fonctionner sans interruption, toutes les appareilles qui y sont branchées.

3.3.3.3 Type de carburant

Le choix du type de carburant doit tenir compte de la fiabilité et de la facilité de démarrage, en particulier par temps froid.

3.3.3.4 Ventilation des moteurs

Les moteurs doivent être situés au niveau du sol et être équipés de systèmes appropriés de ventilation des vapeurs de carburant et des gaz d'échappement.

3.3.3.5 Démarrages périodiques

On doit prévoir des directives exigeant des démarrages périodiques et un fonctionnement à pleine charge de tout l'équipement de secours.

3.3.3.6 Protection de l'équipement

L'équipement de secours doit être protégé contre les dommages que pourrait causer le rétablissement de l'alimentation électrique normale.

3.3.4 Équipement de pompage entraîné par moteur

Lorsque des pompes entraînées par moteur, installées à demeure ou portatives, sont utilisées, les exigences suivantes s'appliquent, en plus des exigences générales.

3.3.4.1 Capacité de pompage

Les pompes entraînées par moteur doivent satisfaire le débit de pompage de conception, à moins qu'un système de stockage soit prévu pour contenir les débits qui dépassent la capacité de pompage. Les pompes doivent être conçues pour fonctionner dans les conditions d'utilisation prévues et présenter la hauteur d'aspiration prévue, le cas échéant.

3.3.4.2 Fonctionnement

Le moteur et la pompe doivent être équipés de dispositifs permettant le démarrage et le fonctionnement automatiques de l'équipement de pompage. Un système de démarrage manuel doit également être prévu. Lorsqu'un démarrage et un fonctionnement manuels sont justifiés, la capacité de stockage et le système d'alarme doivent satisfaire aux exigences de la section 3.3.4.3.

3.3.4.3 Équipement de pompage portatif

Lorsqu'une partie ou la totalité de l'équipement de pompage entraîné par moteur est portatif, on doit prévoir une capacité de stockage suffisante, compte tenu des délais de détection des défaillances de la station de pompage et de transport et de raccordement de l'équipement portatif. On doit également installer une colonne montante sur la canalisation de refoulement ainsi qu'un raccord rapide et des vannes appropriées pour le raccordement des pompes portatives.

3.3.5 Engine-Driven Generating Equipment

Where permanently-installed or portable engine-driven generating equipment is used, the following requirements in addition to general requirements shall apply.

3.3.5.1 Generating Capacity

Generating unit size shall be adequate to provide power for pump motor starting current and for lighting, ventilation and other auxiliary equipment necessary for safety and proper operation of the pumping station. The operation of only one pump during periods of auxiliary power supply must be justified. Such justification may be made on the basis of maximum anticipated flows relative to single-pump capacity, anticipated length of power outage and storage capacity. Special sequencing controls shall be provided to start pump motors unless the generating equipment has capacity to start all pumps simultaneously with auxiliary equipment operating.

3.3.5.2 Operation

Provisions shall be made for automatic and manual start-up and load transfer. The generator must be protected from operating conditions that would result in damage to equipment. Provisions should be considered to allow the engine to start and stabilize at operating speed before assuming the load. Where manual start-up and transfer is justified, storage capacity and alarm systems must meet requirements of Section 3.3.4.3

3.3.5.3 Portable Generating Equipment

Where portable generating equipment or manual transfer is provided, sufficient storage capacity to allow time for detection of pump station failure and transportation and connection of generating equipment shall be provided. The use of special electrical connections and double throw switches are recommended for connecting portable generating equipment.

3.3.5 Groupes électrogènes entraînés par moteur

Lorsque des groupes électrogènes installés en permanence ou portatifs sont utilisés, les exigences qui suivent s'appliquent, en plus des exigences générales.

3.3.5.1 Puissance

Le groupe électrogène doit pouvoir fournir le courant nécessaire au démarrage du moteur de pompe et au fonctionnement des systèmes d'éclairage et de ventilation et des autres dispositifs auxiliaires qui assurent le fonctionnement normal et sécuritaire de la station de pompage. L'utilisation d'une seule pompe durant les périodes d'alimentation de secours doit être justifiée. Cette justification doit être fondée sur une comparaison entre les débits maximaux prévus, d'une part, et le débit de la pompe, la durée prévue des pannes d'électricité et la capacité de stockage, d'autre part. On doit prévoir des commandes spéciales de mise en séquence pour le démarrage des moteurs, sauf si le groupe électrogène présente une puissance suffisante pour faire démarrer simultanément toutes les pompes lorsque l'équipement auxiliaire est en service.

3.3.5.2 Fonctionnement

On doit prévoir des dispositifs automatiques et manuels de démarrage et de transfert de charge. Le groupe électrogène doit être protégé contre les conditions de service susceptibles d'endommager l'équipement. Des mesures devraient également être prévues pour permettre au moteur de démarrer et de se stabiliser au régime de service avant de supporter des charges. Lorsqu'un démarrage et un transfert manuels sont justifiés, la capacité de stockage et les caractéristiques du système d'alarme doivent satisfaire aux exigences de la section 3.3.4.3

3.3.5.3 Groupes électrogènes portatifs

Lorsqu'on utilise un groupe électrogène portatif ou que les charges sont transférées manuellement, on doit prévoir une capacité de stockage suffisante, compte tenu des délais de détection des défaillances de la station de pompage et de transport et de raccordement du groupe électrogène. On recommande d'utiliser des connecteurs électriques spéciaux et des commutateurs à deux directions pour le raccordement des groupes électrogènes portatifs.

3.4 INSTRUCTIONS AND EQUIPMENT

The operating authority of sewage pumping stations shall be supplied with a complete set of operational instructions, including emergency procedures, maintenance schedules, tools and such spare parts as may be necessary.

3.5 FORCE MAINS

3.5.1 Velocity

At design average flow, a cleansing velocity of at least 0.6 metres per second shall be maintained.

3.5.2 Air Relief Valve and Blowoff

An automatic air relief valve shall be placed at high points in the force main to prevent air locking. Drain or blowoff valves should be provided at all low points in pressure sewers.

3.5.3 Termination

Force mains should enter the gravity sewer system at a point not more than 0.6 m above the flow line of the receiving manhole. A 45° bend may be considered to direct the flow downward.

3.5.4 Design Pressure

The force main and fittings, including reaction blocking, shall be designed to withstand normal pressure and pressure surges.

3.5.5 Size

Force mains shall be sized to provide sufficient flow velocity, required capacity at the available head and to withstand operating pressures as outlined in Sections 3.5.1 and 3.5.4. In general, force mains shall be a minimum of 100 mm in diameter.

3.5.6 Slope and Depth

Force main slope does not significantly affect the hydraulic design or capacity of the pipeline itself. Under no circumstance, however, shall any force main be installed at zero slope. Zero slope installation makes line filling and pressure testing difficult, and promotes accumulation of air and wastewater gases.

A forcemain should have a minimum cover of 1.8 m.

3.5.7 Special Construction

Force main construction near watercourses or used for aerial crossing shall meet applicable requirements of Sections 2.9 and 2.10.

3.4 DIRECTIVES ET ÉQUIPEMENT

On doit fournir au(x) responsable(s) de l'exploitation des stations de pompage un jeu complet de directives de fonctionnement comprenant les procédures d'urgence, les calendriers d'entretien ainsi que les outils et les pièces de rechange nécessaires.

3.5 CONDUITES D'ÉGOUT SOUS PRESSION

3.5.1 Vitesse

Au débit moyen nominal, une vitesse d'autocurage d'au moins 0,6 mètre par seconde doit être maintenue.

3.5.2 Soupapes de mise à l'air libre et robinets de purge

Une soupape de mise à l'air libre doit être installée aux points hauts des conduites sous pression pour prévenir les bouchons d'air, et un robinet de vidange ou de purge devrait être installé à tous les points bas.

3.5.3 Raccordement

Les conduites d'égout sous pression devraient pénétrer dans le réseau collecteur gravitaire en un point situé à au plus 0,6 m au-dessus du niveau d'écoulement du regard de visite. On peut utiliser un coude de 45 ° pour diriger le flux vers le bas.

3.5.4 Pression nominal

Les conduites d'égout sous pression et les raccords connexes, y compris massifs d'ancrage, doivent être conçus pour supporter les pressions de service et les coups de bélier.

3.5.5 Dimensions

Les conduites d'égout sous pression doivent être dimensionnées de manière à produire une vitesse d'écoulement suffisante, à fournir le débit exigé à la hauteur de refoulement disponible et à supporter les pressions de service, comme il est indiqué aux sections 3.5.1 et 3.5.4. En général, elles doivent avoir un diamètre d'au moins 100 mm.

3.5.6 Pente et profondeur

La pente du réseau des conduites d'égout sous pression n'a pas d'effets notables sur les calculs hydrauliques ou sur le débit de la canalisation proprement dite. En aucun cas, cependant, elles ne doivent avoir une pente nulle. Une pente nulle rend difficiles le remplissage de la conduite et les essais de pression et favorise l'accumulation d'air et de gaz dégagés par les eaux usées.

L'épaisseur de recouvrement des conduites d'égout sous pression devrait être d'au moins 1,8 m.

3.5.7 Construction spéciale

Les conduites d'égout sous pression installées à proximité de cours d'eau ou utilisés pour des croisements aériens doivent satisfaire aux exigences des sections 2.9 et 2.10.

3.5.8 Design Friction Losses

Friction losses through force mains shall be based on the Hazen Williams formula or another acceptable method. When the Hazen Williams formula is used, the following values for "C" shall be used for design.

Unlined iron or steel - 100
All other - 120

When initially installed, force mains will have a significantly higher "C" factor. The "C" factor of 120 should be considered in calculating maximum power requirements for smooth pipe.

3.5.9 Separation from Water Mains

Water mains and sewage force mains are to be installed in separate trenches. The soil between the trenches shall be undisturbed. Force mains crossing water mains shall be laid to provide a minimum vertical distance of 450 mm between the outside of the force main and the outside of the water main. The water main shall be above the force main. At crossings, one full length of water pipe shall be located so both joints will be as far from the force main as possible. Special structural support for the water main and the force main may be required.

3.5.10 Identification

Where force mains are constructed of material which might cause the force main to be confused with potable water mains, the force main should be appropriately identified.

3.6 TESTING

3.6.1 General

The entire length of a force main shall be tested for leakage. If the length of a force main exceeds 400 m, the allowable leakage must not exceed the allowable leakage for a similar force main 400 m in length. All valves in the force main must be opened immediately prior to testing.

3.6.2 Leakage Test

The force main shall be filled with water, and a test pressure of 1035 kPa or equal to 1.5 times the working pressure shall be applied, measured at the lowest point in the test section. The pressure shall be maintained by pumping water from a suitable container of known volume. The amount of water used for a period of two hours shall be recorded.

3.5.8 Calcul des pertes par friction

Le calcul des pertes par friction dans les conduites d'égout sous pression doit être fondé sur la formule de Hazen Williams ou une autre méthode acceptable. Lorsque la formule de Hazen Williams est employée, on doit utiliser les valeurs suivantes pour le calcul de « C ».

Fer ou acier non revêtu - 100
Tous les autres matériaux - 120

Au moment de l'installation initiale, les conduites d'égout sous pression affichent un facteur « C » très élevé. On devrait envisager d'appliquer un facteur « C » de 120 pour le calcul de la pression hydraulique maximale dans le cas des tuyaux lisses.

3.5.9 Isolement des conduites d'égout sous pression

Les conduites maîtresses d'alimentation en eau et les conduites d'égout sous pression doivent être installées dans des tranchées distinctes. Le sol qui sépare les tranchées doit être intact. Les conduites d'égout sous pression qui croisent des conduites d'eau doivent être mises en œuvre de manière qu'une distance verticale d'au moins 450 mm mesurée à partir de leur paroi extérieure, les sépare l'une de l'autre. La conduite d'eau doit être installée au-dessus de la conduite d'égout sous pression. Aux points de croisement, un tronçon ininterrompu de conduite d'eau doit être installé de manière que les joints à ses deux extrémités soient le plus éloigné possible de la conduite d'égout. Il peut être nécessaire d'utiliser des supports spéciaux pour bien retenir les conduites.

3.5.10 Identification

Lorsque les conduites d'égout sous pression sont faites d'un matériau susceptible d'être confondu avec celui des conduites d'eau potable, il faut identifier convenablement la conduite d'égout sous pression.

3.6 ESSAIS

3.6.1 Généralités

L'essai d'étanchéité des conduites d'égout sous pression doit être effectué sur toute la longueur de celle-ci. Pour une conduite de plus de 400 m de longueur, le débit de fuite acceptable ne doit pas dépasser le débit de fuite jugé acceptable pour une conduite comparable de 400 m de longueur. Tous les appareils de robinetterie montés sur la conduite mise à l'essai doivent être ouverts immédiatement avant l'essai.

3.6.2 Essai d'étanchéité

Il faut remplir la conduite d'égout sous pression et appliquer une pression d'essai de 1 035 kPa ou égale à 1,5 fois la pression de service, mesurée au point le plus bas du tronçon d'essai. Il faut maintenir la pression en pompant l'eau d'un contenant approprié d'un volume connu. La quantité d'eau utilisée pendant une période de deux (2) heures doit être consignée.

3.6.3 Allowable Leakage

Allowable leakage for a force main shall be determined by the following formula:

$$L = \frac{(SD) \times P^{0.5}}{727,500}$$

where:

L = allowable leakage in litres/hour

S = length of pipe in metres

D = nominal diameter of pipe in mm

P = test pressure in kPa

Allowable leakage for closed metal seated valves is 1.2 ml per mm of nominal valve diameter per hour. The maximum test section should be 400 m or as directed by the regulatory agency having jurisdiction.

3.6.3 Débit de fuite acceptable

Le débit de fuite acceptable pour une conduite d'égout sous pression doit être déterminé au moyen de la formule suivante:

$$L = \frac{(SD) \times P^{0.5}}{727,500}$$

où :

L = débit de fuite acceptable, en litres/heure

S = longueur du tronçon, en mètres

D = diamètre nominal du tronçon, en mm

P = pression d'essai, en kPa

Le débit de fuite acceptable pour des appareils de robinetterie à siège métallique fermés, est de 1,2 ml par millimètre de diamètre nominal de robinet par heure. Le tronçon d'essai devrait faire au plus 400 m ou avoir la longueur exigée par l'organisme de réglementation compétent.

CHAPTER 4 WASTEWATER TREATMENT FACILITY

4.1 DEFINITION OF WASTEWATER TREATMENT PLANT

“Wastewater Treatment Plant” means a facility for the treatment of sanitary wastewater with a discharge of the treated effluent off the site, or effluent dispersal (subsurface or surface irrigation).

4.2 PERFORMANCE EXPECTATIONS

Treatment, the extent of which will depend upon local conditions, shall be provided in connection with all sewer installations. The engineer should confer with the regulatory agencies before proceeding with the design of sewage infrastructure.

4.2.1 Preliminary Treatment

Coarse screens, bar screens and comminutors are generally provided so as to protect downstream pumps and other equipment from damage caused by the movement of large solids and trash.

Usually, grit chambers remove all particles that have settling velocities (in a quiescent settling column) greater than 1.5 to 3 cm/sec at 20°C. Sand particles of specific gravity 2.65 and size 0.2 mm (retained on a 65-mesh screen) are known to have a settling velocity of approximately 3 cm/sec and grit chambers are designed to remove all sand (and gravel) particles of size greater than 0.2 mm. However, particles of specific gravity lower than 2.65 can also have settling velocity greater than 3 cm/sec when they are of very coarse size, and such solids are also removed in a grit chamber whether they are inorganic or organic. Design engineers have no control over this. The only controlling factor is the settling (or subsiding) velocity of a solid particle and this depends on particle size as well as specific gravity (at a given temperature). Consequently, particles collected even in properly designed and operated grit chambers have been known to have wide ranges of specific gravity, size, shape, character and organic content.

Pre-aeration of wastewater can be used to achieve the following objectives:

- a. odour control;
- b. grease separation and increased grit removal;
- c. prevention of septicity;
- d. grit separation;

CHAPITRE 4 USINE D'ÉPURATION DES EAUX USÉES

4.1 DÉFINITION D'UNE USINE D'ÉPURATION DES EAUX USÉES

Une «usine d'épuration des eaux usées» est une installation où l'on traite les eaux usées domestiques avant de les évacuer hors site ou de les disperser (irrigation de surface ou souterraine).

4.2 RENDEMENT ATTENDU

L'épuration, dont l'étendue dépendra des conditions locales, doit être prévu au moment de la construction de tous les réseaux d'égout. L'ingénieur devrait consulter les organismes de réglementation avant de commencer la conception des infrastructures d'assainissement.

4.2.1 Traitement préliminaire

On installe généralement des tamis métalliques à grosses mailles, des grilles à barreaux et des dilacérateurs pour protéger les pompes et les autres équipements situés en aval contre les dommages causés par la présence de particules solides de grande dimensions et autres détritiques.

Ordinairement, des dessableurs éliminent toutes les particules dont les vitesses de décantation (dans une colonne de décantation au repos) sont supérieures à 1,5 à 3 cm/s à 20 °C. Les particules de sable qui présentent une densité de 2,65 et une granulométrie de 0,2 mm (retenues sur un tamis à mailles 65) sont réputées avoir une vitesse de décantation d'environ 3 cm/s, et les dessableurs sont conçus pour éliminer toutes les particules de sable (et de gravier) de plus de 0,2 mm. Cependant, certaines particules qui affichent une densité de moins de 2,65 peuvent aussi avoir des vitesses de décantation supérieures à 3 cm/s si elles sont très grossières et sont éliminées par les dessableurs, qu'elles soient organiques ou inorganiques. Les ingénieurs concepteurs ne peuvent modifier ces conditions. Le seul facteur déterminant est la vitesse de décantation (ou sédimentation) des particules solides, et cette vitesse est régie à la fois par la taille de la particule et par sa densité (à une température donnée). Par conséquent, les particules interceptées, même dans des dessableurs bien conçus et bien utilisés, peuvent présenter des densités, des tailles, des formes, des caractéristiques et des teneurs en matières organiques extrêmement variées.

On peut recourir à la pré-aération des eaux usées pour atteindre les objectifs suivants :

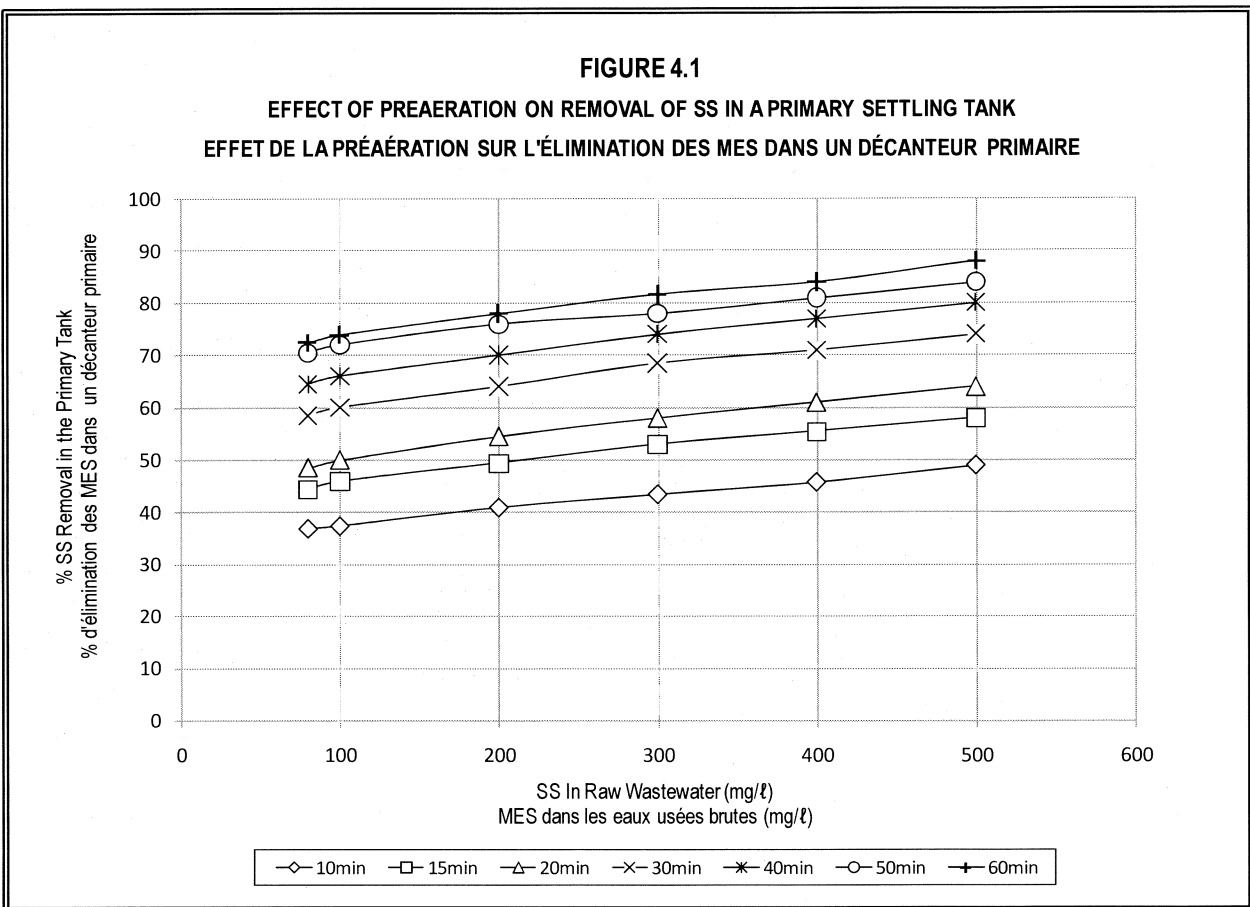
- a. élimination des odeurs;
- b. séparation des graisses et meilleure élimination des sables grossiers;
- c. prévention de la septicité;
- d. séparation des grosses particules;

- e. flocculation of solids;
- f. maintenance of dissolved oxygen (D.O.) in primary treatment tanks at low flows;
- g. increased removal of BOD and SS in primary units (see Figure 4.1); and
- h. to minimize solids deposits on side walls and bottom of wetwells.

Pre-chlorination (the practice of applying chlorine at the plant headworks) is used principally to control odour, corrosion and septicity, and to aid in grease removal. The provision to pre-chlorinate influent wastewater should be considered for wastewater treatment plants.

- e. flocculation des particules solides;
- f. maintien de l'oxygène dissous (O.D.) dans les réservoirs de traitement primaire à de faibles débits;
- g. élimination supérieure de la demande biochimique en oxygène (DBO) et des matières en suspension (MES) dans les décanteurs primaire (voir la figure 4.1);
- h. réduction du dépôt de matières solides sur les parois et au fond des puits de pompage.

La préchloration (traitement au chlore appliqué au niveau des ouvrages d'entrées de l'usine) sert principalement à éliminer les odeurs, la corrosion et la septicité et à faciliter la séparation des graisses. La préchloration des eaux usées influentes devrait être envisagée dans les usines d'épuration.



Note : Removal based on a 2 hr retention time in the settling basins

Note : Le pourcentage d'élimination est fondé sur un temps de rétention de 2 heures dans les décanteurs.

4.2.2 Primary, Secondary and Tertiary Treatment

Table 4.1 lists expected effluent quality produced by well operated treatment facilities treating typical municipal sanitary sewage. The table can be used to illustrate potential effluent quality for selected processes, and as a guide for performance comparisons. Specific facilities may have different treatment objectives and quality requirements. Other treatment processes are available which are not included in Table 4.1. These could be considered on a case by case basis.

4.2.2 Traitement primaire, secondaire et tertiaire

Au tableau 4.1, on indique la qualité prévue des effluents d'une usine d'épuration bien exploitée, où l'on traite des eaux usées municipales types. Ce tableau peut être utilisé pour illustrer la qualité potentielle des effluents produits par des procédés donnés et comme guide pour établir des comparaisons de performance. Chaque installation peut avoir ses propres objectifs de traitement et ses propres exigences de qualité. Il existe d'autres procédés de traitement que ceux qui sont mentionnés au tableau 4.1. Ces procédés peuvent être examinés au cas par cas.

TABLE 4.1 TABLEAU 4.1	SEWAGE TREATMENT PROCESS TYPICAL EFFLUENT QUALITY QUALITÉ TYPE DES EFFLUENTS PRODUITS PAR DIVERS PROCÉDÉS DE TRAITEMENT			
PROCESS PROCÉDÉ	BOD ₅ DBO ₅ mg/l	TSS MES mg/l	Total P Phosphore total mg/l	Total N Azote total mg/l
Primary Primaire				
including anaerobic lagoons y compris les bassins anaérobies	75 - 150	50 - 110	5 - 7	25 - 45
With P Removal Avec élimination du phosphore	45 - 85	25 - 50	1 - 2	20 - 40
Chemically enhanced primary Traitement primaire amélioré par des moyens chimiques	70-125 ^f	105 - 160 ^f	8 - 10 ^f	Not Available Non disponible
Secondary Secondaire				
Activated Sludge Boues activées	10 - 25	10 - 25	3.5 - 6.5	15 - 35
Aerated Lagoons Étangs aérés	15 - 30	20 - 35	4 - 7	20 - 40
Facultative Lagoons Lagunes facultatives				
- Winter to Late Spring de l'hiver à la fin du printemps	25 - 70	20 - 60	3.5 - 7	20 - 35
- Summer to Late Fall de l'été à la fin de l'automne	10 - 30	10 - 40	2 - 5	5 - 10
Advanced Avancé				
Secondary with chemical treatment (P control) Traitement secondaire avec conditionnement chimique (élimination du phosphore)	5 - 15	10 - 30	0.5 - 1.5	15 - 35
Other Biological Systems Autres traitements biologiques				
Biological Aerated Filters Lits bactériens aérés	10 - 20	10 - 20	Not Available Non disponible	Not Available Non disponible
Moving Bed Biofilm Reactors Réacteurs à biofilm à lit mobile	10 - 25	10 - 25	3.5 - 6.5	15 - 35
Membrane Bioreactors Bioréacteurs à membrane	< 5	< 1	< 0.2 ^a < 0.5 ^b	< 10 ^c < 3 ^d
Recirculating Sand Filters Filtres à sable à recirculation	< 15	< 15	10 - 30	12 - 30 ^e

- a - With chemical addition
- b - With Bio-P removal
- c - With preanoxic zone
- d - With preanoxic and postanoxic zones
- e - Based on septic tank effluent with 50% nitrogen removal
- f - Based on percent removal and the following average raw effluent values from MOP 11 - Operation of Municipal Treatment Plants.
BOD₅: 175 mg/l (40-70% removal)
TSS: 175 mg/l (60-90% removal)
Total P: 11 mg/l (70-90% removal)

- a - Avec apports chimiques
- b - Avec élimination biologique du phosphore
- c - Avec zone pré-anoxique
- d - Avec zones pré-anoxique et post-anoxique
- e - Fondé sur des effluents de fosse septique dont l'azote a été éliminé à 50 %
- f - Fondé sur le pourcentage d'élimination et les valeurs moyennes suivantes pour les effluents non traités [tirés du MOP 11 - Operation of Municipal Treatment Plants]
DBO₅: 175 mg/l (élimination de 40 à 70 %)
MES: 175 mg/l (élimination de 60 à 90 %)
Phosphore total: 11 mg/l (élimination de 70 à 90 %)

4.3 SITE CONSIDERATIONS

4.3.1 Plant Location

The following items shall be considered when selecting a plant site:

- a. proximity to residential areas;
- b. direction of prevailing winds;
- c. accessibility;
- d. area available for expansion;
- e. local zoning requirements;
- f. local soil characteristics, geology, hydrology and topography available to minimize pumping;
- g. access to receiving stream;
- h. downstream uses of the receiving stream; including but not limited to shellfish harvesting areas, public swimming areas, drinking water supply intakes.
- i. compatibility of treatment process with the present and planned future land use, including noise, potential odours, air quality and anticipated sludge processing and disposal techniques;
- j. proximity to surface water supplies and water wells;
- k. storm surge;
- l. flood protection.

Where a site must be used which is critical with respect to these items, appropriate measures shall be taken to minimize adverse impacts.

4.3.2 Separation Distances

Separation distances should be designed to prevent the occurrence of objectionable odours in subdivisions and surface water and groundwater contamination, when sewage treatment plants are operated normally and within designed capacities. They should not be designed to accommodate unusual upset conditions that may occur from time to time. Lesser separation distances may be approved upon receipt of permission from adjacent or nearby property owners.

Separation distances will be measured from the proposed odour producing source to the nearest neighbouring lot line. Specific separation distances are as follows:

- a. Mechanical plants (including aerated stabilization ponds) shall be located a minimum of 150 m from residences, 30 m from commercial-industrial developments and 30 m from the nearest property lines. Under special circumstances a lesser

4.3 FACTEURS LIÉS À L'EMPLACEMENT

4.3.1 Emplacement de l'installation

Il faut tenir compte des points suivants au moment de choisir l'emplacement de l'installation :

- a. proximité des zones résidentielles;
- b. direction dominante du vent;
- c. accessibilité;
- d. possibilité d'agrandissement;
- e. exigences locales de zonage;
- f. caractéristiques locales du sol, géologie, hydrologie et topographie, pour réduire le pompage;
- g. accès au cours d'eau récepteur;
- h. utilisations du cours d'eau récepteur en aval de l'installation, notamment zones de cueillette de mollusques, lieux de baignade publics, points d'approvisionnement en eau potable;
- i. compatibilité des procédés de traitement avec les utilisations des terres actuelles et prévues, notamment le bruit, les odeurs potentielles, la qualité de l'air et les techniques prévues de traitement et d'élimination des boues;
- j. proximité des approvisionnements en eau de surface et souterraines ;
- k. ondes de tempête;
- l. lutte contre les inondations.

Lorsqu'un emplacement doit être utilisé même si les conditions ne sont pas optimales, il faut prendre des mesures appropriées pour réduire les effets nuisibles.

4.3.2 Distances de séparation

Les distances de séparation devraient être calculées de manière à prévenir les odeurs désagréables dans les lotissements et la contamination de l'eau de surface et de l'eau souterraine, lorsque les usines d'épuration sont exploitées normalement et dans le respect des capacités de conception. Les installations ne devraient pas être conçues en fonction des conditions inhabituelles imprévues susceptibles de survenir de temps à autre. Des distances de séparation moindres peuvent être approuvées avec la permission des propriétaires des terrains adjacents ou avoisinants.

Les distances de séparation seront mesurées entre la source génératrice d'odeurs proposée et la limite de propriété la plus proche. Les distances de séparation doivent être calculées comme suit :

- a. Les usines d'épuration mécaniques (y compris les étangs de stabilisation aérés) doivent être situées à au moins 150 m des habitations, à 30 m des lotissements commerciaux ou industriels et à 30 m des limites de propriété les plus proches. Dans certaines circonstances,

separation distance to residences may be adopted, provided provision for odour control equipment is provided at the plant; and

- b. Waste stabilization ponds shall be located at least 150 m from isolated human habitation and 300 m from built-up areas or as determined by the regulatory agency having jurisdiction.
- c. Recirculating sand filters shall be located 30 m from potable water supply wells, 100 m from water supply wells immediately down slope, 3 m from any lot boundary and 9 m down slope of any lot boundary.
- d. For infiltration and irrigation separation distances see Sections 10.2.3.6 and 10.3.3.2 respectively.

4.3.3 Flood Protection

The treatment works structures, electrical and mechanical equipment shall be protected from physical damage from the one hundred (100) year flood. Treatment works should remain fully operational and accessible during the twenty-five (25) year flood. This applies to new construction and to existing facilities undergoing major modifications.

4.3.4 General Plant Layout

The general arrangement of the plant within the site should take into account the subsurface conditions and natural grades to provide the necessary facilities at minimum cost.

In the layout of the plant, the designer should orient the buildings to provide adequate allowances for future linear expansions of the various treatment sections and orient the plant so that the best advantage can be taken of the prevailing wind and weather conditions to minimize odour, misting and freezing problems and energy consumption. The plant layout should also allow for the probability of snow drifting, with entrances, roadways and open tankage located so that the effect of snow drifting on operations will be minimized.

It is not recommended that construction of any of the facilities be in close proximity to a shore line, except where this is unavoidable. Suitable measures must be taken to adequately protect the structures from the effects of wave action and shore erosion.

Within the constraints mentioned above, the designer should work towards a plant layout where the various processing units are arranged in a logical progression to avoid the necessity for major pipelines or conduits to transmit wastewater, sludges, or chemicals from one module to the next, and also to arrange the plant layout to provide for convenience of operation and ease of flow splitting for proposed and future treatment units.

une distance de séparation moindre par rapport aux habitations peut être envisagée, à condition que l'usine se dote de matériel d'atténuation des odeurs.

- b. Les étangs de stabilisation doivent être situés à au moins 150 m des habitats humains isolés et à 300 m des zones bâties ou à la distance déterminée par l'organisme de réglementation compétent.
- c. Les filtres à sable à recirculation doivent être situés à 30 m des puits d'alimentation en eau potable, à 100 m des puits d'alimentation en eau immédiatement en bas de pente, à 3 m de toute limite de lot et à 9 m en bas de pente de toute limite de lot.
- d. Pour connaître les distances de séparation pour les infiltrations et l'irrigation, voir les sections 10.2.3.6 et 10.3.3.2, respectivement.

4.3.3 Protection contre les inondations

Les ouvrages de traitement et les installations électriques et mécaniques doivent être protégés contre les dommages physiques que pourrait causer une crue à récurrence de 100 ans. Les ouvrages de traitement devraient demeurer entièrement fonctionnels et accessibles au cours d'une crue à récurrence de 25 ans. Cette exigence s'applique aux nouvelles constructions et aux installations existantes qui font l'objet de modifications importantes.

4.3.4 Schéma général de traitement

L'aménagement général de l'usine à l'intérieur du site devrait tenir compte des conditions souterraines et des pentes naturelles du terrain pour que les installations nécessaires puissent être mises en place au moindre coût.

Dans le plan d'implantation, le concepteur devrait orienter les bâtiments de manière à permettre le prolongement futur des diverses sections de traitement et orienter l'usine de manière à tirer parti des vents dominants et des conditions météorologiques pour réduire les problèmes d'odeur, de brouillard et de gel ainsi que la consommation d'énergie. Il devrait également tenir compte du risque de poudrerie et situer les entrées, les voies d'accès et les bassins ouverts de manière à réduire les effets de la poudrerie sur les opérations.

Il n'est pas recommandé de construire des installations à proximité immédiate d'un rivage, sauf s'il est impossible de procéder autrement. Il faut prendre des mesures appropriées pour protéger adéquatement les ouvrages contre l'action des vagues et l'érosion des rives.

Tout en respectant les contraintes ci-dessus, le concepteur devrait s'efforcer de réaliser un aménagement où les diverses unités de traitement sont disposées suivant une progression logique pour éviter la pose de grandes canalisations ou conduites pour le transport des eaux usées, des boues ou des produits chimiques d'un module au module suivant et pour faciliter l'exploitation des unités de traitement proposées et futures et la répartition du débit dans celles-ci.

Where site roadways are provided for truck access, the road design should be sufficient to withstand the largest anticipated delivery or disposal vehicles with due allowance for vehicle turning and forward exit from the site.

In order to avoid the dangers of high voltage lines crossing the site, it is suggested that a high voltage pole be located at the property line. Depending on the distance from the terminal pole to the control building, the step-down transformer would be located at the terminal pole or adjacent to the control building. If the distance between the terminal pole and the building is excessive, the transformer should be located adjacent to the building. Then the high voltage connections should be brought by underground cable to the pothead at the transformer. In this way, the primary and secondary terminals of the transformer are fully enclosed and no fence is required around the transformer.

Sewage treatment works sites should be adequately fenced, signed and posted to prevent unauthorized access.

4.3.5 Provision For Future Expansion

In addition to the general site considerations outlined in Section 4.3.4, there are a number of allowances needed to provide for economical and practical expansion of the wastewater treatment facilities. Key provisions include:

- a. Design of on-site pumping stations such that their capacity can be increased and/or parallel facilities constructed without the need for major disruption of the plant's operation;
- b. Layout and sizing of channels and plant piping such that additional treatment units can be added or increases in loading rates accommodated. Similarly, the layout of buildings and tankage should accommodate the location of the future stages of expansion;
- c. Space provision within buildings to provide for replacement of equipment with larger capacity units. This is particularly important with equipment such as pumps, blowers, boilers, heat exchangers, etc. Adequate working space shall be provided around equipment, and provision made for the removal of equipment; and,
- d. Sizing of inlet and outlet sewers to account for the ultimate plant capacity. Provided that problems will not occur with excessive sedimentation in the sewers, these sewers should be sized for the ultimate condition. With diffused outfalls, satisfactory port velocities can often be obtained by blocking off ports which will not be required until subsequent expansion stages.

Lorsque des voies d'accès sont prévues pour les camions, la conception de ces voies devrait être fondée sur les plus gros véhicules de livraison ou d'élimination prévus et comporter des marges suffisantes pour les virages et la sortie du site en marche avant.

Pour prévenir les dangers associés aux lignes à haute tension qui traversent le site, il est recommandé de situer les poteaux électriques le long des limites de propriété. Selon la distance qui sépare le poteau d'extrémité et le bâtiment de commande, le transformateur abaisseur devrait être situé sur le poteau d'extrémité ou près du bâtiment de commande. Si la distance entre le poteau d'extrémité et le bâtiment est excessive, le transformateur devrait être situé près du bâtiment. Le courant haute tension devrait ensuite être acheminé par un câble enfoui jusqu'à la boîte d'extrémité au niveau du transformateur. De cette manière les bornes primaire et secondaire du transformateur sont entièrement protégées, et il n'est pas nécessaire d'installer une clôture autour du transformateur.

Les ouvrages de traitement des eaux usées devraient être protégés contre tout accès non autorisé par des clôtures et des panneaux de signalisation.

4.3.5 Agrandissement futur

Outre les aspects mentionnés à la section 4.3.4, il faut prendre un certain nombre de mesures pour permettre un agrandissement fonctionnel et économique des installations de traitement des eaux usées. Voici les principales mesures à prendre :

- a. Il faut concevoir les stations de pompage sur place de manière qu'il soit possible d'en accroître la capacité ou de construire des installations parallèles sans trop perturber le fonctionnement de la station.
- b. Il faut disposer et dimensionner les canaux et les conduites de l'usine de manière qu'il soit possible d'ajouter de nouvelles unités de traitement ou d'accroître les taux de charge. De même, la disposition des bâtiments et des bassins devrait tenir compte de l'emplacement des futures étapes d'agrandissement.
- c. Il faut prévoir de l'espace à l'intérieur des bâtiments pour le remplacement de l'équipement par des appareils de plus grande capacité. Cet aspect est particulièrement important dans le cas des pompes, des ventilateurs, des chaudières, des échangeurs de chaleur, etc. Un espace de travail suffisant doit être prévu autour de l'équipement, et un espace doit être prévu pour l'enlèvement du matériel.
- d. Il faut dimensionner les canalisations d'entrée et de sortie en tenant compte de la capacité finale de l'usine. Dans la mesure où il n'y a pas de sédimentation excessive dans les égouts, les canalisations devraient être dimensionnées en fonction des conditions finales. L'utilisation de diffuseurs sur la conduite émissaire permettra d'obtenir, en début d'opération des vitesses satisfaisantes d'évacuation en obturant les orifices qui ne seront utilisés qu'à des étapes d'agrandissement ultérieures.

4.4 WATER QUALITY OBJECTIVES AND WATER USE GUIDELINES

The typical level of treatment required for any new treatment plant in the Atlantic Provinces is secondary treatment with disinfection. However, each new plant will be evaluated on a case by case basis. The effluent discharge requirements are outlined in the Sewage Treatment Plant Effluent Discharge Policy which is located in an appendix at the back of this manual. Required levels of treatment may be determined to be higher or lower than secondary treatment based on waste assimilation studies. The procedure for carrying out these studies is described in the following section.

4.4.1 Waste Assimilation Study Procedures

a. Level of Effort

As part of the pre-design evaluation (described in Section 1.2), the engineer shall determine from the applicable regulatory agencies the level of effort required for the particular waste assimilation study.

The regulatory agencies may conclude that the effects of the proposed project on the receiving water will be minimal. In this case, the regulatory agencies will set effluent limitations based upon a simple model (possibly basic dilution calculations). In this case, only a minimal level of effort is required for the receiving water study (RWS). The regulatory agencies will determine which parameters will require measurement.

When the regulatory agencies are unsure of the possible effects of a project on the receiving water, they may require that an intermediate RWS and model simulation be conducted as a preliminary assessment tool. If the results of this study indicate that the proposed project would have only a minor effect on the receiving water, the regulatory agencies may, at that point, set effluent limitations. The regulatory agencies shall set the data requirements for the intermediate RWS's.

The third level of effort that may be required is a detailed RWS and complex modelling application. The results of this procedure will determine required effluent limitations. This approach will be required when the regulatory agencies believe that a proposed project may have a significant impact on the receiving water quality. The regulatory agencies will determine RWS data requirements.

b. Water Sampling Procedures

Instruments for electronic *in situ* determination of water quality parameters should be calibrated at least before and after each sampling trip. For example, samples should be collected for salinity to verify field

4.4 OBJECTIFS DE QUALITÉ DE L'EAU ET LIGNES DIRECTRICES SUR L'UTILISATION DE L'EAU

Le niveau type d'épuration exigé pour toute nouvelle usine d'épuration construite dans les provinces de l'Atlantique est un traitement secondaire avec désinfection. Cependant, chaque nouvelle usine sera évaluée au cas par cas. Les exigences en matière de rejet d'effluents sont définies dans la Politique sur le rejet des effluents des usines d'épuration, présentée dans une annexe, à la fin du présent manuel. À la lumière d'études menées sur la capacité d'auto-épuration, on peut établir un niveau d'épuration inférieur ou supérieur à un traitement secondaire. La marche à suivre pour réaliser ces études est décrite à la section suivante.

4.4.1 Marche à suivre pour réaliser une étude sur la capacité d'auto-épuration

a. Niveau d'effort

Dans le cadre de l'évaluation préalable à la conception (décrite à la section 1.2), l'ingénieur doit consulter les organismes de réglementation compétents afin de déterminer le niveau d'effort nécessaire aux fins de l'étude sur la capacité d'auto-épuration.

Les organismes de réglementation peuvent conclure que les effets du projet proposé sur les eaux réceptrices seront négligeables. Dans ce cas, ils établiront les limites de rejet en se fondant sur un modèle simple (parfois un simple calcul de dilution). Un niveau minime d'effort est alors nécessaire pour l'étude des eaux réceptrices. Les organismes de réglementation détermineront quels paramètres devront être mesurés.

Lorsque les organismes de réglementation ne sont pas certains des effets potentiels d'un projet sur les eaux réceptrices, ils peuvent exiger une étude intermédiaire sur celles-ci et une modélisation appropriée comme outils d'évaluation préliminaire. Si les résultats de cette étude indiquent que le projet proposé n'aurait qu'un effet négligeable sur les eaux réceptrices, les organismes de réglementation peuvent, à ce stade, établir des limites de rejet. Les organismes de réglementation doivent déterminer les besoins en données pour l'étude intermédiaire sur les eaux réceptrices.

Le troisième niveau d'effort pouvant être exigé est une étude détaillée des eaux réceptrices et une modélisation complexe. Les résultats de ces travaux permettront de déterminer les limites de rejet qui seront imposées. Cette démarche sera exigée si les organismes de réglementation estiment qu'un projet proposé risque d'avoir une incidence importante sur la qualité des eaux réceptrices. Les organismes de réglementation détermineront les besoins en données pour l'étude sur les eaux réceptrices.

b. Marche à suivre pour le prélèvement d'échantillons d'eau

Les instruments employés pour la détermination électronique sur place des paramètres de qualité de l'eau devraient être étalonnés au moins avant et après chaque opération d'échantillonnage. Ainsi, il faudrait prélever des

measurements and samples fixed in the field for dissolved oxygen to verify dissolved oxygen probes.

All field collection equipment should be listed and prepared before each sampling trip, insuring that all collection containers are clean and proper log forms and labelling equipment are available. Different containers should be available for metals, nutrients, organics, dissolved oxygen, etc. due to their cleaning and preservation requirements.

An established sequence of collection should be developed and maintained throughout the monitoring effort, insuring that new personnel are trained in the proper methods and sequence of data collection. All samples should be logged and sample log sheets should include station location, time, depth, results of *in situ* sampling, and container numbers for each type of sample. Datum should always be clearly specified (e.g. time of day standard, datum for water surface elevations).

All samples should be preserved on board, where the preservation technique will vary with the type of analysis required, but may involve icing, acidification, organic extraction, etc. The preservation techniques should be documented prior to implementation to the monitoring study. For some samples that do not preserve well it may be necessary to either conduct analyses on board or quickly transfer them to nearby on-shore facilities.

Additional samples should be collected to determine sampling variability and individual samples may be split prior to analysis to determine analytical variability. The number of replicate samples should be established as part of the planning for the monitoring effort. Field samples may also be spiked with a known amount of a standard prior to analysis. The identity of the spiked, split and duplicate samples should be kept on separate logs and the analyst should not be aware of their identity.

The samples should be transferred from the field to the laboratory in a timely manner. The field logs should be recorded and a laboratory log kept of the samples and their arrival. Custody sheets may be kept to further document the transferral of samples.

échantillons pour vérifier les mesures sur place de la salinité et modifier sur place des échantillons visant à mesurer l'oxygène dissous pour vérifier le fonctionnement des sondes à oxygène dissous.

Il convient de dresser une liste de tout le matériel de prélèvement sur le terrain et de préparer celui-ci avant chaque opération d'échantillonnage en s'assurant que tous les contenants pour échantillons sont propres et que l'on a en main les formules d'échantillonnage ainsi que le matériel d'étiquetage nécessaires. Il convient d'utiliser des contenants différents pour les métaux, les nutriments, les matières organiques, l'oxygène dissous, etc., en raison des exigences de nettoyage et de préservation.

Il convient de mettre au point et maintenir pendant tous les travaux de surveillance une séquence préétablie de prélèvement et s'assurer que le nouveau personnel connaît bien les méthodes appropriées et la séquence de collecte de données. Tous les échantillons devraient être enregistrés, et les relevés devraient indiquer l'emplacement de la station, l'heure, la profondeur, les résultats de l'échantillonnage sur place et les numéros des contenants pour chaque type d'échantillon. Les points de référence devraient toujours être clairement indiqués (p. ex., heure normale, plan de référence utilisé pour le niveau des eaux).

Tous les échantillons devraient être conservés à bord, où les techniques de préservation varieront selon le type d'analyse nécessaire, mais qui peuvent comprendre la mise en glace, l'acidification, l'extraction organique, etc. Les techniques de préservation devraient être documentées avant le début des travaux de surveillance. Dans le cas de certains échantillons qui sont difficiles à préserver, il peut être nécessaire de mener les analyses à bord ou d'acheminer rapidement les échantillons vers les installations à terre les plus proches.

Il convient de prélever des échantillons supplémentaires afin de déterminer la variabilité d'échantillonnage, et on peut diviser chaque échantillon avant analyse pour établir la variabilité analytique. Le nombre d'échantillons subdivisés devrait être établi au moment de la planification de l'effort de surveillance. On peut également altérer les échantillons prélevés sur le terrain en y ajoutant une quantité connue d'une substance étalon avant l'analyse. Les échantillons altérés, divisés et répétés devraient être identifiés dans des registres distincts, et l'analyste ne devrait pas pouvoir différencier ces échantillons.

Les échantillons devraient être acheminés rapidement du lieu de prélèvement au laboratoire. Il convient d'enregistrer les données recueillies sur place et de tenir au laboratoire un registre des échantillons reçus. On peut établir des fiches de garde pour documenter plus précisément le transfert des échantillons.

4.4.2 Waste Assimilation Capacity

4.4.2.1 General

In essence, a waterbody's dilution/assimilative capacity for wastes depends on waste characteristics and a host of physical, chemical and biological factors, such as the flow or volume of the waterbody and the waste discharges, dispersion of effluent, depth and width of the waterbody, type of substrate, algal growths, benthic deposits or organic sludges, etc.

A waste assimilation study is the mechanism to be used in estimating a waterbody's assimilative capacity and establishing effluent requirements to meet the Canadian Environmental Quality Guidelines (CEQG). Either simple dilution formulae or more sophisticated mathematical models can be used as assessment techniques, depending on the circumstances. For example, with a dilution ratio greater than 20 to 1, simple dilution formulae may be adequate for estimating effluent requirements for discharges with a high degree of treatment (e.g. secondary treatment) and which do not contain hazardous substances. With a dilution ratio less than 20 to 1, more complex assessment techniques may be required to estimate assimilative capacity. Further, under complex situations (e.g. multiple uses of water, flood control requirements, etc.) sophisticated mathematical models may be used to estimate assimilative capacity and effluent requirements.

In areas with existing water quality better than CEQG, it is a good general principle not to allocate the entire assimilative capacity of a receiving waterbody. The need for maintenance of a reserve capacity should be established on a case-by-case basis.

In addition to meeting the CEQG Guidelines a thorough receiving water assessment may be required before the discharge of effluent containing toxic substances will be permitted. Such an assessment should include studies of the potential accumulation and concentration of the substances in the environment (such as bed sediments and aquatic flora and fauna), synergistic effects with other substances and physical factors (such as temperature changes or radiant energy) that may affect the environmental impact of contaminants.

4.4.2.2 Dilution Ratio

Dilution ratio is a simple measure of a receiving water's assimilative capacity. Dilution ratios should be based upon the 7 consecutive day average low streamflow occurring once in 20 years (7Q20), or as required by the regulatory agency having jurisdiction, and the peak hourly effluent discharge rate (both expressed in the same units).

4.4.2 Capacité d'auto-épuration

4.4.2.1 Généralités

Essentiellement, la capacité de dilution et d'auto-épuration d'un plan d'eau dépend des caractéristiques des effluents et de divers facteurs physiques, chimiques et biologiques, comme le débit ou le volume du plan d'eau, le débit et la dispersion des effluents, la profondeur et la largeur du plan d'eau, le type de substrat, le développement d'algues, les dépôts benthiques ou de boues organiques, etc.

L'étude sur la capacité d'auto-épuration est le mécanisme qui doit être utilisé pour estimer la capacité d'auto-épuration d'un plan d'eau et établir des volumes d'effluents conformes aux Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. Selon les circonstances, on peut utiliser une simple formule de dilution ou des modèles mathématiques plus complexes comme techniques d'évaluation. Ainsi, pour un rapport de dilution supérieur à 20 : 1, une simple formule de dilution peut être suffisante pour estimer les rejets d'effluents qui nécessitent un haut degré d'épuration (p. ex., traitement secondaire) et qui ne renferment pas de substances dangereuses. Lorsque le rapport de dilution est inférieur à 20 : 1, il peut être nécessaire de recourir à des techniques d'évaluation plus avancées pour estimer la capacité d'auto-épuration. Par ailleurs, dans des conditions complexes (p. ex., utilisations multiples de l'eau, nécessité de prendre des mesures pour lutter contre les inondations, etc.), on peut utiliser des modèles mathématiques perfectionnés pour estimer la capacité d'auto-épuration et les exigences applicables aux effluents.

Dans les zones où la qualité de l'eau est supérieure aux Recommandations canadiennes, il est généralement recommandé de ne pas appliquer la totalité de la capacité d'auto-épuration d'un plan d'eau récepteur. La nécessité de conserver une capacité de réserve devrait être établie au cas par cas.

En plus de s'assurer que les effluents sont conformes aux Recommandations canadiennes, il peut être nécessaire de procéder à une évaluation approfondie des eaux réceptrices avant que le rejet d'effluents contenant des substances toxiques ne soit autorisé. Cette évaluation devrait comporter des études sur l'accumulation potentielle et la concentration de ces substances dans l'environnement (comme les sédiments benthiques et la flore et la faune aquatique), la synergie avec d'autres substances et facteurs physiques (comme les variations de température ou l'énergie rayonnante) pouvant influencer sur l'incidence environnementale des contaminants.

4.4.2.2 Rapport de dilution

Le rapport de dilution est une mesure simple de la capacité d'auto-épuration des eaux réceptrices. Les rapports de dilution devraient être fondés sur la période d'étiage moyenne de sept (7) jours à récurrence de 20 ans (7Q20), ou sur les paramètres imposés par l'organisme de juridiction compétent, et le taux de rejet horaire de pointe d'effluents (exprimés dans les mêmes unités).

4.4.2.3 Mixing Zone

4.4.2.3.1 General

It may not be practical to treat all effluents so they meet the Water Quality Objective concentrations. Therefore, some volume of water must be provided for dilution or modification of the waste effluent before the Objectives can be met.

A mixing zone is a region of a waterbody in which an effluent discharge of quality (chemical/physical/biological) characteristics different from those of the receiving water is in transit and is progressively assimilated from the immediate outfall area to the outer limits of the region. At the boundaries or outer limits of the mixing zone, water quality objectives established by the regulatory authorities to protect beneficial water uses should be achieved. Within the mixing zone, where the objectives are not met, there will be some damage or loss to the aquatic environment. Nevertheless, at no point should conditions be immediately lethal so that swimming organisms cannot evade the area.

4.4.2.3.2 Mixing Zone Requirements

Terms and conditions related to the mixing zones may be outlined in the "Approval/Permit to Operate," based on the minimum requirements outlined below. Inherent in these conditions, a mixing zone may not be used as an alternative to adequate treatment.

1. The mixing zone should be as small as practicable, and shall not be of such size or shape to cause or contribute to the impairment of existing or likely water uses. Mixing zone size shall be established on a case-by-case basis, but in no case shall it exceed the following:
 - a) in streams and rivers the mixing zone shall be apportioned no more than 25% of the cross-sectional area or volume of flow, nor more than one-third of the river width at any transect in the receiving water during all flow regimes which equal or exceed the 7Q20 flow for the area;
 - b) in lakes and other surface impoundments the mixing zone volume shall not exceed 10% of that part of the receiving water available for mixing, and surface water quality objectives must be achieved at all points beyond a 100m radius from the effluent outfall.

4.4.2.3 Zone de mélange

4.4.2.3.1 Généralités

Il peut être difficile de traiter tous les effluents de manière que leurs concentrations soient conformes aux objectifs de qualité de l'eau. C'est pourquoi un certain volume d'eau doit être prévu pour la dilution ou la modification des effluents avant que les objectifs ne puissent être atteints.

Une zone de mélange est une portion du plan d'eau dans laquelle un rejet d'effluents, dont les caractéristiques de qualité (chimiques, physiques et biologiques) sont différentes de celles des eaux réceptrices, est en transit et progressivement assimilé, entre le point de rejet et les limites extérieures de la zone. Aux frontières, ou limites extérieures, il est impératif d'atteindre les objectifs de qualité de l'eau établis par les organismes de réglementation pour protéger les usages bénéficiaires de l'eau. À l'intérieur de la zone de mélange, où ces objectifs ne sont pas atteints, le milieu aquatique subira des dommages ou des pertes. Néanmoins, en aucun point les conditions ne devraient être immédiatement létales et empêcher les organismes nageurs de quitter la zone.

4.4.2.3.2 Exigences relatives à la zone de mélange

On peut définir les conditions applicables aux zones de mélange dans l'« Approbation/permis d'exploitation » en se fondant sur les exigences minimales indiquées ci-après. Il est entendu dans ces conditions qu'une zone de mélange ne peut remplacer un traitement adéquat.

1. La zone de mélange devrait être la plus petite possible et ne doit pas, par sa taille ou sa forme, entraver ou réduire les utilisations existantes ou probables des eaux. La taille de la zone de mélange doit être établie au cas par cas et ne doit sous aucun prétexte dépasser les valeurs suivantes :
 - a) dans les ruisseaux et les rivières, la zone de mélange doit correspondre à au plus 25 % du volume ou de la section d'écoulement, à au plus un tiers de la largeur du cours d'eau le long d'un transect donné des eaux réceptrices sous tous les régimes d'écoulement égaux ou supérieurs à la période d'étiage 7Q20 de la zone;
 - b) dans les lacs et les autres bassins superficiels, le volume de la zone de mélange ne doit pas dépasser 10 % de la partie des eaux réceptrices disponible pour le mélange, et les objectifs de qualité de l'eau doivent être atteints à tous les points situés au-delà d'un rayon de 100 m des décharges d'effluents.

2. The mixing zone shall be:

- a) Free from substances in concentrations or combinations which may be harmful to human, animal or aquatic life;
 - b) free from substances that will settle to form putrescent or otherwise objectionable sludge deposits, or that will adversely affect aquatic life or waterfowl;
 - c) free from debris, oil, grease, scum or other materials in amounts sufficient to be noticeable in the receiving water;
 - d) free from colour, turbidity or odour-producing materials that would:
 - i) adversely affect aquatic life or waterfowl;
 - ii) significantly alter the natural colour of the receiving water;
 - iii) directly or through interaction among themselves or with chemicals used in water treatment, result in undesirable taste or odour in treated water, and;
 - e) free from nutrients in concentrations that create nuisance growths of aquatic weeds or algae or that results in an unacceptable degree of eutrophication of the receiving water;
3. The presence of a mixing zone should in no way pose a threat to the species survival of any organism in the receiving water outside the mixing zone.
4. No conditions within the mixing zone should be permitted which:
- a) are rapidly lethal to important aquatic life (resulting in conditions which result in sudden fish kills and mortality of organisms passing through the mixing zones); or
 - b) cause irreversible responses which could result in detrimental post-exposure effects; or
 - c) result in bioconcentration of toxic materials which are harmful to the organism or its consumer; or
 - d) attract organisms to the mixing zones, resulting in a prolonged and lethal exposure period.
5. The mixing zone should be designed to allow an adequate zone of passage for the movement or drift of all stages of aquatic life; specific portions of a cross-section of flow or volume may be arbitrarily allocated for this purpose;

2. La zone de mélange doit :

- a) être exempte de concentrations ou de combinaisons de substances pouvant être nuisibles à la vie humaine, animale ou aquatique;
 - b) être exempte de substances qui sédimentent pour former des dépôts de boues putrescibles ou indésirables pour d'autres raisons ou qui auront un effet nuisible sur la vie aquatique ou la sauvagine;
 - c) être exempte de débris, d'huile, de graisse, de croûte ou d'autres matières en quantités suffisantes pour être visibles dans les eaux réceptrices;
 - d) être exempte de matières qui engendrent une décoloration, une turbidité ou des odeurs qui :
 - i) auraient un effet nuisible sur la vie aquatique ou la sauvagine;
 - ii) entraîneraient une altération importante de la couleur naturelle des eaux réceptrices;
 - iii) donneraient directement ou par interaction entre elles ou avec les produits chimiques utilisés dans le traitement des eaux un goût ou une odeur indésirable à l'eau traitée; et
 - e) être exempte de concentrations de nutriments qui entraîneraient un développement nuisible d'herbes aquatiques ou d'algues ou un degré inacceptable d'eutrophisation des eaux réceptrices;
3. La présence d'une zone de mélange ne devrait d'aucune manière présenter une menace à la survie des organismes contenus dans les eaux réceptrices, hors de la zone de mélange.
4. Dans la zone de mélange, on ne devrait tolérer aucune condition qui :
- a) est rapidement létale pour les espèces aquatiques importantes (qui entraînerait la mort soudaine des poissons et la mortalité des organismes qui traversent la zone de mélange); ou
 - b) provoque des réactions irréversibles susceptibles de produire des effets post-exposition délétères; ou
 - c) entraîne une bioconcentration de substances toxiques nuisibles à des organismes ou aux personnes qui consomment ces derniers; ou
 - d) y attire les organismes, ce qui donne lieu à une période d'exposition prolongée et létale.
5. Il faudrait concevoir la zone de mélange en ménageant une zone de passage suffisante pour permettre le mouvement ou l'entraînement de tous les stades de la vie aquatique; on peut allouer arbitrairement à cette fin une proportion précise du volume ou de la section d'écoulement.

6. Mixing zones should not interfere with the migratory routes, natural movements, survival, reproduction, growth, or increase the vulnerability to predation, of any representative aquatic species, or endangered species;
7. Mixing zones should not interfere with fish spawning and nursery areas;
8. Rapid changes in the water quality which could kill organisms by shock effects must not be present. Such conditions could have the effect of creating a higher toxicity value;
9. Municipal and other water supply intakes and recreational areas, as a general rule, should not lie within a mixing zone. However, knowledge of the effluent characteristics and the type of discharge associated with the mixing zone could allow such a mixture of uses;
10. Mixing zones may overlap unless the combined effects exceed the conditions specified in these mixing zone guidelines;
11. Limitations on mixing zones should be established by the regulatory authorities on a case-by-case basis, where "case" refers to both local considerations and the waterbody as a whole or segments of the waterbody;
12. Existing biological, chemical, physical and hydrological conditions should be known when considering the location of a new mixing zone or limitations on an existing one;
13. The design and location of the outfall should be considered on a case-by-case basis to reduce the impact of the mixing zone on the receiving waters;
14. Total loadings into all the mixing zones within a river, lake or segment thereof, must not exceed the acceptable loadings from all point-source discharges required to maintain satisfactory water quality;
15. Mixing zones should not result in contamination of natural sediments so as to cause or contribute to exceedences of the water quality objectives outside the mixing zone.

6. Les zones de mélange ne devraient pas entraver les voies migratoires, les mouvements naturels, la survie, la reproduction, la croissance ni augmenter la vulnérabilité à la prédation des espèces aquatiques représentatives ou des espèces en danger de disparition.
7. Les zones de mélange ne devraient pas perturber les aires de frai et de croissance des poissons.
8. Il ne doit pas y avoir de variations rapides de la qualité de l'eau susceptibles de tuer des organismes par effet de choc. Ces conditions pourraient favoriser une augmentation du niveau de toxicité.
9. Règle générale, les prises d'eau municipales et autres ainsi que les aires récréatives ne devraient pas se trouver dans une zone de mélange. Cependant, si les caractéristiques des effluents et le type de rejets associés à la zone de mélange sont connus, des usages mixtes pourraient être autorisés.
10. Les zones de mélange peuvent se chevaucher, à moins que les effets combinés ne dépassent les conditions prescrites dans les présentes lignes directrices.
11. Les limites applicables aux zones de mélange devraient être établies par les organismes de réglementation au cas par cas, le terme « cas » désignant à la fois les conditions locales et l'ensemble ou certaines parties du plan d'eau.
12. Les conditions biologiques, chimiques, physiques et hydrologiques devraient être connues au moment d'étudier l'emplacement d'une nouvelle zone de mélange ou de modifier les limites d'une zone existante;
13. Il convient d'examiner au cas par cas la conception et l'emplacement de l'exutoire afin de réduire l'incidence de la zone de mélange sur les eaux réceptrices.
14. Les charges totales exercées sur toutes les zones de mélange d'un cours d'eau, d'un lac ou d'une partie de ceux-ci ne doivent pas dépasser les charges acceptables de toutes les décharges ponctuelles, qui assurent le maintien d'une qualité de l'eau satisfaisante.
15. Les zones de mélange ne devraient pas entraîner une contamination des sédiments naturels susceptible d'engendrer ou de favoriser un dépassement des limites de pollution de l'eau à l'extérieur de la zone de mélange.

4.4.3 Waste Assimilation Study Field Procedures

Before any field work is carried out on a stream, river, lake, coastal water, or estuaries the objectives of the study and proposed methodology should be laid out and submitted to the Regulatory Agency having jurisdiction for approval.

4.4.3 Marche à suivre pour mener une étude sur la capacité d'auto-épuration

Avant de commencer les travaux sur place dans un cours d'eau, un lac, des eaux côtières ou des estuaires, il convient d'établir et de soumettre à l'approbation de l'organisme de réglementation compétent les objectifs de l'étude et la méthodologie proposée.

4.4.4 Waste Load Allocation Modelling

4.4.4.1 General

Because of the wide array of variable elements that must be considered in assessing a receiving water's assimilative capacity, computerized mathematical models are generally employed to make the necessary calculations. In the simplest situations, manual calculations can be performed. In most cases, however, the use of computerized mathematical models will be much more convenient.

4.4.4.2 Model Selection

4.4.4.2.1 General

The initial step of any waste load allocation study is to define the nature and the extent of the problem. Once this is done, the preferred approach in model selection is to use the simplest model that can be applied to a particular case. Ideally, the model should include only those phenomena that are operative and important in the receiving water being modelled. The most appropriate procedure for selecting a model is, therefore, to first define the phenomena that are important for the particular site-specific analysis to be performed. Activities that help to define phenomena that should be incorporated include the following:

- a) review of existing data on waste loads, and receiving water quality;
- b) preliminary mass balance calculations using simple models or equations that provide analytical solutions for various load sources (combined sewer overflows, nonpoint sources, sediment) and reaction phenomena.

It is also desirable to attempt to anticipate the technical issues with respect to control actions (level of treatment, alternate discharge locations, etc.) and determine whether this will influence the types of reactions that will be important. From the foregoing, the analyst will generally be able to establish the phenomena that should be included in the selected model and the time and space scale of the analysis which is most appropriate.

Under ideal circumstances, one would select a formal model or analysis approach that included all the phenomena determined to be important in the study area, and which excluded those reactions that are insignificant in the case in question. While this guidance should be followed as much as possible, in practice a calculation framework or model may be selected because it is available or familiar to the analyst.

4.4.4 Modélisation de la répartition des charges de déchets

4.4.4.1 Généralités

Étant donné le nombre d'éléments variables dont on doit tenir compte au moment d'évaluer la capacité d'auto-épuration des eaux réceptrices, on utilise généralement des modèles mathématiques informatisés pour faire les calculs nécessaires. Dans les situations les plus simples, on peut faire ces calculs à la main. Le plus souvent toutefois, il est beaucoup plus pratique d'utiliser des modèles mathématiques informatisés.

4.4.4.2 Choix d'un modèle

4.4.4.2.1 Généralités

La première étape de toute étude de répartition des charges de déchets consiste à définir la nature et l'ampleur du problème. La démarche privilégiée pour le choix d'un modèle est d'utiliser le modèle le plus simple pouvant être appliqué à un cas précis. Idéalement, le modèle ne devrait renfermer que les phénomènes qui ont un effet et sont importants dans le cas des eaux réceptrices modélisées. La meilleure façon de procéder pour choisir un modèle consiste donc à définir d'abord les phénomènes qui sont importants pour l'analyse des éléments du site. Les activités qui peuvent faciliter la définition des phénomènes à inclure comprennent :

- a) un examen des données existantes sur les charges de déchets et la qualité des eaux réceptrices;
- b) des calculs préliminaires de bilan massique effectués à l'aide de modèles ou d'équations simples qui fournissent des solutions analytiques pour diverses sources de charges (débordements d'égout unitaire, sources non ponctuelles, sédiments) et phénomènes de réaction.

Il est également souhaitable d'anticiper les problèmes techniques que pourraient soulever les mesures de contrôle (niveau d'épuration, autres points de rejet, etc.) et de déterminer si ces aspects auront un effet sur les types de réactions qui seront importants. À partir de ce qui précède, l'analyste peut généralement établir les phénomènes qui devraient être inclus dans le modèle choisi et l'échelle temporelle et spatiale qui convient le mieux à l'analyse.

Dans des circonstances idéales, on choisirait un modèle formel ou une démarche analytique qui comprendrait tous les phénomènes jugés importants dans la zone d'étude et exclurait les réactions qui sont négligeables dans le cas à l'étude. Bien qu'il soit recommandé de se conformer le plus possible à ces directives, en pratique, l'analyste peut choisir le cadre de calcul ou le modèle qui est disponible ou celui qu'il connaît le mieux.

In such cases, two criteria are important to apply. First, the model selected must be capable of handling all of the important site-specific phenomena considering the time and space scale of the analysis and using the equations and formulations specified. Secondly, provision should be made, where possible, to eliminate from the calculation framework the effect of any phenomena that are insignificant in the site-specific analysis. In some cases, inclusion of phenomena judged to be unimportant on a site-specific basis can increase the level of uncertainty of the analysis and thus directly affect decisions. In these situations, additional data collection, sensitivity runs, and other aspects of the overall waste load allocation program must be considered, in order that phenomena contained in the calculations are adequately addressed.

Additional evaluation criteria for model selection include completeness of computer program documentation, costs for manpower, and computer time.

4.4.4.2.2 Model Selection Guidelines

Guidelines for selection of a model fall under two categories: technical and operational. The technical guidelines ultimately are concerned with matching the model capabilities to the important physical and biochemical processes of the prototypical system. The operational guidelines are concerned with the ease and cost associated with model operation.

The following is the sequence of model selection guidelines, with a brief discussion of the considerations involved.

Technical Guideline #1

Determine Important Features of the Prototypical System That are Required in the Analysis

Site-specific data should be collected and reviewed to understand the system and establish the important factors associated with the identified problem. Valuable information can also be obtained from other experienced professionals, especially those who have modelling experience or site-specific field experience, and from personal site visits.

Technical Guideline #2

Review Available Models and Model Capabilities

There are a wide number of models available capable of performing waste load allocations. It is important to be aware of those capabilities that involve a substantial increase in complexity.

Dans ce cas, deux critères doivent être appliqués. En premier lieu, le modèle choisi doit pouvoir prendre en charge tous les phénomènes propres au site qui sont importants, compte tenu de l'échelle temporelle et spatiale de l'analyse, et utiliser les équations et les formules prescrites. Deuxièmement, il convient de prendre toutes les mesures nécessaires pour éliminer du cadre de calcul l'effet de tout phénomène jugé négligeable aux fins de l'étude propre au site. Parfois, l'intégration de phénomènes réputés sans importance eu égard au site augmente le niveau d'incertitude de l'analyse et a donc un effet direct sur le processus décisionnel. Dans ce cas, il faut envisager la collecte de données supplémentaires, procéder à d'autres évaluations de la sensibilité et examiner d'autres aspects du programme global de répartition des charges de déchets de manière à aborder correctement les phénomènes qui entrent dans les calculs.

Parmi les autres critères d'évaluation qui dictent le choix d'un modèle, mentionnons l'exhaustivité de la documentation du programme informatique, les coûts de main-d'œuvre et le temps machine.

4.4.4.2.2 Lignes directrices pour le choix d'un modèle

Les lignes directrices pour le choix d'un modèle sont regroupées en deux catégories : lignes directrices techniques et lignes directrices opérationnelles. Les lignes directrices techniques portent essentiellement sur l'appariement des capacités du modèle et des processus physiques et biochimiques importants du système prototypique. Les lignes directrices opérationnelles portent sur la facilité et les coûts d'utilisation du modèle.

On trouvera ci-après la séquence des lignes directrices pour le choix d'un modèle, accompagnée d'un bref exposé des aspects en jeu.

Ligne directrice technique n° 1

Déterminer les caractéristiques importantes du système prototypique devant être utilisées dans l'analyse

Il convient de recueillir des données propres au site et les examiner pour comprendre le système et établir les facteurs importants associés au problème identifié. On peut également obtenir des renseignements précieux en consultant d'autres professionnels expérimentés, en particulier ceux qui possèdent de l'expérience dans la modélisation ou de l'expérience pratique relativement à la zone à l'étude, et en se rendant sur le site.

Ligne directrice technique n° 2

Passer en revue les modèles disponibles et les capacités de chacun

De nombreux modèles peuvent effectuer une répartition des charges de déchets. Il faut être conscient que certaines fonctionnalités entraînent un accroissement important de la complexité.

Technical Guideline #3

Match Important Features of the Prototypical System With Model Capabilities

An important step in model selection is comparing the important features of the prototypical system with the model capabilities and selecting, as technically acceptable, those models whose capabilities match the features of the system. A rule of thumb is to select the simplest model(s) that retains all important features in the prototypical system. Choosing a more complex model is not cost effective since data requirements and computer cost tend to increase rapidly. An overly complex program will not usually result in an improved simulation and may increase uncertainty in the analysis.

Technical Guideline #4

Confirm Selection of Technically Acceptable Models

To confirm that the models are indeed technically appropriate, the potential user should consult the user's manual and other support documents, contact and discuss the potential application with members of the support agency, and consult with other experienced professionals.

Operational Guideline #1

Selection of Candidate Models Based on Ease of Application

Once a technically acceptable model has been selected, it is necessary to estimate the ease of applying it. However, it is very difficult to evaluate the adequacy of documentation and support and realistically estimate costs without prior experience with the model. Therefore, it is recommended that the support agency be consulted. It may be possible that special support arrangements (including short courses or informational or personnel exchanges) are available under existing agreements or otherwise could be made available to the potential user. The support agency may also be able to provide the potential user with a list of local users who could be contacted for information regarding their past or current experience with the computer program associated with the model.

Operational Guideline #2

Selection of Candidate Models Based on Cost of Application and Problem Significance

It is difficult to estimate overall costs involved in a model application because each application differs in scope and complexity, and the ability to solve or avoid certain problems is very dependent on the experience and technical background of the analysts involved. However, machine requirements and costs associated with typical runs are usually estimated in the program documentation. As a rule, the simpler the model, the less expensive it is to

Ligne directrice technique n° 3

Apparier les caractéristiques importantes du système prototypique et les capacités des modèles

Une étape importante dans le choix d'un modèle consiste à comparer les caractéristiques importantes du système prototypique aux capacités des modèles et à déterminer l'acceptabilité technique des modèles dont les capacités correspondent aux caractéristiques du système. De manière empirique, il s'agit en fait de choisir le ou les modèles les plus simples qui prennent en charge toutes les caractéristiques importantes du système prototypique. Il n'est pas rentable de choisir un modèle plus complexe puisque les besoins en données et les coûts machine tendent à augmenter rapidement. Un programme trop complexe ne produira ordinairement pas une meilleure simulation et risque d'accroître le degré d'incertitude de l'analyse.

Ligne directrice technique n° 4

Confirmer le choix des modèles techniquement acceptables

Pour confirmer que les modèles sont en effet techniquement appropriés, l'utilisateur potentiel devrait consulter le manuel de l'utilisateur et les autres documents d'accompagnement, discuter de l'application potentielle avec les membres de l'organisme de soutien et consulter d'autres professionnels expérimentés.

Ligne directrice opérationnelle n° 1

Choix des modèles potentiels fondé sur la facilité d'utilisation

Après avoir choisi un modèle techniquement acceptable, il faut en évaluer la facilité d'utilisation. Il est toutefois très difficile d'évaluer la pertinence de la documentation et du soutien et de faire une estimation réaliste des coûts avant d'avoir expérimenté le modèle. Il est donc recommandé de consulter l'organisme de soutien. Il se peut que des mesures spéciales de soutien (y compris des cours abrégés, des échanges d'information ou des consultations avec le personnel) soient disponibles dans le cadre des ententes existantes ou puissent être mises à la disposition des utilisateurs potentiels. L'organisme de soutien peut également être en mesure de fournir à l'utilisateur potentiel une liste des utilisateurs locaux avec lesquels il peut communiquer pour obtenir de l'information sur leur expérience présente ou passée avec le programme informatique associé au modèle.

Ligne directrice opérationnelle n° 2

Choix de modèles potentiels fondé sur les coûts d'utilisation et l'importance du problème

Il est difficile d'estimer les coûts globaux associés à l'utilisation d'un modèle parce que la portée et la complexité des applications sont extrêmement variables et que la capacité à résoudre ou à prévenir certains problèmes est étroitement liée à l'expérience et à la formation technique des analystes. Cependant, les exigences machine et les coûts associés aux passages machine sont ordinairement estimés dans la documentation du programme. Règle générale, plus le

apply. Again, it is essential that the support agency and other experienced professionals be contacted for information or assistance.

Once an estimate of the costs of application has been made, it should be compared with the benefits of using the program as part of the water quality modelling effort and the overall importance of the problem. In other words, the Waste Load Allocation study costs should be consistent with the economic, social, or environmental values associated with the problem and its solution.

Operational Guideline #3

Selection of Candidate Models Based on Data Availability and Data Acquisition Costs

All models require data for input, calibration, and verification. It is best if model selection is not restricted by availability of data and the decision is made to acquire the specific type of data required for the model. On the other hand, if data availability is a constraint, selection of a less sophisticated model than would be warranted on technical grounds may be appropriate.

SUMMARY:

The first step in model selection is to determine which programs are technically acceptable, based on an understanding of the important physical and biochemical processes in the prototypical system. The second step is to determine the ease and costs of application of those which are technically acceptable. The result of the second step is a list of candidate models which may or may not be ranked according to convenience and cost. The final selection of the preferred model from the list of candidates is based on the overall judgment of the potential user taking into account all of the factors discussed.

4.4.4.3 Modelling Procedures

Figure 4.2 outlines the typical development of a site specific water quality model.

4.4.4.3.1 Initial Assessment

The first three steps in Figure 4.2 contribute to the initial assessment activity. The historical data are reviewed and employed in conjunction with initial model runs, which compare calculated and observed water quality to:

- confirm existing or future water quality problems.
- define the loads, sources, and sinks that control water quality.

modèle est simple, moins il coûte cher à utiliser. Ici encore, il est essentiel de communiquer avec l'organisme de soutien et d'autres professionnels expérimentés pour obtenir de l'information ou de l'aide.

Une fois les coûts d'utilisation estimés, ils devraient être comparés aux avantages liés à l'utilisation du programme dans le cadre de l'effort de modélisation de la qualité de l'eau et à l'importance globale du problème. En d'autres termes, les coûts liés à l'étude de répartition des charges de déchets devraient rejoindre les valeurs économiques, sociales ou environnementales associées au problème et à sa solution.

Ligne directrice opérationnelle n° 3

Choix de modèles potentiels fondé sur la disponibilité des données et les coûts d'acquisition de données

Tous les modèles doivent recevoir des données à des fins de saisie, d'étalonnage et de vérification. Il est préférable que le choix du modèle ne repose pas uniquement sur la disponibilité des données et que l'on décide d'acquérir le type précis de données dont on a besoin pour le modèle. En revanche, si la disponibilité des données constitue une contrainte, on pourrait choisir un modèle moins complexe si ce choix est justifié sur le plan technique.

RÉSUMÉ

La première étape dans le choix d'un modèle consiste à déterminer quels programmes sont techniquement acceptables en se fondant sur une connaissance des processus physiques et biochimiques importants présents dans le système prototypique. La deuxième étape consiste à déterminer la facilité et les coûts d'utilisation de ces modèles techniquement acceptables. Cette seconde étape permet d'établir une liste des modèles potentiels, qui peut être classée en fonction de la convivialité et des coûts. Le choix final du modèle à partir de la liste des modèles potentiels est fondé sur le jugement global de l'utilisateur potentiel, qui doit tenir compte de tous les facteurs en jeu.

4.4.4.3 Marche à suivre pour la modélisation

La figure 4.2 décrit la mise au point type d'un modèle de qualité de l'eau propre à un site.

4.4.4.3.1 Évaluation initiale

Les trois premières étapes décrites à la figure 4.2 s'inscrivent dans l'activité d'évaluation initiale. Les données historiques sont examinées et utilisées conjointement avec les passages machine initiaux du modèle, qui comparent la qualité de l'eau calculée et observée pour :

- confirmer les problèmes existants et futurs de qualité de l'eau;
- définir les charges, les sources et les zones d'accumulation qui régissent la qualité de l'eau;

- define the important reactions that control water quality.
- define issues in the area of transport that must be resolved.

The initial assessment is the first step of the process aimed at understanding the factors controlling water quality. The initial assessment activity is a first full step in understanding quantitatively the factors controlling water quality. It is not a preliminary analysis; instead, the initial understanding is translated into a field and experimental program whose data output begins to challenge and strengthen the understanding of the system.

4.4.4.3.2 Field Program

This task translates the results of the initial assessment into a practical field program that can be carried out on the receiving water and in the laboratory using the resources and manpower required and/or available.

4.4.4.3.3 Model Calibration

Following the selection of an appropriate model and the collection of the relevant field data, it is necessary to calibrate the model. Model calibration is necessary because of the semi-empirical nature of present day water quality models.

In model calibration activities, the data from the field program are employed to define model criteria, constants and equations. Water quality calculations using the model are developed for the various conditions associated with each of the water quality data sets. These conditions include those associated with the historical data and the data collected in the field program. Adjustments in the value of model parameters must be made in a consistent fashion for all conditions. The results of these activities are a set of consistent model parameters, which are then employed to develop water quality calculations for the conditions associated with all available data sets. Comparisons of calculated and observed water quality profiles should be developed. The model runs and calculations employed to search for and define the series of consistent coefficients should be retained since they can provide an indication of system sensitivity.

- définir les réactions importantes qui régissent la qualité de l'eau;
- définir les problèmes qui doivent être résolus au chapitre du transport.

L'évaluation initiale est la première étape du processus visant à comprendre les facteurs qui régissent la qualité de l'eau. Le travail d'évaluation initiale est une première étape complète qui mène à une compréhension quantitative des facteurs qui régissent la qualité de l'eau. Il ne s'agit pas d'une analyse préliminaire : il s'agit plutôt de traduire la compréhension initiale en un programme sur le terrain et expérimental dont les données de sortie viennent éprouver et renforcer la compréhension du système.

4.4.4.3.2 Programme sur le terrain

Cette tâche permet de convertir les résultats de l'évaluation initiale en un programme pratique sur le terrain, qui peut être mené sur les eaux réceptrices et en laboratoire à l'aide des ressources et de la main-d'œuvre nécessaires ou disponibles.

4.4.4.3.3 Étalonnage du modèle

Après avoir choisi un modèle approprié et recueilli les données pertinentes sur le terrain, il faut étalonner le modèle. L'étalonnage est nécessaire en raison de la nature semi-empirique des modèles actuels de qualité de l'eau.

Pour étalonner le modèle, on utilise les données recueillies sur le terrain pour définir les critères, les constantes et les équations de modélisation. Des calculs de la qualité de l'eau, qui pourront être effectués par le modèle, sont mis au point pour les diverses conditions associées à chaque ensemble de données sur la qualité de l'eau. Ces conditions comprennent celles qui sont associées aux données historiques et aux données recueillies dans le cadre du programme sur le terrain. Lorsqu'on rajuste la valeur des paramètres du modèle, il faut le faire de façon uniforme pour toutes les conditions. Ces travaux permettent de définir un ensemble uniforme de paramètres de modélisation, qui servent ensuite à mettre au point des calculs de la qualité de l'eau pour toutes les conditions associées à tous les ensembles de données disponibles. Il convient d'établir une comparaison entre les profils de qualité de l'eau calculés et observés. Les itérations successives du modèle et les calculs utilisés pour trouver et définir les séries de coefficients uniformes devraient être conservés, car ils peuvent fournir une indication sur la sensibilité du système.

FIGURE 4.2
STEPS IN THE DEVELOPMENT OF A SITE SPECIFIC WATER QUALITY
MODEL

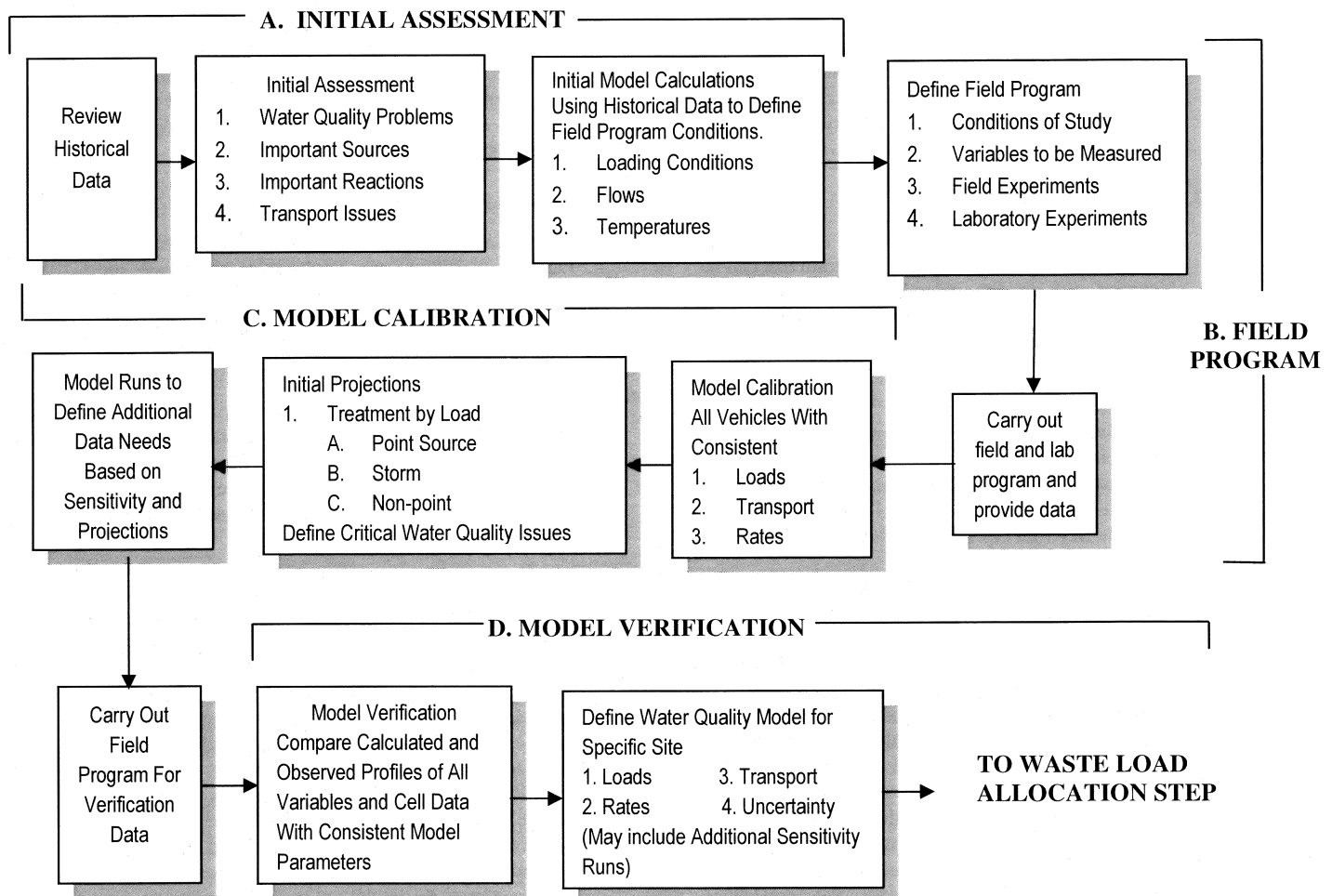
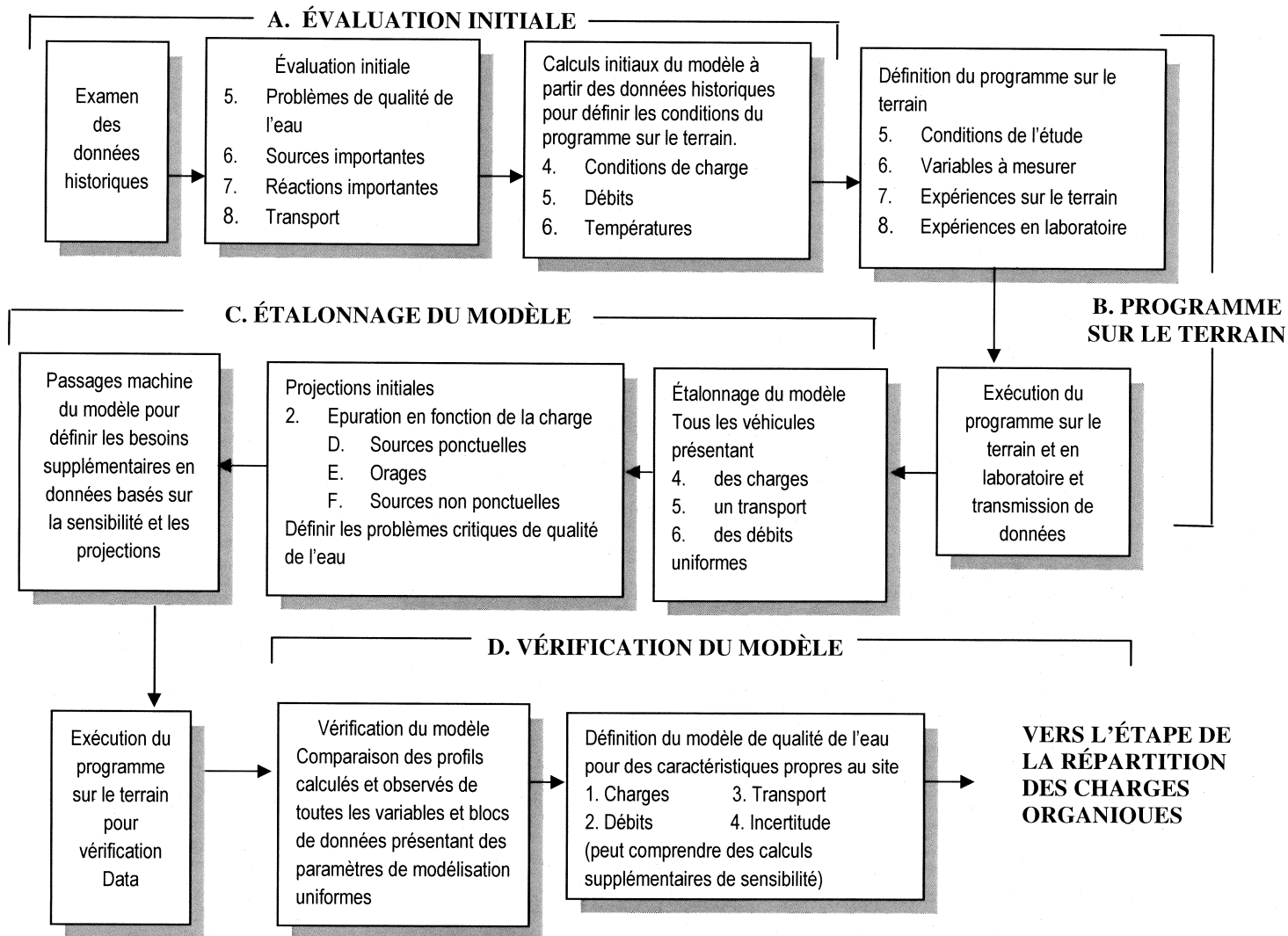


FIGURE 4.2
ÉTAPES DE LA MISE AU POINT D'UN MODÈLE DE QUALITÉ DE L'EAU
PROPRE À UN SITE



4.4.4.3.4 Model Verification

At this stage in the modelling process, a calibrated model has been developed. The next step involves a test of the adequacy of the model in terms of decisions required in the waste load allocation study. Without validation testing, the calibrated model remains a description of the conditions defined by the calibration data set. The uncertainty of any projection or extrapolation of a calibrated model would be unknown unless this is estimated during the validation procedure.

Model verification efforts should contain activities similar to those discussed under model calibration. In general, model parameters should not be altered in the verification analysis. If changes in these model inputs are required, the changes should be entered for all data sets including historical, calibration, and verification data.

Comparison between observed and calculated water quality for all data sets should be developed. Sensitivity analyses should be conducted on model parameters so as to determine which parameters have the greatest impact on model predictions.

The next step in the process is to define a site-specific water quality model that consists of:

- A single set of model parameters that were developed and used in the calibration and verification analysis. These parameters should be uniform in space and time varying only as defined below.
- A set of rules for variation of model parameters in terms of measured information, such as temperature, flow, loads, geometry, etc. The rules for variations of parameters should be those used in the calibration and verification activities.
- A range of values for model parameters that cannot be adequately defined by a single value. The range of parameters, determined from sensitivity analysis, should be used in all projections.
- The quantitative and qualitative measures of model adequacy, including graphs, statistics and appropriate discussions.

4.4.4.3.5 Allocating Waste Loads

The purpose of the waste load allocation analysis is to define the quantity of waste that may be discharged into a receiving water while meeting the water quality objectives.

4.4.4.3.4 Vérification du modèle

À cette étape du processus de modélisation, un modèle étalonné a été mis au point. L'étape suivante consiste à vérifier la pertinence du modèle au chapitre des décisions qui doivent être prises dans l'étude de répartition des charges organiques. Sans essai de validation, le modèle étalonné demeure une description des conditions définies par l'ensemble de données d'étalonnage. Le niveau d'incertitude de toute projection ou extrapolation d'un modèle étalonné demeurerait inconnu s'il n'était pas estimé au cours du processus de validation.

Les efforts de vérification du modèle devraient comporter des tâches semblables à celles qui ont été abordées à l'étape de l'étalonnage. En général, les paramètres de modélisation ne devraient pas être modifiés au cours de l'analyse de vérification. S'il faut modifier ces entrées, les changements devraient être apportés à tous les ensembles de données, y compris les données historiques, les données d'étalonnage et les données de vérification.

Il convient d'établir une comparaison entre la qualité de l'eau observée et calculée pour tous les ensembles de données. On devrait soumettre les paramètres de modélisation à des analyses de sensibilité afin de déterminer quels paramètres ont l'effet le plus marqué sur les prédictions du modèle.

L'étape suivante du processus consiste à définir un modèle de qualité de l'eau propre au site, constitué :

- d'un seul ensemble de paramètres de modélisation, lesquels ont été mis au point et utilisés aux fins de l'étalonnage et de l'analyse de vérification. Ces paramètres devraient être uniformes à l'échelle spatiale et temporelle et ne varier que sur les points indiqués ci-après.
- d'un ensemble de règles régissant la variabilité des paramètres de modélisation pour ce qui est de l'information mesurée, comme la température, le débit, les charges, la géométrie, etc. Les règles qui régissent la variabilité des paramètres devraient être celles qui ont été utilisées dans les travaux d'étalonnage et de vérification.
- d'une plage de valeurs pour les paramètres de modélisation qui ne peuvent être correctement définis par une seule valeur. La plage de paramètres, déterminée à l'aide d'une analyse de sensibilité, devrait être utilisée dans toutes les projections.
- de mesures quantitatives et qualitatives de la pertinence du modèle, y compris des graphiques, des statistiques et des discussions appropriées.

4.4.4.3.5 Répartition des charges organiques

L'analyse de répartition des charges organiques a pour but de définir la quantité de matières organiques que l'on peut rejeter dans des eaux réceptrices tout en respectant les objectifs de qualité de l'eau.

The initial requirement is to quantitatively define the critical conditions that will control waste load allocations. There may be one or more critical conditions that should be considered.

Once the critical conditions are established, the calibrated model can be used to predict the water quality response due to various loads. With the model in place, the regulatory agencies shall determine the receiving water use, and thus the required receiving water quality (as outlined in the CCREM guidelines). By varying the loads from the calibrated model, it is then possible to determine required effluent quality and the associated level of treatment required. This procedure is illustrated in Figure 4.3.

L'exigence initiale consiste à définir quantitativement les conditions critiques qui régiront la répartition des charges organiques. On peut devoir examiner une ou plusieurs conditions critiques.

Une fois les conditions critiques établies, on peut utiliser le modèle étalonné pour prédire la qualité de l'eau sous l'effet de diverses charges. Une fois le modèle au point, les organismes de réglementation doivent déterminer l'utilisation des eaux réceptrices et donc la qualité exigée pour ces eaux (comme il est indiqué dans les lignes directrices du CCME). En faisant varier les charges du modèle étalonné, il est alors possible de déterminer la qualité exigée des effluents et le niveau connexe d'épuration. Ce processus est présenté à la figure 4.3.

FIGURE 4.3
SCHEMATIC REPRESENTATION OF PROCEDURE FOR
ESTABLISHING REQUIRED LEVEL OF TREATMENT

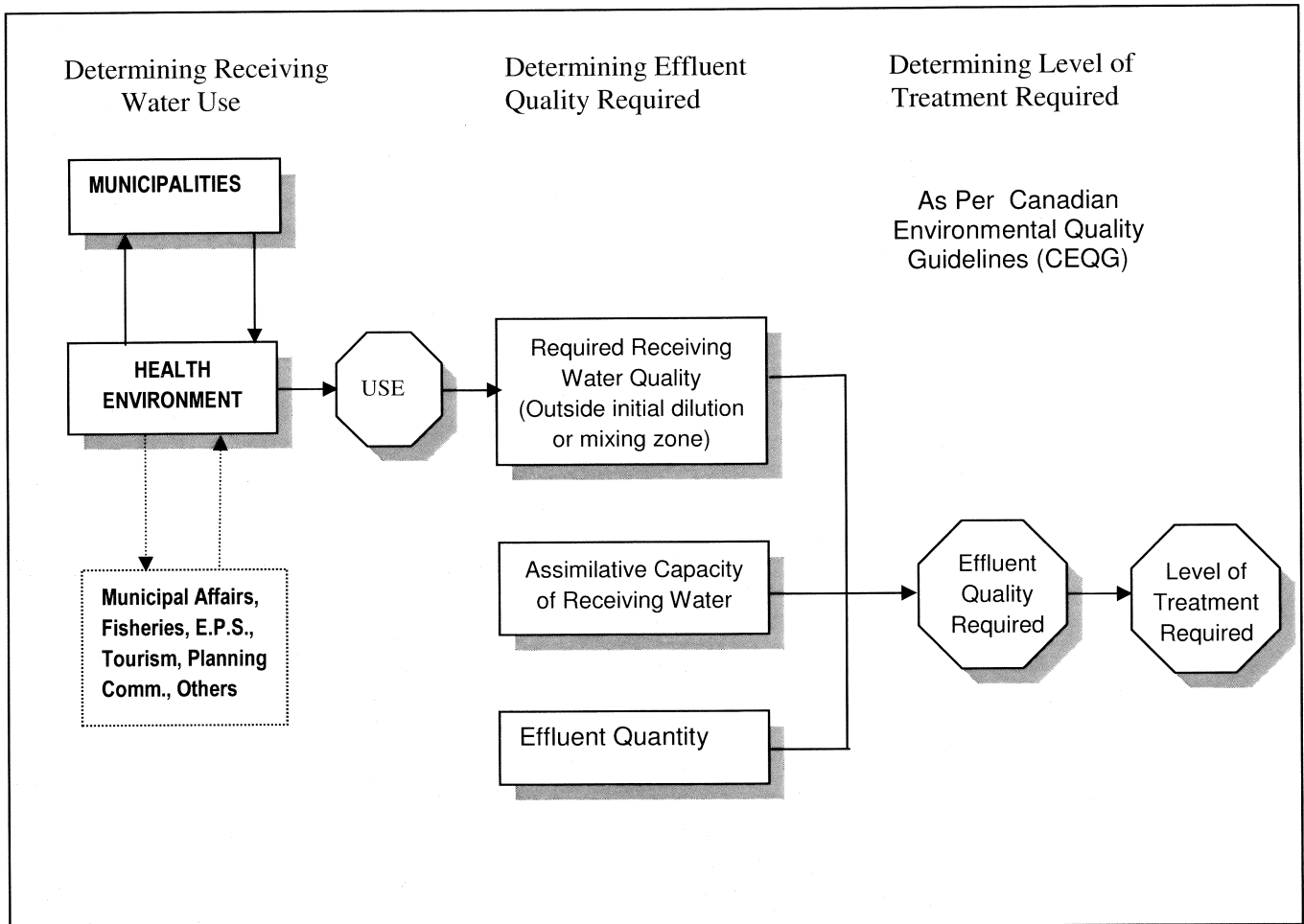
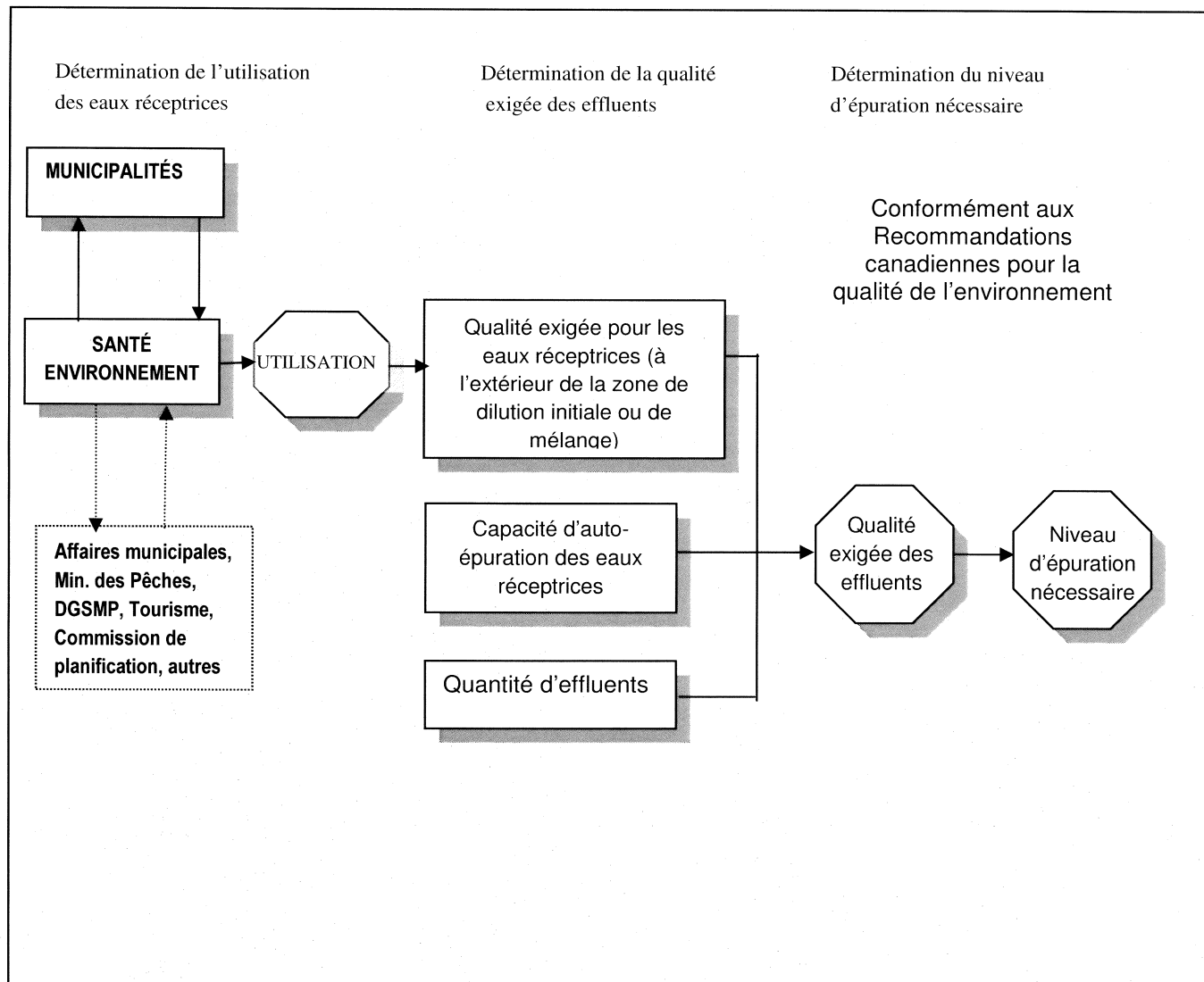


FIGURE 4.3
REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA MARCHÉ À
SUIVRE POUR ÉTABLIR LE NIVEAU D'ÉPURATION NÉCESSAIRE



4.5 GENERAL DESIGN REQUIREMENTS

4.5.1 Type of Treatment

A process should be capable of providing the necessary treatment and effluent discharge control to protect the adjacent and receiving environment.

As a minimum, the following items shall be considered in the selection of the type of treatment:

- a. present and future effluent requirements;
- b. location of and local topography of the plant site;
- c. space available for future plant construction;
- d. the effects of industrial wastes likely to be encountered;
- e. ultimate disposal of sludge;
- f. system capital costs;
- g. system operating and maintenance costs, including basic energy requirements;
- h. process complexity governing operating personnel requirements;
- i. environmental impact on present and future adjacent land use;
- j. sewage characteristics and the results of any treatability or pilot plant studies; and
- k. reliability of the process and the potential for malfunctions or bypassing needs.
- l. the possible effect of rising sea level on the treatment plant and its outfall.

4.5.2 Engineering Data for New Process Evaluation

The policy of the reviewing authority is to encourage rather than obstruct the development of any methods or equipment for the treatment of wastewater. The lack of inclusion in these standards of some types of wastewater treatment processes or equipment should not be construed as precluding their use. The reviewing authority may approve other types of wastewater treatment processes and equipment under the condition that the operational reliability and effectiveness of the process or device shall have been demonstrated with a suitably-sized prototype unit operating at its design load conditions, to the extent required.

The reviewing authority may require the following:

- a. monitoring observations, including tests results and engineering evaluations, demonstrating the efficiency of such processes;
- b. detailed description of the test methods;

4.5 EXIGENCES GÉNÉRALES DE CONCEPTION

4.5.1 Type de traitement

Un procédé devrait pouvoir assurer l'épuration et le contrôle des rejets d'effluents nécessaires à la protection du milieu récepteur et du milieu environnant.

Au moment de choisir le type de traitement, il faut au moins tenir compte des points suivants :

- a. exigences actuelles et futures relativement aux effluents;
- b. emplacement de l'usine et topographie locale;
- c. espace disponible pour la construction d'une usine future;
- d. effets des résidus industriels susceptibles d'être présents dans les effluents;
- e. élimination finale des boues;
- f. coût d'investissement du système;
- g. coûts d'exploitation et d'entretien du système, y compris la demande énergétique de base;
- h. complexité du procédé déterminant les exigences applicables au personnel d'exploitation;
- i. incidence environnementale sur l'utilisation présente et future des terres adjacentes;
- j. caractéristiques des effluents et résultats des études de traitabilité ou des études sur l'installation pilote;
- k. fiabilité du procédé et risques d'incident ou nécessité de prévoir des dérivations;
- l. effet possible d'une élévation du niveau de la mer sur l'usine d'épuration et son émissaire.

4.5.2 Données techniques pour l'évaluation du nouveau procédé

L'organisme d'examen a pour politique d'encourager plutôt que de gêner l'élaboration de méthodes ou d'équipements pour le traitement des eaux usées. Si certains types de procédés ou d'équipements de traitement n'ont pas été incorporés dans ces normes, cela ne signifie pas qu'ils ne peuvent pas être utilisés. L'organisme d'examen peut approuver d'autres types de procédés et d'équipements dans la mesure où la fiabilité de fonctionnement et l'efficacité du procédé ou du dispositif ont été démontrées au moyen d'un prototype de dimensions appropriées fonctionnant dans les conditions de charge nominales.

L'organisme d'examen peut exiger :

- a. des observations de surveillance, y compris des résultats d'essai et des évaluations techniques, démontrant l'efficacité de ces procédés;
- b. une description détaillée des méthodes d'essai;

- c. testing, including appropriately composite samples, under various ranges of strength and flow rates (including diurnal variations) and waste temperatures over a sufficient length of time to demonstrate performance under climatic and other conditions which may be encountered in the area of the proposed installations; and
- d. other appropriate information.

The reviewing authority may require that appropriate testing be conducted and evaluations be made under the supervision of a competent process engineer other than those employed by the manufacturer or developer.

4.5.3 Design Loads

4.5.3.1 Design Period

Factors which will have an influence on the design period of sewage treatment works include the following:

- population growth rates;
- prevailing financing interest rates;
- inflation rates;
- ease of expansion of facilities; and
- time requirements for design and construction or expansion.

Wherever possible, sewage treatment plants should be designed for the flows expected to be received 20 years hence, under normal growth conditions. In certain cases, where it can be shown that staging of construction will be economically advantageous, lesser design periods may be used provided it can be demonstrated that the required capacity can be "on line" when needed.

4.5.3.2 Hydraulic Design

Flow conditions critical to the design of the treatment plant are described in Section 1.3.5.8.

Initial low flow conditions must be evaluated in the design to minimize operational problems with freezing, septicity, flow measurements and solids settling. The design peak hourly flows must be considered in evaluating unit processes, pumping, piping, etc.

The treatment plant design flow selected shall meet the appropriate effluent and water quality standards that are set forth in the permit to operate. The design of treatment units that are not subject to peak hourly flow requirements shall be based on the design average flow. For plants subject to high wet weather flows or overflow detention pumpback flows, the

- c. des essais, y compris des échantillons composites appropriés, dans diverses plages de concentrations, de débits (avec variations diurnes) et de températures d'effluents pendant une période suffisante pour démontrer la performance dans les conditions météorologiques, climatiques et autres qui peuvent être présentes dans la zone des installations proposées;

- d. d'autres renseignements pertinents.

L'organisme d'examen peut exiger que des essais appropriés soient effectués et que des évaluations soient réalisées sous la supervision d'un ingénieur de procédés compétent qui ne fait pas partie du personnel du fabricant ou du promoteur.

4.5.3 Charges de conception

4.5.3.1 Période de conception

Les facteurs qui influenceront sur la période de conception des composants de l'usine d'épuration des eaux usées comprennent ce qui suit :

- taux de croissance démographique;
- taux d'intérêt en vigueur pour le financement;
- taux d'inflation;
- facilité d'agrandissement des installations;
- délais de conception et de construction ou d'agrandissement.

Dans la mesure du possible, les usines d'épuration devraient être conçues en fonction des débits prévus au cours des 20 années qui suivent, dans des conditions de croissance normales. Dans certains cas, lorsqu'il peut être démontré qu'il serait avantageux sur le plan économique de construire par étape, on peut utiliser des périodes de conception plus courtes, dans la mesure où il peut être démontré que la capacité exigée sera disponible au moment voulu.

4.5.3.2 Charge hydraulique

Les conditions d'écoulement qui sont critiques pour la conception de l'usine d'épuration sont décrites à la section 1.3.5.8.

Au moment de la conception, il faut évaluer les conditions d'étiage initiales pour réduire les problèmes opérationnels liés au gel, à la septicité, aux mesures du débit et à la décantation des solides. Il faut tenir compte des débits horaires de pointe de conception dans l'évaluation des procédés individuels, du système de pompage, des canalisations, etc.

Le débit de conception de l'usine d'épuration qui aura été choisi doit répondre aux normes de qualité de l'eau et des effluents qui sont définies dans le permis d'exploitation. La conception des unités de traitement qui ne sont pas assujetties aux exigences relatives aux débits horaires de pointe doit être fondée sur le débit moyen de conception. Dans le cas des installations soumises à des débits élevés

design maximum day flows that the plant is to treat on a sustained basis should be specified.

de temps de pluie ou à des débits dus au repompage des débordements confinés, il faut indiquer les débits quotidiens maximaux de conception que l'usine devra épurer sur une base régulière.

4.5.3.2.1 New Systems

Hydraulic Capacity for Wastewater Facilities to serve New Collection Systems.

- i) The sizing of wastewater facilities receiving flows from new wastewater collection systems shall be based on an average daily flow of 340 l per capita plus wastewater flow from industrial plants and major institutional and commercial facilities unless water use data or other justification upon which to better estimate flow is provided.
- ii) The 340 l/cap-d figure shall be used, in conjunction with an extraneous flow allowances (see Section 2.3) intended to cover infiltration.
- iii) If the new collection system is to serve existing development the likelihood of I/I contributions from existing service lines and non-wastewater connections to those service lines shall be evaluated and wastewater facilities designed accordingly.

4.5.3.2.1 Nouveaux réseaux

Capacité hydraulique des usines d'épuration qui doivent desservir de nouveaux réseaux collecteurs

- i) Le dimensionnement des usines d'épuration qui reçoivent les effluents de nouveaux réseaux collecteurs doit être fondé sur un débit quotidien moyen de 340 l par personne auquel s'ajoute les effluents des établissements industriels et des gros établissements institutionnels et commerciaux, à moins que les données sur l'utilisation de l'eau ou d'autres données justificatives ne permettent d'estimer plus précisément les débits.
- ii) La valeur de 340 l/personne doit être utilisée, conjointement avec les marges prévues pour les eaux parasites (voir la section 2.3) afin de tenir compte des infiltrations.
- iii) Si le nouveau réseau collecteur doit desservir un lotissement existant, il faudrait évaluer la probabilité d'apports en eau de captage et en infiltrations des branchements de service existants et des branchements d'eau claire raccordés à ces derniers et concevoir les usines d'épuration en conséquence.

4.5.3.2.2 Existing Systems

Hydraulic Capacity for Wastewater Facilities to serve existing Collection Systems:

- i) Projections shall be made from actual flow data to the extent possible.
- ii) The probable degree of accuracy of data and projections shall be evaluated. This reliability estimation should include an evaluation of the accuracy of existing data, as well as an evaluation of the reliability of estimates of flow reduction anticipated due to infiltration/inflow (I/I) reduction or flow increases due to elimination of sewer bypasses and backups.
- iii) Critical data and methodology used shall be included. It is recommended that graphical displays of critical peak wet weather flow data (refer to Section 1.3.5.8) be included for a sustained wet weather flow period of significance to the project.
- iv) At least one year's flow data should be taken as the basis for determining the various critical flow conditions.

4.5.3.2.2 Réseaux existants

Capacité hydraulique des usines d'épuration devant desservir des réseaux collecteurs existants

- i) Dans la mesure du possible, il faut faire des projections à partir des données sur le débit réel.
- ii) Il faut évaluer le degré probable d'exactitude des données et des projections. Cette estimation de la fiabilité devrait comprendre une évaluation de l'exactitude des données existantes et des estimations d'une réduction de débit attribuable à une diminution prévue des eaux de captage et des infiltrations ou d'une augmentation du débit imputable à l'élimination des dérivations et des refoulements d'égout.
- iii) Les données critiques et la méthodologie employée doivent être fournies. Il est recommandé d'inclure une représentation graphique des données sur les débits critiques de pointe en temps de pluie (voir la section 1.3.5.8) pendant une période prolongée de temps de pluie significative pour le projet.
- iv) La détermination des diverses conditions critiques de débit devrait reposer sur les données recueillies sur le débit pendant une période d'un an.

4.5.3.2.3 *Wet Weather Flows*

If unusually high flows are encountered during wet weather periods, a thorough investigation of the collection system should be made and a program for corrective action initiated.

4.5.3.2.4 *Flow Equalization*

Facilities for the equalization of flows and organic shock loads shall be considered at all plants which are critically affected by surge loadings. The sizing of the flow equalization facilities should be based on data obtained herein and from Section 2.3.

4.5.3.3 *Organic Design Loads*

4.5.3.3.1 *Organic Load Definitions and Identification*

The following organic loads for the design year shall be identified and used as a basis for design of wastewater treatment facilities. Where any of the terms defined in this Section are used in these design standards, the definition contained in this Section applies.

a. Biochemical Oxygen Demand Defined

The 5-day Biochemical Oxygen Demand (BOD_5) is defined as the amount of oxygen required to stabilize biodegradable organic matter under aerobic conditions within a five day period in accordance with latest edition of **Standard Methods**. Total 5-day Biochemical Oxygen demand ($TBOD_5$) is equivalent to BOD_5 and is sometimes used in order to differentiate carbonaceous plus nitrogenous oxygen demand from strictly carbonaceous oxygen demand.

The carbonaceous 5-day Biochemical Oxygen Demand ($CBOD_5$) is defined as BOD_5 less the nitrogenous oxygen demand of the wastewater. See the latest edition **Standard Methods**.

b. Design Average BOD_5

The design average BOD_5 is generally the average of the organic load received for a continuous 12 month period for the design year expressed as weight per day. However, the design average BOD_5 for facilities having critical seasonal high loading periods (e.g., recreational areas, campuses, industrial facilities) shall be based on the daily average BOD_5 during the seasonal period.

c. Design Maximum Day BOD_5

The design maximum day BOD_5 is the largest amount of organic load to be received during a continuous 24 hour period expressed as weight per day.

4.5.3.2.3 *Débîts en temps de pluie*

Si des débits anormalement élevés sont enregistrés par temps de pluie, il convient de procéder à un examen minutieux du système et mettre en place un programme de mesures correctives.

4.5.3.2.4 *Équilibrage du débit*

Il faut envisager l'utilisation d'installations d'équilibrage du débit et examiner les surcharges organiques dans toutes les usines qui subissent des surcharges momentanées critiques. Le dimensionnement des installations d'équilibrage du débit devrait être fondé sur les données de la présente section et celle de la section 2.3.

4.5.3.3 *Charges organiques de conception*

4.5.3.3.1 *Définition et identification des charges organiques*

Les charges organiques suivantes pour l'année de conception doivent être identifiées et servir de base à la conception des usines d'épuration. Lorsqu'un des termes définis dans la présente section est utilisé dans ces normes de conception, la définition présentée dans cette section s'applique.

a. Définition de la demande biochimique en oxygène

La demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO_5) est définie comme la quantité d'oxygène nécessaire pour stabiliser la matière organique biodégradable dans des conditions aérobies pendant une période de cinq (5) jours, conformément à la dernière édition des **Standard Methods**. La demande biochimique totale en oxygène en 5 jours ($DBOT_5$) correspond à la DBO_5 et est parfois utilisée pour différencier la demande en oxygène des matières carbonées combinée à la demande en oxygène azoté de la seule demande en oxygène des matières carbonées.

La demande biochimique en oxygène des matières carbonées en 5 jours (DBO_{c5}) correspond à la DBO_5 moins la demande en oxygène azoté des eaux usées. Voir la dernière édition des **Standard Methods**.

b. DBO_5 moyenne de conception

La DBO_5 moyenne de conception est généralement la moyenne de la charge organique reçue pendant une période continue de 12 mois pour l'année de conception, exprimée en unité de masse par jour. Cependant, la DBO_5 moyenne de conception pour les installations qui affichent des périodes de charge saisonnières critiques (p. ex., les aires récréatives, les campus, les établissements industriels) doit être fondée sur la DBO_5 quotidienne moyenne au cours de la période saisonnière.

c. DBO_5 quotidienne maximale de conception

La DBO_5 quotidienne maximale de conception est la plus forte charge organique devant être reçue au cours d'une période continue de 24 heures, exprimée en unité de masse par jour.

d. Design Peak Hourly BOD₅

The design peak hourly BOD₅ is the largest amount of organic load to be received during a one hour period expressed as weight per day.

4.5.3.3.2 New Systems

Organic Capacity of Wastewater Treatment Facilities to Serve New Collection Systems.

- a. Domestic waste treatment design shall be on the basis of at least 0.08 kg of BOD₅ per capita per day and 0.09 kg of suspended solids per capita per day, unless information is submitted to justify alternate designs.
- b. When garbage grinders are used in areas tributary to a domestic treatment plant, the design basis should be increased to 0.10 kg of BOD₅ per capita per day and 0.11 kg of suspended solids per capita per day.
- c. Where appreciable amounts of industrial waste are included, consideration shall be given to the character of wastes in the design of the plant.
- d. Data from similar municipalities may be utilized in the case of new systems. However, thorough investigation that is adequately documented shall be provided to the reviewing authority to establish the reliability and applicability of such data.

4.5.3.3.3 Existing Systems

Design of Organic Capacity of Wastewater Treatment Facilities to Serve Existing Collection Systems:

- a. Projections shall be made from actual wasteload data to the extent possible. Laboratory analyses shall be made on composite samples taken over 24 hour periods. This data shall include composite samples for the maximum significant period of sewage and industrial waste discharge, and shall cover a significant period of time to be representative of actual conditions. It is recommended that the designing engineer confer with the reviewing agency for details concerning the collection and analysis of samples. Recognition should be given to flow patterns for institutions, schools, motels, etc.
- b. Projections shall be compared to Section 4.5.3.3.2 and an accounting made for significant variations from those values.

d. DBO₅ horaire de pointe de conception

La DBO₅ horaire de pointe de conception est la plus forte charge organique devant être reçue au cours d'une période d'une heure, exprimée en poids par jour.

4.5.3.3.2 Nouveaux réseaux

Capacité d'épuration des usines d'épuration devant desservir de nouveaux réseaux collecteurs

- a. La conception des usines d'épuration d'égout municipaux doit être fondé sur au moins 0,08 kilogramme de DBO₅ par personne par jour et 0,09 kilogramme de matières solides en suspension par personne par jour, à moins que de l'information ne soit présentée qui justifie l'utilisation d'autres valeurs pour le calcul.
- b. Lorsque des broyeurs d'ordures sont utilisés dans les zones tributaires d'une usine d'épuration des eaux domestiques, les valeurs pour le calcul devraient être portées à 0,10 kilogramme de DBO₅ par personne par jour et à 0,11 kilogramme de matières solides en suspension par personne par jour.
- c. Lorsque les effluents renferment des quantités appréciables d'égouts industriels, il faut tenir compte de la nature de ces charges organique dans la conception de l'usine d'épuration.
- d. On peut utiliser les données de municipalités comparables lorsque l'usine doit desservir de nouveaux réseaux. Il faut toutefois soumettre à l'organisme d'examen une étude bien documentée attestant de la fiabilité et de l'applicabilité de ces données.

4.5.3.3.3 Réseaux existants

Capacité d'épuration des usines d'épuration devant desservir des réseaux collecteurs existants

- a. Dans la mesure du possible, il faut faire des projections à partir des données sur la charge réelle de matières organiques. Des analyses doivent être effectuées en laboratoire sur des échantillons composés prélevés au cours de périodes de 24 heures. Ces échantillons doivent comprendre des échantillons composés pour la période maximale significative de rejet d'eaux usées et d'effluents industriels, et ils doivent être prélevés sur une période significative pour être représentatifs des conditions réelles. Il est recommandé que l'ingénieur concepteur consulte l'organisme d'examen pour obtenir des détails sur le prélèvement et l'analyse des échantillons. Il convient de tenir compte de la courbe de débit des établissements, des écoles, des motels, etc.
- b. Il faut comparer les projections aux valeurs de la section 4.5.3.3.2 et rendre compte des écarts significatifs par rapport à ces valeurs.

- c. Impact of industrial sources shall be documented. For projects with significant industrial contributions, pretreatment may be required.

4.5.3.4 Shock Effects

The shock effects of high concentrations and diurnal peaks for short periods of time on the treatment process, particularly for small treatment plants, shall be considered.

4.5.3.5 Design by Analogy

Data from similar municipalities may be utilized in the case of new systems; however, a thorough investigation that is adequately documented shall be provided to the reviewing authority to establish the reliability and applicability of such data.

4.5.3.6 Design Capacity of Various Plant Components (Without Flow Equalization)

In general, all components of mechanical sewage treatment plants should be hydraulically capable of handling the anticipated peak sewage flow rates without overtopping channels and/or tankage. From a process point-of-view, however, the design of various sections of sewage treatment plants should be based upon the following hydraulic, organic and inorganic loading rates:

Sewage Pumping Stations

- peak hourly flow rate.

Screening

- peak flow rate.

Grit Removal

- peak flow rate, peak grit loading rate.

Primary Sedimentation

- peak flow rate, peak suspended solids loading rate.

Aeration (without nitrification)

- average diurnal BOD₅ loading rate is usually sufficient with predominantly domestic wastes, but the presence of significant industrial waste loadings may create sufficient diurnal variations to warrant consideration. Daily or seasonal variations in domestic and/or industrial BOD loading rates should be taken into consideration. Except for short detention treatment systems, such as contact stabilization or high rate processes, hydraulic detention time is seldom critical.

- c. Il faut documenter l'effet des sources industrielles. Dans le cas de projets pour lesquels les apports industriels sont importants, il peut être nécessaire de prévoir un pré-traitement.

4.5.3.4 Effets de choc

Il faut tenir compte des effets de choc que peuvent avoir de fortes concentrations et des pointes diurnes pendant de courtes périodes sur le procédé de traitement, particulièrement dans le cas des petites usines d'épuration.

4.5.3.5 Conception par analogie

Dans le cas des usines d'épuration qui doivent desservir de nouveaux réseaux collecteurs, on peut utiliser les données de municipalités comparables; toutefois, il faut soumettre à l'organisme d'examen une étude approfondie et bien documentée établissant la fiabilité et l'applicabilité des ces données.

4.5.3.6 Capacité de conception des divers composants d'une usine d'épuration (sans équilibrage du débit)

En général, tous les composants des usines d'épuration mécaniques devraient avoir la capacité hydraulique nécessaire pour prendre en charge les débits de pointe d'eaux usées prévus, sans débordement des canaux ou des réservoirs. Du point de vue du procédé toutefois, la conception des diverses sections des usines d'épuration devrait être fondée sur les charges hydrauliques, organiques et inorganiques suivantes :

Station de pompage des eaux usées

- Débit horaire de pointe.

Dégrillage

- Débit de pointe.

Dessablage

- Débit de pointe, taux de charge maximal de grosses particules.

Décantation primaire

- Débit de pointe, taux de charge de pointe de matières solides en suspension.

Aération (sans nitrification)

- Le taux de charge diurne moyen de DBO₅ est généralement suffisant dans le cas des égouts domestiques, mais la présence de charges importantes d'égouts industriels peut créer des variations diurnes non négligeables dont on devrait tenir compte. Il convient de tenir compte des variations quotidiennes ou saisonnières dans les taux de charge de DBO d'origine domestique ou industrielle. Sauf dans le cas des procédés d'épuration rapide, comme le procédé de stabilisation par contact ou les procédés à forte charge, la durée de rétention hydraulique est rarement critique.

Aeration (with nitrification)

- average diurnal BOD₅ loading rate is usually sufficient with predominantly domestic wastes, but the presence of significant industrial waste loadings may create sufficient BOD diurnal variations to warrant consideration. Diurnal peak flow rate and diurnal peak ammonia (total Kjeldahl nitrogen with extended aeration) loading rates must be designed for. Daily or seasonal variations in BOD₅, ammonia, total Kjeldahl (with extended aeration) and peak flow rates should also be taken into consideration.

Secondary Sedimentation

- Peak hourly flow rate or peak solids loading rate, whichever governs.

Sludge Return

- Capacity requirements will vary with the treatment system (see Section 6.1.4).

Disinfection Systems

- Peak flow rate.

Chemical Feed Systems

- Peak flow rate.

Effluent Filtration

- Peak flow rate, peak solids loading rate.

Outfall Sewer

- Peak flow rate.

Sludge Treatment (digestion, thickening, dewatering, incineration, etc.)

- Average loading rates (hydraulic, total solids, volatile solids) unless sustained peaks are of significance to the individual treatment process.

Effluent Retention Pond

- Average daily flow rate for the anticipated low flow period (in a low flow receiving stream)

4.5.4 Conduits

All piping and channels should be designed to carry the maximum expected flows. The incoming sewer should be designed for unrestricted flow. Bottom corners of the channels must be filleted. Conduits shall be designed to avoid creation of pockets and corners where solids can accumulate. Suitable gates should be placed in channels to seal off unused sections which might accumulate solids. The use of shear gates or stop planks is permitted where they can be used in place of gate valves or sluice gates. Non-corrodible materials shall be used for these control gates.

Aération (avec nitrification)

- Le taux de charge diurne moyen de DBO₅ est généralement suffisant dans le cas des égouts à prédominances domestiques, mais la présence de charges importantes d'égouts industriels peut créer des variations diurnes non négligeables dont on doit tenir compte. Il faut prévoir les débits diurnes de pointe et les taux de charge diurnes de pointe d'ammoniac (azote Kjeldahl total avec aération prolongée). Les variations quotidiennes ou saisonnières de la DBO₅, de l'ammoniac, de l'azote Kjeldahl total (avec aération prolongée) et des débits de pointes devraient également être prises en compte.

Décantation secondaire

- Débit horaire de pointe ou taux de charge de pointe des matières solides, soit le paramètre déterminant.

Recirculation des boues

- Les exigences de capacité varieront selon le système de traitement (voir la section 6.1.4).

Désinfection

- Débit de pointe.

Dosage de réactif

- Débit de pointe.

Filtration des effluents

- Débit de pointe, charge de pointe des matières solides.

Émissaire d'évacuation

- Débit de pointe.

Traitement des boues (digestion, épaissement, déshydratation, incinération, etc.)

- Taux de charge moyens (hydraulique, matières solides totales et volatiles) à moins que des pointes prolongées ne soient significatives pour le procédé de traitement considéré.

Bassin de rétention des effluents

- Débit quotidien moyen pour la période d'étiage prévue (dans un cours d'eau récepteur en basses eaux).

4.5.4 Tuyauterie

Toutes les canalisations et canaux devraient être conçus pour transporter les écoulements maximaux prévus. L'égout entrant doit être conçu en fonction d'un écoulement non restreint. Les coins inférieurs des canaux doivent être filetés. Les conduites doivent être conçues de manière qu'il n'y ait ni poche ni angle où les matières solides risqueraient de s'accumuler. Des vannes appropriées devraient être installées dans les canaux aux fins d'obturation des tronçons inutilisés où les matières solides peuvent s'accumuler. L'utilisation de robinets-vannes à guillotine ou de planches d'exhaussement de crête est permise lorsque ces dispositifs peuvent être employés à la place de robinets-vannes ou de vannes à glissières. Ces vannes doivent être faites d'un matériau à l'épreuve de la corrosion.

4.5.5 Flow Division Control

Flow division control facilities shall be provided as necessary to insure organic and hydraulic loading control to plant process units and shall be designed for easy operator access, change, observation and maintenance. Appropriate flow measurement shall be incorporated in the flow division control design.

4.5.6 Wastewater Flow Measurement

Facilities for measuring and recording all wastewater flows through the treatment works shall be provided. All plant and process unit bypasses should also be equipped with flow measuring devices, such that hydraulic balances around each treatment process unit and the total plant are possible. Flow measuring devices should be located so that the flows measured are meaningful and recordable.

4.5.6.1 Location

Flow measurement facilities shall be provided to measure the following flows:

- a. Plant influent or effluent flow.

If influent flow is significantly different from effluent flow, both shall be measured. This would apply for installations such as stabilization ponds, and plants with excess flow storage or flow equalization;

- b. Bypass flow around sewage treatment plant;
- c. Other flows required to be monitored under the provisions of the permit to operate; and
- d. Other flows such as returned activated sludge, waste activated sludge, recirculation, and recycle required for plant operational control.

4.5.6.2 Facilities

Indicating, totalizing, and recording flow measurement devices shall be provided for all mechanical plants. Flow measurement facilities for stabilization pond systems shall not be less than elapsed time meters used in conjunction with pumping rate tests or shall be calibrated weirs. All flow measurement equipment must be sized to function effectively over the full range of flows expected and shall be protected against freezing.

4.5.5 Diviseurs de débit

Il faut prévoir au besoin des diviseurs de débit pour contrôler les charges organiques et hydrauliques imposées aux unités de traitement de l'usine; ces dispositifs doivent être facilement accessibles aux opérateurs aux fins de modification, d'observation et d'entretien. Les diviseurs de débit doivent comporter un dispositif approprié de mesure du débit.

4.5.6 Mesure du débit d'eaux usées

Il faut prévoir des installations de mesure et d'enregistrement de tous les débits d'eaux usées qui circulent dans les unités de traitement. Toutes les dérivations de l'usine et des unités de traitement devraient également être munies de dispositifs de mesure du débit, de manière qu'il soit possible de maintenir un équilibre hydraulique aux abords des unités de traitement et dans l'ensemble de l'usine. Les dispositifs de mesure du débit devraient être situés là où les débits mesurés sont significatifs et enregistrables.

4.5.6.1 Emplacement

Des installations de mesure doivent être prévues pour mesurer les débits suivants indiqués ci-après.

- a. Débit des influents ou des effluents de l'usine.

Si le débit des influents s'écarte sensiblement du débit des effluents, les deux débits doivent être mesurés. Cette exigence s'applique à certaines installations, comme les étangs de stabilisation, et aux usines dotées d'un système de stockage des eaux parasitaires ou d'équilibrage du débit.

- b. Débit de dérivation autour de l'usine d'épuration.
- c. Autres débits devant être surveillés aux termes du permis d'exploitation.
- d. Autres débits, comme le débit de boues activées recyclées, le débit de boues rejetées, le débit de recirculation et le débit de recyclage, nécessaires au contrôle opérationnel de l'usine.

4.5.6.2 Installations

Il faut prévoir des dispositifs d'indication, de totalisation et d'enregistrement des mesures du débit dans toutes les usines mécaniques. Les installations de mesure du débit des étangs de stabilisation doivent être au moins des compteurs de temps de fonctionnement des pompes, combinés à des essais de taux de pompage, ou être des déversoirs étalonnés. Tout le matériel de mesure du débit doit être dimensionné de manière à fonctionner efficacement dans toute la plage des débits prévus et être protégé contre le gel.

4.5.6.3 Hydraulic Conditions

Flow measurement equipment including entrance and discharge conduit configuration and critical control elevations shall be designed to ensure that the required hydraulic conditions necessary for accurate measurement are provided. Conditions that must be avoided include turbulence, eddy currents, air entrainment, etc., that upset the normal hydraulic conditions that are necessary for accurate flow measurement.

4.5.7 Component Back-up Requirements

The components of sewage treatment plants should be designed in such a way that equipment breakdown and normal maintenance operations can be accommodated without causing serious deterioration of effluent quality.

To achieve this, critical treatment processes should be provided in multiple units so that with the larger unit out of operation, the hydraulic capacity (not necessarily the design rated capacity) of the remaining units shall be sufficient to handle the peak wastewater flow. There should also be sufficient flexibility in capability of operation so that the normal flow into a unit out of operation can be distributed to all the remaining units. Similarly, it should be possible to distribute the flow of all of the units in the treatment process downstream of the affected process. In addition, where feasible, it should be possible to operate the sections of treatment plants as completely separate process trains to allow full-scale loading tests to be carried out.

4.5.8 Sampling Equipment

Effluent composite sampling equipment shall be provided at all mechanical plants with a design average flow of 380 m³/day or greater and at other facilities where necessary to meet "Approval/Permit to Operate" monitoring requirements. Composite sampling equipment shall also be provided as needed for influent sampling and for monitoring plant operations.

4.5.9 Plant Hydraulic Gradient

The hydraulic gradient of all gravity flow and pumped waste streams within the sewage treatment plant, including by-pass channels, should be prepared to ensure that adequate provision has been made for all head losses. In calculating the hydraulic gradient, changes in head caused by all factors should be considered, including the following:

- a. head losses due to channel and pipe wall friction;
- b. head losses due to sudden enlargement or sudden contraction in flow cross section;

4.5.6.3 Conditions hydrauliques

Le matériel de mesure de débit, y compris la configuration des conduites d'entrée et d'évacuation et la hauteur des commandes critiques, doit être conçu de manière à assurer le maintien des conditions hydrauliques nécessaires à une mesure exacte du débit. Les conditions à éviter comprennent la turbulence, les courants de Foucault et l'entraînement d'air, qui perturbent les conditions hydrauliques normales, nécessaires à une mesure exacte du débit.

4.5.7 Composants de secours

Les composants des usines d'épuration devraient être conçus de manière qu'une défaillance de l'équipement et l'exécution des travaux d'entretien courants n'entraînent pas une détérioration importante de la qualité des effluents.

À cette fin, les procédés de traitement critiques devraient être redondants, de sorte qu'en cas de défaillance de l'unité principale, la capacité hydraulique (pas nécessairement la capacité de conception) des autres unités soit suffisante pour prendre en charge le débit de pointe d'eaux usées. Il convient également d'assurer une souplesse suffisante dans la capacité de fonctionnement pour que le débit normalement pris en charge par une unité défectueuse puisse être réparti entre les autres unités. De même, il devrait être possible de répartir le débit de toutes les unités du procédé de traitement en aval du procédé défectueux. Par ailleurs, dans la mesure du possible, on devrait pouvoir faire fonctionner les différentes unités de traitement de l'usine d'épuration en tant que trains de procédés entièrement distincts pour permettre l'exécution d'essais de charge complets.

4.5.8 Matériel d'échantillonnage

Du matériel de prélèvement d'échantillons composés d'effluents devrait être prévu dans toutes les usines mécaniques présentant un débit moyen de conception de 380 m³/jour ou plus ainsi que dans toutes les autres installations qui doivent répondre aux exigences de surveillance de l'« Approbation/permis d'exploitation ». Du matériel de prélèvement d'échantillons composés doit également être prévu, au besoin, pour l'échantillonnage des influents et la surveillance des opérations de l'usine.

4.5.9 Gradient hydraulique de l'usine

Il convient de calculer le gradient hydraulique de tous les flux d'égouts gravitaires et pompés à l'intérieur de l'usine d'épuration, y compris les canaux de dérivation, pour s'assurer d'avoir pris en compte toutes les pertes de charge. Au moment de calculer le gradient hydraulique, il importe de tenir compte des variations de charge attribuables à tous les facteurs, notamment :

- a. les pertes de charge dues à la friction des égouts sur les parois des canaux et des canalisations;
- b. les pertes de charge dues à une brusque augmentation ou restriction de la section d'écoulement;

- c. head losses due to sudden changes in direction, such as at bends, elbows, Wye branches and tees;
- d. head losses due to sudden changes in slope, or drops;
- e. head losses due to obstructions in conduits;
- f. head required to allow flow over weirs, through flumes, orifices and other measuring, controlling, or flow division devices;
- g. head losses caused by flow through comminutors, bar screens, tankage, filters and other treatment units;
- h. head losses caused by air entrainment or air binding;
- i. head losses incurred due to flow splitting along the side of a channel;
- j. head increases caused by pumping;
- k. head allowances for expansion requirements and/or process changes; and
- l. head allowances due to maximum water levels in receiving waters.

4.5.10 Arrangement of Units

Component parts of the plant should be arranged for greatest operating and maintenance convenience, flexibility, economy, continuity of maximum effluent quality and ease of installation of future units.

4.6 PLANT DETAILS

4.6.1 Installation of Mechanical Equipment

The specifications should be so written that the installation and initial operation of major items of mechanical equipment will be supervised by a representative of the manufacturer.

4.6.2 By-Passes

4.6.2.1 General

Except where duplicate units are available, properly located and arranged by-pass structures shall be provided so that each unit of the plant can be removed from service independently. The by-pass design shall facilitate plant operation during unit maintenance and emergency repair so as to minimize deterioration of effluent quality and insure rapid process recovery upon return to normal operational mode. By-pass systems should also be constructed so that each unit process can be separately by-passed.

- c. les pertes de charge dues à un brusque changement de direction, à l'emplacement des coudes, des courbures, des branchements en Y et des téés;
- d. les pertes de charge dues à un changement brusque de pente ou à une chute;
- e. les pertes de charge dues à des obstructions dans les conduites;
- f. la hauteur de charge nécessaire pour permettre l'écoulement au-dessus des déversoirs, à travers les canaux jaugeurs, les orifices et d'autres dispositifs de mesure ou de commande ou diviseurs de débit;
- g. les pertes de charge causées par l'écoulement au travers des dilacérateurs, des grilles à barreaux, des réservoirs, des filtres et d'autres unités de traitement;
- h. les pertes de charge causées par l'entraînement d'air ou le colmatage par l'air;
- i. les pertes de charge dues à une division de l'écoulement le long de la paroi d'un canal;
- j. les augmentations de charge causées par le pompage;
- k. les marges de hauteur de charge prévues pour l'agrandissement de l'usine ou une modification des procédés; et
- l. les marges de hauteur de charge prévues pour les niveaux d'eau maximaux des eaux réceptrices.

4.5.10 Disposition des unités

Les composants de l'usine devraient être disposés de manière à faciliter l'exploitation et l'entretien, à maximiser la souplesse et les économies, à maintenir la qualité maximale des effluents et à permettre l'installation ultérieure de nouvelles unités.

4.6 DÉTAILS DE L'USINE

4.6.1 Installation de l'équipement mécanique

Le devis devrait exiger que l'installation et la mise en service opérationnel des principales pièces d'équipement mécanique soient supervisées par un représentant du fabricant.

4.6.2 Dérivations

4.6.2.1 Généralités

Sauf aux endroits où l'on dispose d'unités redondantes, il faut prévoir des ouvrages de dérivation bien situés et disposés, de sorte que chaque unité de l'usine puisse être mise hors service indépendamment. La conception des dérivations doit faciliter l'exploitation de l'usine pendant les travaux d'entretien et de réparation effectués sur les unités, dans le but de réduire au minimum la détérioration de la qualité des effluents, et permettre la restauration rapide du procédé lorsque le mode de fonctionnement normal est rétabli. Les systèmes de dérivation devraient également être construits de manière que chaque procédé puisse être mis en dérivation séparément.

4.6.2.2 Unit By-Pass During Construction

Final plan documents shall include construction requirements as deemed necessary by the reviewing agency to avoid unacceptable temporary water quality degradation.

4.6.3 Overflows

If sewage entering the treatment plant must be pumped into the treatment units, an emergency overflow for the pumping station should be provided, if it is physically possible (reference to section 3.3.2). The purpose of this overflow is to prevent basement flooding by back-ups in the sewer system in the event of pumping station failure. Wherever possible, this overflow should be routed through the treatment plant disinfection systems and plant outfall sewer. If this is not possible, provision should be made for chlorination of such overflows. If chlorination is utilized, it may be necessary to dechlorinate to address concerns related to the negative environmental and health impacts of the release of chlorine into aquatic environments.

The overflow elevation and the method of activation should ensure that the maximum feasible storage of the wet well will be utilized before the controlled overflow takes place. The overflow facilities should at least be alarmed and equipped to indicate frequency and duration of overflows and provided with facilities to permit manual flow measurement. Automatic flow measurement and recording systems may be required in certain cases where effluent quality requirements dictate. Where the operator is signatory to a Shellfish Conditional Area Management Plan, notification and reporting requirements of the plan shall be met. All overflows should be recorded and reported to the regulatory agencies.

4.6.4 Drains

Means shall be provided to dewater each unit to an appropriate point in the process. Due consideration shall be given to the possible need for hydrostatic pressure relief devices to prevent flotation of structures. Pipes subject to clogging shall be provided with means for mechanical cleaning or flushing.

4.6.5 Construction Materials

Due consideration should be given to the selection of materials which are to be used in sewage treatment works because of the possible presence of hydrogen sulphide and other corrosive gases, greases, oils and similar constituents frequently present in sewage. This is particularly important in the selection of metals and paints. Dissimilar metals should be avoided to minimize galvanic action.

4.6.2.2 Mise en dérivation des unités pendant la construction

Les plans définitifs doivent comprendre les exigences de construction jugées nécessaires par l'organisme d'examen pour prévenir une dégradation temporaire inacceptable de la qualité de l'eau.

4.6.3 Trop-pleins

Si les eaux usées qui entrent dans l'usine d'épuration doivent être pompées dans les unités de traitement, on devrait prévoir un trop-plein de secours pour la station de pompage, si cela est physiquement possible (voir la section 3.3.2). Ce trop-plein a pour fonction de prévenir l'inondation des sous-sols sous l'effet d'un refoulement dans le réseau d'égout, en cas de défaillance de la station de pompage. Dans toute la mesure du possible, ce trop-plein devrait être acheminé vers les systèmes de désinfection et l'émissaire d'évacuation de l'usine d'épuration. Si cela n'est pas possible, il convient de prendre des mesures pour que ce trop-plein subisse une désinfection au chlore. Dans ce cas, il peut être nécessaire de déchlorer ces eaux pour prévenir les incidences que pourrait avoir sur l'environnement et la santé le rejet de chlore dans les milieux aquatiques.

La hauteur du trop-plein et la méthode d'activation devraient garantir un stockage maximal dans le puits de pompage avant que le débordement contrôlé ne soit amorcé. Les installations de trop-plein devraient au moins être dotées d'une alarme, de dispositifs indiquant la fréquence et la durée des débordements et de dispositifs permettant de prendre des mesures manuelles du débit. Dans certains cas, il peut être nécessaire de prévoir des systèmes automatiques de mesure et d'enregistrement du débit lorsque les exigences de qualité des effluents le justifient. Lorsque l'exploitant est signataire d'un *Protocol d'entente pour la gestion de la récolte de Mollusques*, il doit respecter les exigences de notification et de déclaration du plan. Tous les débordements devraient être enregistrés et signalés aux organismes de réglementation.

4.6.4 Drains

Il faut prévoir des mesures pour évacuer l'eau de chaque unité à un stade approprié du procédé. Il faut envisager, le cas échéant, l'installation de dispositifs de détente de la pression hydrostatique afin de prévenir la flottation des ouvrages. Il faut prévoir des moyens de nettoyage mécanique ou de rinçage pour les canalisations qui ont tendance à se colmater.

4.6.5 Matériaux de construction

Il faudrait accorder une importance particulière au choix des matériaux qui seront utilisés dans les usines d'épuration des eaux usées parce que les eaux usées contiennent souvent du sulfure d'hydrogène et d'autres gaz corrosifs, des graisses, des huiles et d'autres substances semblables. Il faut tenir compte de ces substances lorsqu'on choisit les métaux et les peintures. On devrait éviter d'employer des matériaux dissemblables pour réduire l'action galvanique.

4.6.6 Painting

The use of paints containing lead or mercury should be avoided. In order to facilitate identification of piping, particularly in the large plants, it is suggested that the different lines be colour-coded. The following colour scheme is recommended for purposes of standardization.

Raw sludge line - brown with black bands
Sludge recirculation suction line - brown with yellow bands
Sludge draw off line - brown with orange bands
Sludge recirculation discharge line - brown
Sludge gas line - orange (or red)
Natural gas line - orange (or red) with black bands

Nonpotable water line - blue with black bands
Potable water line - blue
Chlorine line - yellow
Sulphur Dioxide - yellow with red bands
Sewage (wastewater) line - grey
Compressed air line - green
Water lines for heating digesters or buildings - blue with a 150 mm red band spaced 760 mm apart

The contents and direction of flow shall be stencilled on the piping in a contrasting colour.

4.6.7 Operating Equipment

A complete outfit of tools and accessories and spare parts necessary for the plant operator's use shall be provided. A portable pump is desirable. Readily accessible storage space and work bench facilities shall be provided and consideration given to provision of a garage area which would also provide space for large equipment, maintenance and repair.

4.6.8 Grading and Landscaping

Upon completion of the plant, the ground should be graded. Concrete or gravel walkways should be provided for access to all units. Where possible, steep slopes should be avoided to prevent erosion. Surface water shall not be permitted to drain into any unit. Particular care shall be taken to protect sludge beds and intermittent sand filters, from surface wash. Provision should be made for landscaping, particularly when a plant is located near residential areas.

4.6.9 Erosion Control During Construction

Effective site erosion control shall be provided during construction according to applicable provincial documents on erosion and sedimentation control during construction, if available in the province of jurisdiction. An approved erosion control plan is required before construction begins.

4.6.6 Peintures

On devrait éviter d'utiliser des peintures contenant du plomb ou du mercure. Pour faciliter l'identification des canalisations, en particulier dans les grandes usines, il est recommandé de les chromocoder. Les combinaisons de couleurs suivantes sont recommandées à des fins de normalisation.

Canalisation de boues fraîches - marron avec bandes noires
Canalisation d'aspiration des boues recyclées - marron avec bandes jaunes
Canalisation de purge des boues - marron avec bandes orange
Canalisation d'évacuation des boues recyclées - marron
Canalisation de gaz de boues - orange (ou rouge)
Canalisation de gaz naturel - orange (ou rouge) avec bandes noires
Canalisation d'eau non potable - bleu avec bandes noires
Canalisation d'eau potable - bleu
Canalisation de chlore - jaune
Canalisation de dioxyde de soufre - jaune avec bandes rouges
Canalisation d'égout (eaux usées) - gris
Canalisation d'air comprimé - vert
Canalisations d'eau pour le chauffage des digesteurs ou des bâtiments - bleu avec bandes rouges de 150 mm espacées de 760 mm

Le contenu et le sens d'écoulement doivent être marqués au pochoir sur la canalisation dans une couleur contrastante.

4.6.7 Matériel d'exploitation

Il faut prévoir un ensemble complet d'outils, d'accessoires et de pièces de rechange à l'intention de l'exploitant. Il est souhaitable de prévoir une pompe portative. Il faut prévoir une aire d'entreposage et des installations de montage faciles d'accès et envisager la construction d'un garage qui offrirait l'espace nécessaire pour l'entreposage des gros équipements et l'exécution des travaux d'entretien et de réparation.

4.6.8 Terrassement et aménagement paysager

Une fois la construction de l'usine achevée, il convient de niveler le terrain. Des allées en béton ou en gravier devraient être aménagées pour donner accès à toutes les unités. On doit, dans la mesure du possible, éviter les pentes abruptes pour prévenir l'érosion. Les eaux de surface ne doivent pas atteindre les unités. Il faut accorder une attention particulière à la protection des lits de boues et des filtres intermittents à sable pendant les lavages en surface. Il convient de prévoir un aménagement paysager, en particulier lorsque l'usine est située à proximité de zones résidentielles.

4.6.9 Lutte contre l'érosion pendant la construction

Des mesures efficaces de lutte contre l'érosion doivent être prévues pendant la construction, conformément aux documents provinciaux applicables sur le contrôle de l'érosion et la sédimentation dans les zones de construction, si disponible dans la province de compétence. Un plan de lutte contre l'érosion approuvé est exigé avant le début des travaux de construction.

4.6.10 Cathodic Protection

Steel fabricated sewage treatment plants shall require cathodic protection for corrosion control as specified in Section 3.2.12.

4.7 PLANT OUTFALLS

4.7.1 Dilution

Outfall sewers shall consist of a completely piped system conforming to the requirements of Chapter 2 of these guidelines and shall not discharge into any ditch or watercourse in which adequate assimilative capacity is not available. In assessing the available assimilative capacity the proximity of other outfalls must be taken into consideration. The outfall sewer shall be designed to discharge to the receiving water in a manner acceptable to the reviewing authority. Consideration should be given to each of the following:

- a) utilization of cascade aeration of effluent discharge to increase dissolved oxygen levels and
- b) limited or complete across-stream dispersion as needed to protect aquatic life movement and growth in the immediate reaches of the receiving stream.

4.7.2 Outlet

The outfall sewer, where practicable, shall be extended to the low water level of the receiving body of water in such a manner to insure the satisfactory dispersion of the effluent thereto and insofar as practicable, it shall have its outlet submerged. Where greater depths are available, one metre should be the achieved depth of submergence.

4.7.3 Protection and Maintenance

The outfall sewer shall be so constructed and protected against the effects of flood water, tides, ice or other hazards as to reasonably insure its structural stability and freedom from stoppage.

A manhole should be provided at the shore end of all gravity outfall sewers extending into the receiving waters.

Hazards to navigation must be considered in designing outfall sewers.

4.7.4 Dispersion of Flow

Where conditions exist that a point discharge of effluent could have deleterious effects on the receiving body of water, consideration shall be given to providing a means of effective submerged dispersion of the effluent into the water course.

4.6.10 Protection cathodique

Il faut prévoir une protection cathodique pour les usines d'épuration en acier afin de prévenir la corrosion, comme il est indiqué à la section 3.2.12.

4.7 ÉMISSAIRES D'ÉVACUATION DE L'USINE

4.7.1 Dilution

Les émissaires d'évacuation doivent consister en un réseau entièrement canalisé conforme aux exigences du chapitre 2 des présentes lignes directrices et ne doivent pas déboucher dans un fossé ou un cours d'eau qui ne possède pas une capacité suffisante d'auto-épuration. Au moment d'évaluer la capacité d'auto-épuration disponible, il convient de tenir compte de la proximité des autres émissaires d'évacuation. L'émissaire d'évacuation doit être conçu pour se décharger dans les eaux réceptrices d'une manière jugée acceptable par l'organisme d'examen. On devrait envisager l'adoption des solutions suivantes :

- a) utilisation d'un aérateur à cascades pour le traitement des rejets d'effluents, afin d'augmenter les niveaux d'oxygène dissous et
- b) dispersion limitée ou complète en travers du cours d'eau, selon les besoins, pour protéger le mouvement et la croissance des espèces aquatiques dans les biefs immédiats du cours d'eau récepteur.

4.7.2 Sortie

Dans la mesure du possible, l'émissaire d'évacuation doit se prolonger jusqu'au niveau des basses eaux du plan d'eau récepteur, de manière à garantir une dispersion satisfaisante de l'effluent, et dans la mesure du possible, la sortie doit être submergée. En présence de zones plus profondes, il convient de prévoir une profondeur d'immersion d'un mètre.

4.7.3 Protection et entretien

On doit construire l'émissaire d'évacuation et le protéger contre les effets des crues, des marées, de la glace et autres dangers de manière à en assurer la stabilité structurale et à en prévenir l'engorgement.

Un regard de visite devrait être aménagé du côté rive de tous les émissaires d'évacuation gravitaires qui se prolongent dans les eaux réceptrices.

Au moment de concevoir des émissaires d'évacuation, il faut tenir compte des dangers que ces ouvrages peuvent présenter pour la navigation.

4.7.4 Dispersion de l'effluent

Lorsqu'un point de rejet de l'effluent risque d'avoir des effets nuisibles sur les eaux réceptrices, il faut envisager des moyens pour immerger et disperser efficacement l'effluent dans le cours d'eau.

4.7.5 Sampling Provisions

All outfalls shall be designed so that a sample of the effluent can be obtained at a point after the final treatment process and before discharge to or mixing with the receiving water.

4.8 ESSENTIAL FACILITIES

4.8.1 Emergency Power Facilities

The need for standby power and the extent of equipment requiring operation by standby power must be individually assessed for each sewage treatment plant. Some of the factors which will require consideration in making the decisions regarding standby power and the processes to be operated by the standby power equipment are as follows:

- reliability of primary power source;
- number of power feeder lines supplying grid system, number of alternate routes within the grid system, and the number of alternate transformers through which power could be directed to the sewage treatment plant;
- whether sewage enters the plant by gravity or is pumped;
- type of treatment provided;
- pieces of equipment which may become damaged or overloaded following prolonged power failure;
- assimilation capacity of the receiving waters and ability to withstand higher pollution loadings over short time periods; and
- other uses of the receiving water.

Each specific installation should provide for the following considerations:

- means for illuminating working areas to ensure safe working conditions; and
- standby power source or equivalent to power pumps, motorized valves and control panels that are necessary to maintain the sewage flow through the treatment plant.

Standby generating capacity normally is not required for aeration equipment used in the activated sludge process. In cases where a history of long-term (4 hours or more) power outages have occurred, auxiliary power for minimum aeration of the activated sludge will be required. Full power generating capacity may be required by the reviewing authority on certain critical stream segments.

4.7.5 Échantillonnage

Tous les émissaires doivent être conçus de manière qu'un échantillon des effluents puisse être prélevé à un point situé en aval du procédé de traitement final et avant le rejet ou le mélange de l'effluent dans les eaux réceptrices.

4.8 INSTALLATIONS ESSENTIELLES

4.8.1 Alimentation de secours

Il faut évaluer individuellement, pour chaque usine d'épuration, la nécessité d'une alimentation électrique de secours et les équipements qui doivent être reliés à cette source. Voici quelques-uns des facteurs dont on doit tenir compte au moment de prendre des décisions au sujet de l'alimentation de secours et des procédés qui doivent être reliés à cette alimentation :

- fiabilité de la source d'alimentation normale;
- nombre de lignes qui alimentent le réseau général de distribution, nombre de tracés de rechange à l'intérieur du réseau général de distribution et nombre de transformateurs de rechange à partir desquels le courant peut être acheminé à l'usine d'épuration;
- acheminement par pompage ou par gravité des eaux usées à l'usine;
- type de traitement effectué;
- pièces d'équipement risquant d'être endommagées ou soumises à des surcharges en cas de panne prolongée de courant;
- capacité d'auto-épuration des eaux réceptrices et capacité à supporter des charges plus élevées de polluants pendant de courtes périodes; et
- autres usages des eaux réceptrices.

Chaque installation devrait disposer :

- de moyens d'éclairer les aires de travail pour maintenir des conditions de travail sécuritaires; et
- d'une source d'alimentation de secours ou l'équivalent pour alimenter les pompes, les vannes motorisées et les panneaux de commande nécessaires au maintien de l'écoulement des eaux usées à l'intérieur de l'usine.

Une alimentation de secours n'est ordinairement pas nécessaire pour l'équipement d'aération utilisé dans le procédé de traitement par boues activées. Dans les cas où des antécédents de pannes prolongées (4 heures ou plus) ont été observés, il faut prévoir une alimentation auxiliaire pour assurer une aération minimale des boues activées. Une alimentation pleine puissance peut être exigée par l'organisme d'examen pour certains segments critiques du flux.

4.8.2 Water Supply

4.8.2.1 General

An adequate supply of potable water under pressure shall be provided for use in the laboratory, chlorination equipment and general cleanliness around the plant. The chemical quality should be checked for suitability for its intended uses such as heat exchangers, chlorinators, etc.

No piping or other connections shall exist in any part of the treatment works, which, under any conditions, might cause the contamination of a potable water supply. If a potable water supply is brought to the plant, it shall be protected with a suitable backflow prevention device.

4.8.2.2 Direct Connections

Potable water from a municipal or separate supply may be used directly at points above grade for the following hot and cold supplies:

- a. lavatory sink;
- b. water closet;
- c. laboratory sink;
- d. shower;
- e. drinking fountain;
- f. eye wash fountain; and
- g. safety shower.

Hot water for any of the above units shall not be taken directly from a boiler used for supplying hot water to a sludge heat exchanger or digester heating coils.

4.8.2.3 Indirect Connections

Where a potable water supply is to be used for any purpose in a plant other than those listed in Section 4.7.2.2, a break tank, pressure pump and pressure tank shall be provided. Water shall be discharged to the break tank through an air-gap at least 150 mm above the maximum flood line or the spill line of the tank, whichever is higher.

A sign shall be permanently posted at every hose bib, faucet or sill cock located on the water system beyond the break tank to indicate that the water is not safe for drinking.

Consideration will also be given to backflow devices consisting of a system of check valves and relief valves which provide protection against backflow.

4.8.2 Approvisionnement en eau

4.8.2.1 Généralités

Il faut prévoir un approvisionnement suffisant en eau potable sous pression pour alimenter le laboratoire et l'équipement de chloration et assurer la propreté générale de l'usine. Il faut déterminer si la qualité chimique de l'eau est adaptée aux usages prévus, comme les échangeurs de chaleur et les chlorateurs.

Les usines d'épuration ne doivent en aucun cas comporter des canalisations ou des raccordements susceptibles de contaminer l'approvisionnement en eau potable. Si un réseau d'approvisionnement en eau potable est relié à l'usine, il doit être protégé par un dispositif anti-retour approprié.

4.8.2.2 Raccordements directs

L'eau potable d'une source d'approvisionnement municipale ou d'une source distincte peut être utilisée directement aux points d'approvisionnement situés au-dessus du niveau du sol pour l'alimentation en eau chaude et en eau froide des appareils suivants :

- a. lavabos;
- b. toilettes;
- c. éviers de laboratoire;
- d. douches;
- e. fontaines à boire;
- f. fontaines oculaires; et
- g. douches d'urgence.

L'eau chaude utilisée pour l'un ou l'autre des appareils ci-dessus ne doit pas être soutirée directement d'une chaudière servant à alimenter en eau chaude un échangeur de chaleur pour boues ou la batterie de chauffage d'un digesteur.

4.8.2.3 Raccordements indirects

Lorsque l'approvisionnement en eau potable doit être utilisé à des fins autres que les usages mentionnés à la section 4.7.2.2, il faut prévoir un réservoir d'isolement, une pompe foulante et un réservoir sous pression. L'eau sera évacuée dans le réservoir d'isolement par un espace d'air située à au moins 150 mm au-dessus du niveau de crue maximale ou de la conduite de décharge du réservoir, selon la valeur la plus élevée.

Un panneau de signalisation doit être fixé en permanence à l'emplacement de tous les robinets d'arrosage et de puisage du réseau d'alimentation en aval du réservoir d'isolement pour indiquer que l'eau n'est pas potable.

Il faut également envisager l'utilisation de dispositifs anti-refoulement composés d'un système de clapets anti-retour et de soupapes de détente qui offrent une protection contre les refoulements.

4.8.2.4 Separate Potable Water Supply

Where it is not possible to provide potable water from a public water supply, a separate well may be provided as long as sufficient pressure is available. Location and construction of the well should comply with requirements of the regulatory authorities. Requirements governing the use of the supply are those contained in Sections 4.8.2.2 and 4.8.2.3.

4.8.2.5 Separate Non-Potable Water Supply

Where a separate non-potable water supply is to be provided, a break tank will not be necessary but all sill cocks and hose bibs shall be posted with a permanent sign indicating the water is not safe for drinking.

4.8.3 Sanitary Facilities

Toilet, shower, lavatory and locker facilities should be provided in sufficient numbers and convenient locations to serve the expected plant personnel.

4.8.4 Floor Slope

Floor surfaces shall be sloped adequately to a point of drainage.

4.8.5 Stairways

Stairways should be installed with a slope of 30 to 35 degrees from the horizontal to facilitate carrying samples, tools, etc. All risers in a stairway should be of equal height. Minimum tread run shall not be less than 200 mm. The sum of the tread run and riser shall not be less than 430 mm nor more than 460 mm. A flight of stairs shall consist of not more than 3 m continuous rise without a platform. Stairways shall be installed wherever possible in lieu of ladders.

4.9 SAFETY

4.9.1 General

Adequate provision shall be made to effectively protect the operator and visitors from hazards. The following shall be provided to fulfil the particular needs of each plant:

- a. Enclosure of the plant site with a fence and signs designed to discourage the entrance of unauthorized persons and animals;
- b. Hand rails and guards around tanks, trenches, pits, stairwells, and other hazardous structures with the tops of walls less than 1 m above the surrounding ground level;
- c. Gratings over appropriate areas of treatment units where access for maintenance is required;
- d. First aid equipment;

4.8.2.4 Approvisionnement distinct en eau potable

Lorsque l'eau potable ne peut être fournie par une source d'approvisionnement publique, on peut prévoir un puits distinct à condition qu'une pression suffisante soit disponible. L'emplacement et la construction du puits devraient être conformes aux exigences des organismes de réglementation. Les exigences qui régissent l'utilisation de la source d'approvisionnement sont présentées aux sections 4.8.2.2 et 4.8.2.3.

4.8.2.5 Approvisionnement distinct en eau non potable

Lorsqu'une source distincte d'eau non potable doit être prévue, il n'est pas nécessaire d'utiliser un réservoir d'isolement, mais tous les robinets de puisage et d'arrosage doivent porter un panneau de signalisation indiquant que l'eau n'est pas potable.

4.8.3 Installations sanitaires

Les toilettes, les douches, les lavabos et les vestiaires destinés au personnel de l'usine devraient être en nombre suffisant et situés à des endroits pratiques.

4.8.4 Pente du plancher

Les surfaces de plancher doivent être suffisamment inclinées vers un point d'évacuation.

4.8.5 Escaliers

Les escaliers devraient présenter une pente de 30 à 35 degrés par rapport à l'horizontale pour faciliter le transport d'échantillons, d'outils, etc. Toutes les contremarches devraient avoir la même hauteur. Les marches ne doivent pas faire moins de 200 mm. La somme des dimensions de la marche et de la contremarche ne doit pas être inférieure à 430 mm ni supérieure à 460 mm. Une volée ne doit pas comporter plus de 3 m de marches successives sans palier. Dans la mesure du possible, des escaliers doivent être installés à la place d'échelles.

4.9 SÉCURITÉ

4.9.1 Généralités

Il faut prendre les mesures qui s'imposent pour protéger l'opérateur et les visiteurs contre les dangers. Les éléments suivants doivent être prévus pour répondre aux besoins particuliers de chaque usine :

- a. périmètre du site protégé par une clôture et des panneaux de signalisation pour décourager l'accès des personnes non autorisées et des animaux;
- b. mains courantes et garde-corps autour des réservoirs, des caniveaux, des fosses, des escaliers et des autres ouvrages dangereux dont le sommet des parois se trouve à moins de 1 m au-dessus du sol environnant;
- c. grilles sur les zones des unités de traitement qui doivent être accessibles à des fins d'entretien;
- d. matériel de premiers soins;

- e. "No Smoking" signs in hazardous areas;
- f. Protective clothing and equipment, such as self-contained breathing apparatus, gas detection equipment, goggles, gloves, hard hats, safety harnesses, etc.;
- g. Portable blower and sufficient hose;
- h. Portable lighting equipment complying with the National and Provincial Electrical Code requirements;
- i. Gas detectors;
- j. Appropriately-placed warning signs for slippery areas, non-potable water fixtures, low head clearance areas, open service manholes, hazardous chemical storage areas, flammable fuel storage areas, etc.;
- k. Adequate ventilation in pump station areas in accordance with Section 3.2.7.
- l. Provisions for local lockout on stop motor controls; and
- m. Provisions for confined space entry in accordance with regulatory agency requirements.

4.9.2 Hazardous Chemical Handling

Reference should be made to Federal "Transportation of Dangerous Goods Act" and to the Provincial equivalent Act.

4.9.2.1 Contaminant Materials

The materials utilized for storage, piping, valves, pumping, metering, splash guards, etc., shall be specially selected considering the physical and chemical characteristics of each hazardous or corrosive chemical.

4.9.2.2 Primary Containment

Structures, rooms, and areas accommodating chemical storage and feed equipment should be arranged to provide convenient access for chemical deliveries, equipment servicing and repair, and observation of operation. It is recommended that wherever possible the storage area be separated from the main plant, and that segregated storage be provided for each chemical. Where two, or more, chemicals could react with undesirable effects, the drainage piping (if provided) from the separate chemical handling areas should not be interconnected. For dangerous materials such as gaseous chlorine, either floor drains in the storage and scale rooms should be omitted entirely, with the floors sloped towards the doors, or floor drains installed, but kept

- e. panneaux d'interdiction de fumer dans les zones dangereuses;
- f. vêtements et équipement de protection, notamment des appareils respiratoires autonomes, du matériel de détection des gaz, des lunettes de sécurité, des gants, des casques de protection et des harnais de sécurité;
- g. souffleur portatif et canalisation flexible de longueur suffisante;
- h. matériel d'éclairage portatif conforme aux exigences des codes de l'électricité national et provincial;
- i. détecteurs de gaz;
- j. panneaux de mise en garde bien visibles indiquant les zones glissantes, les robinets d'eau non potable, les zones de faible dégagement vertical, les regard de visite ouverts, les aires d'entreposage des produits chimiques dangereux, les aires de stockage de combustible inflammable, etc.;
- k. ventilation adéquate dans les zones de pompage, conformément à la section 3.2.7;
- l. possibilité de verrouiller localement les commandes de marche-arrêt des moteurs;
- m. mesures pour l'entrée dans les espaces clos, conformément aux exigences de l'organisme de réglementation.

4.9.2 Manutention des produits chimiques dangereux

Il faudrait se reporter à la *Loi sur le transport des marchandises dangereuses* du Canada et à l'article de loi équivalente au niveau provincial.

4.9.2.1 Contaminants

Il faut choisir avec soin les matériaux utilisés pour les réservoirs de stockage, les canalisations, la robinetterie, le système de pompage, les dispositifs de mesure, les pare-éclaboussures, etc., en tenant compte des caractéristiques physiques et chimiques de chaque produit chimique dangereux ou corrosif.

4.9.2.2 Confinement primaire

Les ouvrages, les pièces et les aires utilisés pour le stockage de produits chimiques et l'équipement de dosage devraient être facilement accessibles pour la livraison de produits chimiques, l'entretien et la réparation de l'équipement et l'observation du fonctionnement. Dans la mesure du possible, il est recommandé que l'aire de stockage soit isolée de l'usine proprement dite et qu'une aire de stockage distincte soit prévue pour chaque produit chimique. Lorsque deux ou plusieurs produits chimiques risquent de réagir et de produire des effets indésirables, les canalisations d'évacuation (le cas échéant) des aires distinctes de manutention des produits chimiques ne devraient pas être interconnectées. Dans le cas des matières dangereuses, comme le chlore gazeux, on devrait ou bien omettre entièrement les avaloirs de sol dans les aires de

totally separated from the drainage systems for the rest of the building.

4.9.2.3 Secondary Containment

Chemical storage areas shall be enclosed in dykes or curbs which are capable of containing 110% of the stored volume until it can be safely transferred to alternate storage or released to the wastewater at controlled rates which will not damage facilities, inhibit the treatment processes or contribute to stream pollution. Liquid polymer should be similarly contained to reduce areas with slippery floors, especially to protect travel-ways. Non-slip floor surfaces are desirable in polymer handling areas.

4.9.2.4 Underground Storage

Underground storage and piping facilities for fuels or for chemicals such as alum or ferric chloride, shall be constructed in accordance with applicable provincial and federal regulations on underground storage tanks for both fuels and hazardous materials.

4.9.2.5 Liquified Gas Chemicals

Properly designed isolated areas shall be provided for storage and handling of chlorine and sulphur dioxide and other hazardous gases. Gas detection unit, alarms, controls, safety devices, and emergency repair kits shall also be provided.

4.9.2.6 Eye Wash Fountains and Safety Showers

Eye wash fountains and safety showers utilizing potable water shall be provided in the laboratory and on each floor level or work location involving hazardous or corrosive chemical storage, mixing (or shaking), pumping, metering, or transportation unloading. These facilities are to be as close as practical to possible chemical exposure sites and are to be fully useful during all weather conditions, and shall be no more than 7.0 m from points of hazardous chemical exposure.

The eye wash fountains shall be supplied with water of moderate temperature (16 to 25°C), suitable to provide 15 to 30 minutes of continuous irrigation of the eyes. Anti-scalding devices should be provided as required to maintain a relatively constant temperature. Portable, self-contained eyewash stations may be used to supplement plumbed eyewash stations, but in no way replace them. The main purpose of such a portable unit is to provide immediate flushing. Once accomplished, the user

stockage et de dosage et prévoir des planchers inclinés vers les portes, ou bien installer des avaloirs de sol qui seront complètement isolés des systèmes d'évacuation qui desservent le reste du bâtiment.

4.9.2.3 Confinement secondaire

Les aires de stockage des produits chimiques doivent être délimitées par des digues ou des bordures capables de contenir 110 % du volume stocké jusqu'à ce que les produits puissent être transportés en toute sécurité dans une autre aire de stockage ou déversés dans les eaux usées à une vitesse contrôlée, de manière à ne pas endommager les installations, entraver les procédés de traitement ni contribuer à la pollution du cours d'eau. Les polymères liquides devraient être confinés de la même manière pour empêcher que les surfaces ne deviennent glissantes, en particulier dans les aires de circulation. Il est souhaitable de prévoir des surfaces antidérapantes dans les aires de manutention des polymères.

4.9.2.4 Stockage souterrain

Les réservoirs souterrains et les canalisations connexes utilisés pour le stockage de combustibles ou de produits chimiques, comme l'alun ou le chlorure ferrique, doivent être construits conformément aux règlements provinciaux et fédéraux pertinents sur les réservoirs de stockage souterrains qui contiennent des combustibles ou des matières dangereuses.

4.9.2.5 Produits chimiques gazeux liquéfiés

Des aires isolées bien conçues doivent être prévues pour le stockage et la manutention du chlore et du dioxyde de soufre et d'autres gaz dangereux. Des détecteurs de gaz, des alarmes, des dispositifs de surveillance et de sécurité ainsi que des trousse de réparation d'urgence doivent aussi être prévus.

4.9.2.6 Fontaines oculaires automatiques et douches d'urgence

Des fontaines oculaires automatiques et des douches d'urgence alimentés en eau potable doivent être installés dans le laboratoire et à chaque étage ou aire de travail où l'on stocke, mélange (ou agite), pompe, dose ou décharge des produits chimiques dangereux ou corrosifs. Ces installations doivent être situées le plus près possible des lieux d'exposition aux produits chimiques, demeurer entièrement fonctionnels dans toutes les conditions météorologiques et se trouver à au plus 7 m des points d'exposition aux produits chimiques.

L'eau fournie aux fontaines oculaires doit être à une température modérée (16 à 25°C), et les jets d'eau doivent permettre une irrigation continue des yeux pendant 15 à 30 minutes. Il faudrait installer des dispositifs mitigeurs selon les besoins pour maintenir une température relativement constante. On peut utiliser des fontaines oculaires autonomes portatives en plus des fontaines fixes, mais les fontaines portatives ne doivent en aucun cas remplacer les fontaines fixes. Les dispositifs portables ont pour but de permettre un rinçage immédiat.

should proceed to a plumbed eyewash station and flush for the required flushing/rinsing period.

The emergency showers shall be capable of discharging 1.3 litres per second of water at moderate temperature (15 to 25°C) at pressures of 140 to 350 kPa, suitable to provide a minimum of 15 minutes of continuous flow or as required by the MSDS for the types of hazardous chemical being handled at the facility.

4.9.2.7 *Splash Guards*

All pumps or feeders for hazardous or corrosive chemicals shall have guards which will effectively prevent spray of chemicals into space occupied by personnel. The Splash Guards are in addition to guards to prevent injury from moving or rotating machinery parts.

4.9.2.8 *Piping, Labelling, Coupling Guards, Location*

All piping containing or transporting corrosive or hazardous chemicals shall be identified with labels every 3 m and with at least two labels in each room, closet or pipe chase. Colour coding may also be used but is not an adequate substitute for labelling. All connections (flanged or other type), except adjacent to storage or feeder areas, shall have guards which will direct any leakage away from space occupied by personnel. Pipes containing hazardous or corrosive chemicals should not be located above shoulder level except where continuous drip collection trays and coupling guards will eliminate chemical spray or dripping on to personnel.

4.9.2.9 *Protective Clothing or Equipment*

The following items of protective clothing or equipment shall be available and utilized for all operations or procedures where their use will minimize injury hazard to personnel:

- a. self-contained air supply system recommended for protection against chlorine;
- b. chemical worker's goggles or other suitable goggles (safety glasses are insufficient);
- c. face masks or shields for use over goggles;
- d. rubber gloves;
- e. rubber aprons with leg straps;
- f. rubber boots (leather and wool clothing should be avoided near caustics); and

Après ce rinçage, l'utilisateur devrait utiliser une fontaine oculaire fixe et se rincer les yeux pendant la période recommandée.

Les douches d'urgence doivent pouvoir fournir 1,3 litre par seconde d'eau à une température modérée (15 à 25°C) à une pression de 140 à 350 kPa, avec flux continu pendant au moins 15 minutes ou pendant la durée recommandée dans les fiches signalétiques pour les types de produits chimiques dangereux utilisés dans l'usine.

4.9.2.7 *Pare-gouttes*

Toutes les pompes et tous les doseurs de produits chimiques dangereux ou corrosifs doivent comporter des pare-gouttes qui préviendront efficacement la pulvérisation des produits dans la zone occupée par le personnel. Les pare-gouttes s'ajoutent aux dispositifs de protection conçus pour prévenir les blessures qui pourraient être causés par des pièces d'équipement rotatives ou mobiles.

4.9.2.8 *Identification des canalisations, protection aux raccords et emplacement*

Toutes les canalisations qui contiennent ou transportent des produits chimiques corrosifs ou dangereux doivent être identifiées par des repères apposés tous les 3 m, à raison d'au moins deux repères par pièce, armoire ou saignée. On peut également utiliser un codage couleur, mais cette méthode ne doit pas remplacer le repérage. Tous les raccords (à brides ou autres), sauf ceux qui sont adjacents aux aires de stockage ou de dosage, doivent comporter des dispositifs de protection qui empêcheront les fuites d'atteindre les zones occupées par le personnel. Les canalisations qui contiennent des produits chimiques dangereux ou corrosifs ne devraient pas être acheminées au-dessus du niveau des épaules sauf si des collecteurs continus et des gardes aux raccords protègent le personnel contre les dispersions ou les fuites de produits chimiques.

4.9.2.9 *Vêtements ou matériel de protection*

Les pièces suivantes de vêtement ou d'équipement de protection doivent être mises à la disposition du personnel et être utilisées dans le cas de toutes les opérations où leur usage peut permettre de réduire le risque de blessure :

- a. appareil de respiration autonome recommandée pour une protection contre le chlore;
- b. lunettes à coques pour travailleurs de l'industrie chimique ou autres lunettes à coques appropriées (les lunettes de sécurité sont insuffisantes);
- c. masque ou visière à porter par-dessus les lunettes à coques;
- d. gants en caoutchouc;
- e. tabliers en caoutchouc avec sangles cuissardes;
- f. bottes en caoutchouc (le port de vêtements en cuir et en laine est déconseillé à proximité des matières caustiques);

- g. safety harness and line.
- h. dust mask to protect the lungs in dry chemical areas.

4.9.2.10 Warning Systems and Signs

Facilities shall be provided for automatic shut-down of pumps and sounding of alarms when failure occurs in a pressurized chemical discharge line.

Warning signs requiring use of goggles shall be located near chemical unloading stations, pumps and other points of frequent hazard.

4.9.2.11 Dust Collection

Dust collection equipment shall be provided to protect personnel from dusts injurious to the lungs or skin and to prevent polymer dust from settling on walkways. The latter is to minimize slick floors which result when a polymer covered floor becomes wet.

4.9.2.12 Container Identification

The identification and hazard warning data included on shipping containers, when received, shall appear on all containers (regardless of size or type) used to store, carry or use a hazardous substance. Sewage and sludge sample containers should be adequately labelled. Below is a suitable label for sewage sample:

RAW SEWAGE

Sample point no.
Contains Harmful Bacteria.

May contain hazardous or toxic material.

Do not drink or swallow.

Avoid contact with openings or breaks in the skin.

- g. harnais de sécurité et corde;
- h. masque anti poussière pour protéger les poumons dans les zones de produits chimiques secs.

4.9.2.10 Systèmes d'alarme et panneaux d'avertissement

Les installations doivent être dotées d'un système d'arrêt automatique des pompes et de déclenchement d'une alarme sonore en cas de défaillance des canalisations d'évacuation de produits chimiques sous pression.

Des panneaux d'avertissement exigeant le port de lunettes à coques doivent être installés à proximité des postes de déchargement des produits chimiques, des pompes et des autres points qui posent un risque fréquent.

4.9.2.11 Captage des poussières

Du matériel de dépoussiérage doit être prévu pour protéger le personnel contre les poussières nocives pour les poumons ou la peau et empêcher la poussière de polymère de se déposer sur les aires de circulation. Dans ce dernier cas, il s'agit de réduire le risque de chute, car le polymère, une fois mouillé, rend le plancher glissant.

4.9.2.12 Identification des contenants

L'identification et les mises en garde qui apparaissent sur les contenants de livraison au moment de la réception devraient être inscrites sur tous les contenants (sans égard au format ou au type) utilisés pour stocker, transporter ou utiliser une substance dangereuse. Les contenants d'échantillons d'eaux usées et de boues devraient être correctement étiquetés. On trouvera ci-dessous un exemple d'étiquette appropriée pour les échantillons d'eaux usées :

EAUX USÉES NON TRAITÉES

Point d'échantillonnage n°
Contiennent des bactéries nuisibles.

Peuvent contenir des matières dangereuses ou toxiques.

Ne pas boire ni avaler.

Éviter tout contact avec des lésions cutanées.

4.10 LABORATORY

4.10.1 General

All treatment works shall include a laboratory for making the necessary analytical determinations and operating control tests, except in individual situations where the omission of a laboratory is approved by the reviewing agency. The laboratory shall have sufficient size, bench space, equipment and supplies to perform all self-monitoring analytical work required by the Permit to Operate and to perform the process control tests necessary for good management of each treatment process included in the design.

The facilities and supplies necessary to perform analytical work to support industrial waste control programs will normally be included in the same laboratory. The laboratory size and arrangement must be sufficiently flexible and adaptable to accomplish these assignments. The layout should consider future needs for expansion in the event that more analytical work is needed. Laboratory instrumentation and size should reflect treatment plant size, staffing requirements, and process complexity. Experience and training of plant operators should also be assessed in determining treatment plant laboratory needs.

Treatment plant laboratory needs may be divided into the following three general categories:

1. Plants performing only basic operational testing; this typically includes pH, temperature, and dissolved oxygen;
2. Plants performing more complex operational and permit laboratory tests including biochemical oxygen demand, suspended solids, and fecal coliform analysis, and;
3. Plants performing more complex operational, permit, industrial pretreatment, and multiple plant laboratory testing.

Expected minimum laboratory needs for these three plant classifications are outlined in this section. However, in specific cases laboratory needs may have to be modified or increased due to the industrial monitoring needs or special process control requirements.

4.10 LABORATOIRE

4.10.1 Généralités

Toutes les usines d'épuration doivent comprendre un laboratoire servant à effectuer les analyses et les essais de contrôle nécessaires, sauf dans certains cas où l'absence de laboratoire peut être autorisée par l'organisme d'examen. Les dimensions, la surface utile, l'équipement et les fournitures doivent être suffisants pour permettre d'effectuer toutes les analyses d'auto-surveillance exigées par le permis d'exploitation et les essais de contrôle de procédé nécessaires à la bonne gestion de tous les procédés de traitement prévus dans la conception.

Les installations et les fournitures nécessaires pour effectuer les travaux d'analyse à l'appui des programmes de contrôle des déchets industriels sont normalement logées dans le même laboratoire. Les dimensions et l'aménagement du laboratoire doivent être suffisamment souples et adaptables pour permettre l'accomplissement de ces tâches. Le plan d'implantation devrait tenir compte des besoins d'agrandissement futurs advenant une augmentation de la charge de travail. L'instrumentation et les dimensions du laboratoire devraient être compatibles avec les dimensions de l'usine, les besoins en personnel et la complexité des procédés. Au moment de déterminer les besoins du laboratoire de l'usine d'épuration, on devrait également évaluer l'expérience et la formation des opérateurs.

Les besoins du laboratoire de l'usine d'épuration peuvent être regroupés dans les trois catégories générales suivantes :

1. usines où l'on effectue uniquement des essais opérationnels de base, lesquels comprennent généralement la détermination du pH, de la température et de l'oxygène dissous;
2. usines où l'on effectue des essais opérationnels plus complexes et les essais de laboratoire exigés dans le permis, y compris la détermination de la demande biochimique en oxygène, de la concentration de matières en suspension et de la concentration en colibacilles fécaux;
3. usines où l'on effectue des essais opérationnels complexes, les essais exigés dans le permis et les essais de prétraitement des effluents industriels ainsi que les essais de laboratoire d'autres usines.

Les besoins minimaux prévus pour le laboratoire de ces trois catégories d'usines sont décrits dans la présente section. Toutefois, dans des cas spéciaux, il peut être nécessaire de modifier ou d'augmenter ces besoins en fonction des exigences de surveillance de l'industrie ou d'exigences spéciales en matière de contrôle des procédés.

4.10.2 Category I

Plants performing only basic operational testing.

4.10.2.1 Location and Space

A floor area up to 14 m² should be adequate. It is recommended that this be at the treatment site. Another location in the community utilizing space in an existing structure owned by the involved sewer authority may be acceptable.

4.10.2.2 Design and Materials

The facility shall provide for electricity, water, heat, sufficient storage space, a sink, and a bench top. The lab components need not be of industrial grade materials. Laboratory equipment and glassware shall be of types recommended by Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater and the reviewing authority.

4.10.3 Category II

Plants performing more complex operational and permit laboratory tests including biochemical oxygen demand, suspended solids, and fecal coliform analysis.

4.10.3.1 Location and Space

The laboratory size should be based on providing adequate room for the equipment to be used. In general, the laboratories for this category of plant should provide a minimum of approximately 28 m² of floor space. The laboratory should be located at the treatment site on ground level. It shall be isolated away from vibrating, noisy, high-temperature machinery or equipment which might have adverse effects on the performance of laboratory staff or instruments.

4.10.3.2 Floors

Floor surfaces should be fire resistant, and highly resistant to acids, alkalies, solvents, and salts.

4.10.3.3 Cabinets and Bench Tops

Laboratories in this category usually perform both the permit testing and operational control monitoring utilizing "acids" and "bases" in small quantities, such that laboratory grade metal cabinets and shelves are not mandatory. The cabinets and shelves selected may be of wood or other durable materials. Bench tops should be of acid resistant laboratory grade materials for protection of the non-acid proof cabinets. Glass doors on wall-hung cabinets are not required. One or more cupboard style base cabinets should be provided. Cabinets with drawers should have stops to prevent accidental removal. Cabinets for

4.10.2 Catégorie I

Usines où l'on effectue uniquement des essais opérationnels de base

4.10.2.1 Emplacement et espace

Une surface utile d'au plus 14 m² devrait être suffisante. Il est recommandé que le laboratoire soit situé à l'usine d'épuration. Un autre emplacement dans la communauté, aménagé dans l'espace d'un ouvrage existant appartenant à l'organisme responsable du réseau, peut être acceptable.

4.10.2.2 Conception et matériaux

L'usine doit être alimentée en énergie électrique et en eau, être chauffée, comprendre un espace de stockage suffisant, un évier et une table. Il n'est pas nécessaire que les composants du laboratoire soient faits de matériaux de qualité industrielle. L'équipement et la verrerie de laboratoire doivent être du type recommandé dans les Standard Methods pour l'examen de l'eau et des eaux usées et par l'organisme d'examen.

4.10.3 Catégorie II

Usine où l'on effectue des essais opérationnels plus complexes et les essais de laboratoire exigés dans le permis, y compris la détermination de la demande biochimique en oxygène, de la concentration en matières en suspension et de la concentration en coliformes fécaux

4.10.3.1 Emplacement et espace

Le laboratoire devrait avoir des dimensions suffisantes pour loger l'équipement prévu. En général, la surface utile des laboratoires pour cette catégorie d'usines devrait être d'au moins 28 m². Le laboratoire devrait être situé à l'usine d'épuration, au rez-de-chaussée. Il doit être éloigné des machines ou des équipements qui produisent des vibrations, du bruit et des températures élevées susceptibles de nuire à la performance des appareils de laboratoire et au travail du personnel.

4.10.3.2 Planchers

Les surfaces utiles devraient être résistantes au feu et extrêmement résistantes aux acides, aux alcalis, aux solvants et aux sels.

4.10.3.3 Armoires et tables

Les laboratoires de cette catégorie servent habituellement à effectuer les essais exigés dans le permis et les contrôles opérationnels au moyen de petites quantités d'acides et de bases, de sorte qu'il n'est pas nécessaire d'installer des armoires et des étagères métalliques de qualité laboratoire. Les armoires et les étagères choisies peuvent être en bois ou en d'autres matériaux durables. Les tables devraient être faites de matériaux de qualité laboratoire et résister aux acides afin de protéger les armoires qui ne sont pas résistantes aux acides. Il n'est pas nécessaire de munir les armoires murales de portes vitrées. On devrait prévoir une ou plusieurs armoires sur plancher de type placard. Les

Category II laboratories are not required to have gas, air, vacuum, and electrical service fixtures. Built-in shelves should be adjustable.

armoires qui comportent des tiroirs devraient être équipées de butées afin de prévenir le retrait accidentel des tiroirs. Il n'est pas nécessaire que les armoires des laboratoires de catégorie II soient reliées à une source de gaz, d'air, de vide et d'électricité. Les étagères intégrées devraient être réglables.

4.10.3.4 Fume Hoods, Sinks, and Ventilation

4.10.3.4 Hottes de laboratoire, évier et ventilation

4.10.3.4.1 Fume Hoods

Fume hoods shall be provided for laboratories in which required analytical works results in the production of noxious fumes.

4.10.3.4.1 Hottes de laboratoire

On doit prévoir des hottes dans les laboratoires où les travaux d'analyse produisent des vapeurs nocives.

4.10.3.4.2 Sinks

A laboratory grade sink and drain trap shall be provided.

4.10.3.4.2 Éviers

On doit fournir un évier et un siphon de qualité laboratoire.

4.10.3.4.3 Ventilation

Laboratories should be air conditioned. In addition, separate exhaust ventilation should be provided.

4.10.3.4.3 Ventilation

Il convient de prévoir un système de climatisation ainsi qu'une installation de ventilation indépendante dans les laboratoires.

4.10.3.5 Balance and Table

An analytical balance of the automated digital readout, single pan 0.1 mg sensitivity type shall be provided. A heavy special-design balance table which will minimize vibration of the balance is recommended. It shall be located as far as possible from windows, doors, or other sources of drafts or air movements, so as to minimize undesirable impacts from these sources upon the balance.

4.10.3.5 Balance et table

Il faut prévoir une balance analytique à lecture numérique automatique et à sensibilité de plateau de 0,1 mg. On recommande d'installer une table à balance robuste de conception spéciale, capable de réduire les vibrations de la balance. Cette table doit être située le plus loin possible des fenêtres, des portes ou d'autres sources de courant ou de mouvement d'air afin de réduire les effets indésirables de ces sources sur la balance.

4.10.3.6 Equipment, Supplies, and Reagents

The laboratory shall be provided with all of the equipment, supplies, and reagents that are needed to carry out all of the facility's analytical testing requirements. If any required analytical testing produces malodorous or noxious fumes, the engineer should verify that the in-house analysis is more cost-effective than use of an independent off-site laboratory. Composite samples may be required to satisfy permit sampling requirements. Permit to operate, process control, and industrial waste monitoring requirements should be considered when specifying equipment needs. References such as *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* and the U.S.E.P.A. *Analytical Procedures Manual* should be consulted prior to specifying equipment items.

4.10.3.6 Équipement, fournitures et réactifs

Le laboratoire doit contenir les équipements, les fournitures et les réactifs nécessaires pour effectuer les analyses exigées. Lorsqu'une analyse exigée produit des vapeurs malodorantes ou nocives, l'ingénieur devrait vérifier s'il est plus rentable de réaliser l'analyse sur place que de confier celle-ci à un laboratoire extérieur indépendant. Des échantillons composés peuvent être exigés aux fins de conformité aux exigences d'échantillonnage du permis d'exploitation. Au moment de déterminer les besoins en équipement, on devrait tenir compte des exigences relatives au permis d'exploitation, au contrôle des procédés et à la surveillance des déchets industriels. Avant de prescrire des pièces d'équipement, il convient de consulter certains documents de référence, comme le *Standard Methods* pour l'examen de l'eau et des eaux usées et l'*Analytical Procedures Manual* de la US Environmental Protection Agency.

4.10.3.7 Utilities

4.10.3.7 Services d'utilités

4.10.3.7.1 Power Supply

Consideration should be given to providing line voltage regulation for power supplied to laboratories using delicate instruments.

4.10.3.7.1 Alimentation électrique

On devrait prévoir un régulateur de tension pour l'alimentation électrique des laboratoires qui utilisent des appareils fragiles.

4.10.3.7.2 Laboratory Water

Reagent water of a purity suitable for analytical requirements shall be supplied to the laboratory. In general, reagent water prepared using an all glass distillation system is adequate. However, some analyses require deionization of the distilled water. Consideration should be given to softening the feed water to the still.

4.10.3.8 Safety

4.10.3.8.1 Equipment

Laboratories shall provide as a minimum the following: first aid equipment; protective clothing including goggles, gloves, lab aprons, etc.; and a fire extinguisher.

4.10.3.8.2 Eyewash Fountains and Safety Showers

Eyewash fountains and safety showers shall be provided as per Section 4.9.2.6.

4.10.4 Category III

Plants performing more complex operational, permit, industrial pretreatment and multiple plant laboratory testing.

4.10.4.1 Location and Space

The laboratory should be located at the treatment site on ground level, with environmental control as an important consideration. It shall be located away from vibrating, noisy, high temperature machinery or equipment which might have adverse effects on the performance of laboratory staff or instruments.

The laboratory facility needs for Category III plants should be described in the engineering design report or facilities plan. The laboratory floor space and facility layout should be based on an evaluation of complexity, volume, and variety of sample analyses expected during the design life of the plant including testing for process control, industrial pretreatment control, user charge monitoring, and the permit to operate monitoring requirements.

Consideration should be given to the necessity to provide separate (and possibly isolated) areas for some special laboratory equipment, glassware, and chemical storage. At large plants, office and administrative space needs should be considered.

For less complicated laboratory needs bench-top working surface should occupy at least 35 percent of the total laboratory floor space. Additional floor and bench space should be provided to facilitate performance of analysis of industrial wastes, as

4.10.3.7.2 Eau de laboratoire

On doit fournir au laboratoire une eau ayant un degré de pureté conforme aux exigences d'analyse. En général, une eau préparée au moyen d'un système de distillation entièrement en verre est appropriée. Toutefois, pour certaines analyses, il faut déioniser l'eau distillée. On devrait songer à adoucir l'eau d'alimentation qui est acheminée vers le distillateur.

4.10.3.8 Sécurité

4.10.3.8.1 Équipement

Les laboratoires doivent comprendre au moins les articles suivants : du matériel de premiers soins, des vêtements de protection, y compris des lunettes, des gants, des tabliers de laboratoire, et un extincteur d'incendie.

4.10.3.8.2 Fontaine oculaires et douches d'urgence

On doit fournir des fontaines oculaires et des douches d'urgence conformément à la section 4.9.2.6.

4.10.4 Catégorie III

Usine où l'on effectue des essais opérationnels plus complexes et les essais de laboratoire exigés dans le permis, les essais sur les effluents industriels prétraités ainsi que des essais pour d'autre usine.

4.10.4.1 Emplacement et surface utile

Le laboratoire devrait être situé à l'usine d'épuration, au rez-de-chaussée, et une importance particulière doit être accordée à la régulation des conditions ambiantes. Le laboratoire doit être éloigné des machines ou des équipements qui produisent des vibrations, du bruit et des températures élevées susceptibles de nuire à la performance des appareils de laboratoire et au travail du personnel.

Les besoins des laboratoires des usines de catégorie III devraient être décrits dans le rapport de conception technique ou le plan des installations. La surface utile du laboratoire et l'aménagement des installations devraient être fondés sur une évaluation de la complexité, du volume et de la diversité des analyses d'échantillons prévues pendant la durée de vie utile de l'usine, y compris les analyses effectuées pour le contrôle des procédés, le contrôle des prétraitements des effluents industriels, la surveillance des frais d'utilisation et la surveillance exigée dans le permis d'exploitation.

Il peut être nécessaire de prévoir des aires distinctes (voire isolées) pour certains appareils de laboratoire spéciaux pour la verrerie et pour le stockage des produits chimiques. Dans le cas de grandes usines, on devrait prévoir des aires administratives et des locaux à bureaux.

Dans les laboratoires dont les besoins sont moins complexes, la surface de travail des tables devrait correspondre à au moins 35 % de l'aire totale de plancher. On devrait prévoir une aire de plancher et des surfaces de travail supplémentaires pour faciliter les analyses des rejets

required by the permit to operate and the utility's industrial waste pretreatment program. Ceiling height should be adequate to provide for the installation of wall mounted water stills, deionizers, distillation racks, hoods, and other equipment with extended height requirements.

4.10.4.2 Floor and Doors

4.10.4.2.1 Floors

Floor surfaces should be fire resistant, and highly resistant to acids, alkalies, solvents, and salts.

4.10.4.2.2 Doors

Two exit doors should be located to permit a straight egress from the laboratory, preferable at least one to outside the building. Panic hardware should be used. They should have large glass windows for easy visibility of approaching or departing personnel.

Automatic door closers should be installed; swinging doors should not be used.

Flush hardware should be provided on doors if cart traffic is anticipated. Kick plates are also recommended.

4.10.4.3 Cabinets and Bench Tops

4.10.4.3.1 Cabinets

Wall-hung cabinets are useful for dust-free storage of instruments and glassware. Units with sliding glass doors are preferable. A reasonable proportion of cupboard style base cabinets and drawer units should be provided.

Drawers should slide out so that entire contents are easily visible. They should be provided with rubber bumpers and with stops which prevent accidental removal. Drawers should be supported on ball bearings or nylon rollers which pull easily in adjustable steel channels. All metals drawer fronts should be double-wall construction.

All cabinet shelving should be acid resistant and adjustable. The laboratory furniture shall be supplied with adequate water, gas, air, and vacuum service fixtures, traps, strainers, plugs, and tailpieces, and all electrical service fixtures.

industriels, comme l'exigent le permis d'exploitation et le programme de prétraitement des rejets industriels de l'installation. La hauteur sous plafond devrait être suffisante pour permettre l'installation de distillateurs d'eau, de déioniseurs, de grilles de distillation, de hottes et d'autres appareils montés au mur exigeant un dégagement important en hauteur.

4.10.4.2 Planchers et portes

4.10.4.2.1 Planchers

Les surfaces de plancher devraient être résistantes au feu et extrêmement résistantes aux acides, aux alcalis, aux solvants et aux sels.

4.10.4.2.2 Portes

Deux portes de sortie devraient être situées de manière à permettre l'évacuation en ligne droite du laboratoire, dont une devrait de préférence ouvrir sur l'extérieur. Les portes devraient être munies de serrures anti paniques. Elles devraient être équipées de grandes fenêtres vitrées pour permettre de voir le personnel qui arrive ou qui quitte.

Les portes devraient être munies de ferme-porte automatiques : on ne devrait pas utiliser de portes battantes.

Les portes devraient être équipées de quincaillerie affleurante si l'on prévoit la circulation de chariots. On recommande également d'installer des garde-pieds.

4.10.4.3 Armoires et tables

4.10.4.3.1 Armoires

Les armoires murales sont utiles pour le stockage à l'abri de la poussière de l'instrumentation et de la verrerie. Il est préférable de choisir des armoires dotées de portes vitrées coulissantes. On devrait prévoir une proportion raisonnable d'armoires de plancher de type placard munies de tiroirs.

Les tiroirs devraient pouvoir coulisser de manière qu'on puisse facilement voir tout leur contenu. Ils devraient être dotés d'amortisseurs en caoutchouc et de butoirs destinés à en prévenir le retrait accidentel. Ils devraient être supportés par des roulements à billes ou des rouleaux en nylon qui glissent sans heurts dans des coulisses en acier réglables. Tous les devants de tiroir métalliques devraient être à double paroi.

Toutes les tablettes des armoires devraient être résistantes aux acides et réglables. Le mobilier de laboratoire doit être doté d'une quantité suffisante de sources d'alimentation en eau, en gaz, en vide et en air, de trappes d'écoulement, de filtres, de prises électriques et de pièces de raccordement ainsi que de tous les appareils d'éclairage nécessaires.

4.10.4.3.2 Bench Tops

Bench tops should be constructed of materials resistant to attacks from normally used laboratory reagents. Generally, bench-top height should be 900 mm. However, areas to be used exclusively for sit-down type operations should be 760 mm high and include knee-hole space. Twenty-five millimetre overhangs and drip grooves should be provided to keep liquid spills from running along the face of the cabinet. Tops should be furnished in large sections, 32 mm thick. They should be field-jointed into a continuous surface with acid, alkali, and solvent-resistant cements which are at least as strong as the material of which the top is made.

4.10.4.4 Hoods

4.10.4.4.1 General

Fume hoods to promote safety and canopy hoods over heat-releasing equipment shall be provided.

4.10.4.4.2 Fume Hoods

a. Location

Fume hoods should be located where air disturbance at the face of the hood is minimal. Air disturbance may be created by persons walking past the hood; by heating, ventilating, or air-conditioning systems; by drafts from opening or closing a door, etc.

Safety factors should be considered in locating a hood. If a hood is situated near a doorway, a secondary means of egress must be provided. Bench surfaces should be available next to the hood so that chemicals need not be carried long distances.

b. Design and Material

The selection, design, and materials of construction of fume hoods and their appropriate safety alarms must be made by considering the variety of analytical work to be performed. The characteristics of the fumes, chemicals, gases, or vapours that will or may be released by the activities therein should be considered. Special design and construction is necessary if perchloric acid use is anticipated. Consideration should be given to providing more than one fume hood to minimize potential hazardous conditions throughout the laboratory.

Fume hoods are not appropriate for operation of heat-releasing equipment that does not contribute to hazards, unless they are provided in addition to those needed to perform hazardous tasks.

4.10.4.3.2 Tables

Les tables devraient être faites de matériaux résistants aux attaques des réactifs normalement utilisés dans un laboratoire. En général, la hauteur des tables devrait être de 900 mm. Toutefois, les surfaces destinées à des travaux en position assise devraient avoir 760 mm de hauteur et comporter un espace pour les jambes. On devrait prévoir des débords et des gouttes d'eau de 25 mm pour prévenir l'écoulement de liquides renversés le long de l'armoire. Les dessus de table devraient être fournis en sections de grandes dimensions, de 32 mm d'épaisseur. Les tables devraient être assemblées sur place en une surface continue au moyen de ciments résistants aux acides, aux alkalis et aux solvants, au moins aussi résistants que le matériau du dessus de table.

4.10.4.4 Hottes

4.10.4.4.1 Généralités

On doit prévoir des hottes de laboratoire pour évacuer les vapeurs nocives et des hottes fermées (sorbonnes) au-dessus de l'équipement qui dégage de la chaleur.

4.10.4.4.2 Hottes de laboratoire

a. Emplacement

Les hottes de laboratoire devraient être installées aux endroits où la perturbation de l'air à l'avant de la hotte est minimale. La perturbation de l'air peut être engendrée par le passage de personnes devant la hotte, le fonctionnement des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, les courants d'air produits par l'ouverture ou la fermeture d'une porte, etc.

Il convient de tenir compte des facteurs de sécurité dans le choix de l'emplacement des hottes. Si une hotte est située à proximité d'une porte, on doit prévoir un autre moyen d'évacuation. Des surfaces de travail devraient être prévues à proximité des hottes pour éviter le transport de produits chimiques sur de longues distances.

b. Conception et matériaux

Le choix, la conception et les matériaux de fabrication des hottes de laboratoire et de leurs alarmes de sécurité doivent être déterminés en fonction des divers travaux d'analyse prévus. On devrait tenir compte des caractéristiques des vapeurs, des produits chimiques ou des gaz qui sont ou peuvent être dégagés au cours de ces activités. Si l'on prévoit utiliser de l'acide perchlorique, les hottes devraient être conçues et construites selon des techniques spéciales. On devrait songer à installer plusieurs hottes afin de réduire les conditions dangereuses dans tout le laboratoire.

Les hottes de laboratoire ne conviennent pas aux équipements produisant de la chaleur qui ne présentent pas de risques, à moins qu'elles ne soient installées en plus de celles qui sont nécessaires là où des tâches dangereuses sont effectuées.

c. Fixtures

One sink should be provided inside each fume hood. A cup sink is usually adequate.

All switches, electrical outlets, and utility and baffle adjustment handles should be located outside the hood. Light fixtures should be explosion-proof.

d. Exhaust

Twenty-four hour continuous exhaust capability should be provided. Exhaust fans should be explosion-proof. Exhaust velocities should be checked when fume hoods are installed.

4.10.4.4.3 Canopy Hoods

Canopy hoods should be installed over the bench-top areas where hot plate, steam bath, or other heating equipment or heat-releasing instruments are used. The canopy should be constructed of heat and corrosion resistant material.

4.10.4.5 Sinks, Ventilation, and Lighting

4.10.4.5.1 Sinks

The laboratory should have a minimum of two sinks (not including cup sinks). At least one of them should be a double-well sink with drainboards. Additional sinks should be provided in separate work areas as needed, and identified for the use intended.

Sinks should be made of epoxy resin or plastic materials highly resistant to acids, alkalies, solvents, and salts, and should be abrasion and heat resistant, non-absorbent, and light in weight. Traps should be made of glass, plastic, or lead and easily accessible for cleaning. Waste openings should be located toward the back so that a standing overflow will not interfere.

All water fixtures on which hoses may be used should be provided with reduced zone pressure backflow preventers to prevent contamination of water lines.

4.10.4.5.2 Ventilation

Laboratories should be separately air conditioned, with external air supplied for one hundred percent make-up volume. In addition, separate exhaust ventilation should be provided. Ventilation outlet locations should be remote from ventilation inlets. Consideration should be given to providing dehumidifiers.

c. Accessoires

Il convient de prévoir l'installation d'un évier à l'intérieur de chaque hotte de laboratoire. Une cuvette d'égouttage est habituellement appropriée.

Tous les commutateurs et toutes les prises électriques et poignées de réglage des chicanes devraient être situés à l'extérieur de la hotte. Les dispositifs d'éclairage devraient être antidéflagrants.

d. Aspiration

Les hottes devraient avoir une capacité d'aspiration continue de vingt-quatre heures. Les ventilateurs devraient être antidéflagrants. Les vitesses d'aspiration devraient être vérifiées au moment de l'installation des hottes de laboratoire.

4.10.4.4.3 Hottes fermées

Des hottes fermées devraient être installées au-dessus des établis, aux endroits où on utilise des plaques chauffantes, des bains de vapeur ou d'autres dispositifs chauffants ou appareils dégageant de la chaleur. Ces hottes fermées devraient être faites d'un matériau résistant à la chaleur et à la corrosion.

4.10.4.5 Éviers, ventilation et éclairage

4.10.4.5.1 Éviers

Le laboratoire devrait être doté d'au moins deux éviers (excluant les cuvettes d'égouttage). Au moins un des deux éviers devrait être du type à deux cuves avec égouttoir. Des éviers supplémentaires devraient être installés dans des aires de travail distinctes, selon les besoins, et être repérés quant à leur usage.

Les éviers devraient être en résine époxy ou en matière plastique extrêmement résistante aux acides, aux alcalis, aux solvants et aux sels et résistants à la chaleur et à l'abrasion, non absorbants et légers. Les siphons devraient être en verre, en plastique ou en plomb et être facilement accessibles aux fins de nettoyage. Les orifices d'évacuation devraient être situés vers l'arrière de manière à être éloignés du trop-plein vertical.

Tous les robinets auxquels des boyaux flexibles peuvent se raccorder devraient être équipés de dispositifs anti-refoulement à réduction de pression par zone afin de prévenir la contamination des canalisations d'eau.

4.10.4.5.2 Ventilation

Les laboratoires devraient être desservis par des systèmes de conditionnement d'air distincts, entièrement alimentés en air d'appoint extérieur. Un système de ventilation par extraction distinct devrait également être prévu. Les orifices d'évacuation devraient être éloignés des orifices d'admission. On devrait envisager l'installation de déshumidificateurs.

4.10.4.5.3 Lighting

Good lighting, free from shadows, must be provided for reading dials, meniscuses, etc., throughout the laboratory.

4.10.4.6 Balance and Table

An analytical balance of the automatic, digital readout, single pan, 0.1 mg sensitivity type shall be provided. A heavy special-design balance table which will minimize vibration of the balance is needed. It shall be located as far as practical from windows, doors, or other sources of drafts or air movements, so as to minimize undesirable impacts from these sources upon the balance.

4.10.4.7 Equipment, Supplies, and Reagents

The laboratory shall be provided with all of the equipment, supplies, and reagents that are needed to carry out all of the facility's analytical testing requirements. Composite samplers may be required to satisfy permit sampling requirements. Permit to operate, process control, and industrial waste monitoring requirements should be considered when specifying equipment needs. Reference such as *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* and the U.S.E.P.A. *Analytical Procedures Manual* should be consulted prior to specifying equipment items.

4.10.4.8 Utilities and Services

4.10.4.8.1 Power Supply

Consideration should be given to providing line voltage regulation for power supplied to laboratories using delicate instruments.

4.10.4.8.2 Laboratory Water

Reagent water of a purity suitable for analytical requirements shall be supplied to the laboratory. In general, reagent water prepared using an all glass distillation system is adequate. However, some analyses require deionization of the distilled water. Consideration should be given to softening water to the still.

4.10.4.8.3 Gas and Vacuum

Natural or LP gas should be supplied to the laboratory. Digester gas should not be used.

An adequately-sized line source of vacuum should be provided with outlets available throughout the laboratory.

4.10.4.5.3 Éclairage

Il importe de prévoir un bon éclairage ne produisant pas d'ombres afin de faciliter la lecture des cadrans, des ménisques, etc., dans tout le laboratoire.

4.10.4.6 Balance et table

Le laboratoire doit être doté d'une balance analytique à lecture numérique automatique, à plateau unique, d'une sensibilité de 0,1 mg installée sur une table de support robuste et de conception spéciale permettant de réduire les vibrations de la balance. Cette table doit être située le plus loin possible des fenêtres, des portes ou d'autres sources de courants d'air ou de mouvements d'air afin que les effets indésirables de ces sources sur la balance puissent être réduits au minimum.

4.10.4.7 Équipement, fournitures et réactifs

Le laboratoire doit contenir tout l'équipement, toutes les fournitures et tous les réactifs nécessaires pour effectuer les analyses exigées pour l'usine. Des échantillons composés peuvent être exigés en vertu des exigences d'échantillonnage du permis d'exploitation. Au moment de déterminer les besoins en équipement, on doit tenir compte des exigences relatives au permis d'exploitation, au contrôle des procédés et à la surveillance des rejets industriels. Avant de prescrire des pièces d'équipement, il importe de consulter certains documents de référence, comme les *Standard Methods* pour l'examen de l'eau et des eaux usées et le *Analytical Procedures Manual* de la US Environmental Protection Agency.

4.10.4.8 Services d'utilités

4.10.4.8.1 Alimentation en énergie électrique

Il convient de prévoir l'installation d'un régulateur de tension pour l'alimentation électrique des laboratoires qui utilisent des appareils sensibles.

4.10.4.8.2 Eau de laboratoire

Le laboratoire doit être alimenté en eau ayant un degré de pureté conforme aux exigences d'analyse. En général, une eau préparée au moyen d'un système de distillation entièrement en verre est appropriée. Toutefois, pour certaines analyses, il faut déioniser l'eau distillée. On devrait envisager d'adoucir l'eau d'alimentation qui est acheminée du distillateur.

4.10.4.8.3 Gaz et vide

Le laboratoire devrait être alimenté en gaz naturel ou en gaz de pétrole liquéfié. On ne devrait pas utiliser de biogaz en provenance de digesteurs.

Une pompe à vide, de dimensions appropriées, avec canalisation et sorties dans tout le laboratoire devrait être prévue.

4.10.4.9 Safety

4.10.4.9.1 Equipment

Laboratories shall be provide the following: first aid equipment; protective clothing and equipment such as goggles, safety glasses, full face shields, gloves, etc.; fire extinguishers; chemical spill kits; posting of "No Smoking" signs in hazardous area; and appropriately placed warning signs for slippery areas, non-potable water fixtures, hazardous chemical storage areas, flammable fuel storage areas, etc.

4.10.4.9.2 Eyewash Fountains and Safety Showers

Eyewash fountains and safety shall be provided as per Section 4.9.2.6.

4.11 SEWAGE WORKS – INSTRUMENTATION AND CONTROLS

Several factors should be considered when developing a plan for the instrumentation and controls for a wastewater treatment facility. Monitoring requirements vary depending on the type of facility being considered and its location; this will impact on the selection and type of instrumentation being considered. Instrumentation and control requirements will also depend on the size of the plant, and as each treatment process has its own set of conditions to be monitored and controlled there will be different technical requirements to be met. In general, instrumentation and control should provide efficient and safe automatic and manual operation of all plant systems with a minimum of operator effort. Automatic systems should also be provided with manual back-up systems.

The design shall have provision for local control systems where parts of the plant may be operated or controlled from a remote location. The local control stations should include provision for preventing the operation of equipment from remote locations.

When making decisions relating to instrumentation and control, the following factors should be considered:

1. Plant size and complexity;
2. Regulatory requirements;
3. Hours of attended operation;
4. Potential chemical and energy savings;
5. Primary element reliability;

4.10.4.9 Sécurité

4.10.4.9.1 Équipement

Le laboratoire doit contenir ce qui suit : du matériel de premiers soins, des vêtements de protection et des accessoires de protection comme des lunettes à coques, des lunettes de protection, des masques complets et des gants, des extincteurs d'incendie, des trousse d'intervention en cas de déversement de produits chimiques, des panneaux d'interdiction de fumer dans les zones dangereuses et des panneaux de mise en garde bien situés indiquant les surfaces glissantes, des robinets alimentés en eau non potable, des aires de stockage de produits chimiques dangereux, des aires de stockage de carburants inflammables, etc.

4.10.4.9.2 Fontaines oculaires et douches d'urgence

Des fontaines oculaires et des douches d'urgence doivent être prévues conformément à la section 4.9.2.6.

4.11 RÉSEAUX D'ÉGOUTS – APPAREILS DE MESURE ET DISPOSITIFS DE COMMANDE/CONTRÔLE

Il convient d'examiner plusieurs facteurs lorsqu'on élabore un plan pour les appareils de mesure et les dispositifs de commande d'une usine d'épuration d'eaux usées. Les exigences en matière de surveillance varient en fonction du type d'installation et de son emplacement; ces facteurs ont des répercussions sur le choix et le type d'appareils de mesure choisis. Les exigences relatives aux appareils de mesure et aux dispositifs de commande dépendent également des dimensions de l'installation, et comme les conditions propres à chaque procédé de traitement doivent être surveillées et commandées, différentes exigences techniques doivent être satisfaites. En général, les appareils de mesure et les dispositifs de commande devraient permettre un fonctionnement manuel et automatique efficace et sécuritaire de tous les systèmes de l'usine et nécessiter un effort minimal de la part des opérateurs. Les systèmes automatiques devraient également être équipés de systèmes de secours manuels.

Lors de la conception, il convient de prévoir des systèmes de commande locaux permettant d'actionner ou de commander à distance certaines parties de l'usine. Les postes de commande locaux devraient comprendre des dispositifs pour interdire la commande à distance de l'équipement.

Au moment de prendre des décisions relativement aux appareils de mesure et aux dispositifs de commande, on devrait tenir compte des facteurs suivants :

1. dimensions et complexité de l'usine;
2. exigences réglementaires;
3. heures d'exploitation sous surveillance;
4. économies potentielles de produits chimiques et d'énergie;
5. fiabilité des capteurs;

6. Primary element location;
7. Whether controls should be manual or automatic;
8. The data storage and recording requirements and whether data acquisition should be central or distributed;
9. Safety

For effective operation of larger wastewater treatment facilities the following parameters should be measured, some may not be required for smaller facilities.

1. Flowrate for raw sewage, by-pass flows, final effluent flow;
2. Return Activated Sludge (RAS) flows, Waste Activated Sludge (WAS) flows;
3. Raw and digested sludge flow, digester supernatant flows;
4. Chemical dosage, digester gas production;
5. Hazardous gas monitoring;
6. Anaerobic digester temperature;
7. Dissolved oxygen levels; and
8. Sludge blanket levels and sludge concentrations.

4.11.1 Types of Instruments

The different types of instruments that may be required to measure the previously mentioned parameters are classified as primary element devices, which alter a signal from a physical process to make it suitable for use by a transmitter. These devices are broken down into function groups with a brief description of the process application.

4.11.1.1 Flow Measurement

4.11.1.1.1 Magnetic Flowmeters (Mag Meters)

Liner and Electrode Materials - The liner for the meter can vary depending on the application being considered. In applications where moderate amounts of abrasion are likely to occur, one of the following materials may be selected; Polyurethane, Butyl rubber, Neoprene or Polytetrafluoroethylene. In applications where corrosion is likely to occur, one of the following materials may be selected; ceramic or Polytetrafluoroethylene. Stainless steel electrode material should be used for applications where corrosion is not likely to present a problem. Hastelloy electrode material should be used for applications where corrosion is likely to present a problem.

Installation - Installation of magnetic flow meters generally require five straight pipe diameters upstream of the meter and three downstream of the

6. emplacement des capteurs;
7. choix de dispositifs de commande manuels ou automatiques;
8. exigences relatives à l'enregistrement et au stockage de données et choix d'une acquisition centrale ou répartie des données;
9. sécurité.

Pour assurer le fonctionnement efficace des grandes usines d'épuration, on devrait mesurer les paramètres suivants (certains paramètres ne s'appliquent pas dans le cas des petites usines) :

1. débit d'eaux d'égout brutes, débits de dérivation, débits d'effluents terminaux;
2. débits de boues activées recyclées, débits de boues de rejet;
3. débit de boues fraîches et digérées, débits de liquide surnageant;
4. dosage chimique, production de biogaz du digesteur;
5. surveillance des gaz dangereux;
6. température du digesteur anaérobie;
7. niveaux d'oxygène dissous;
8. niveaux du lit de boues et concentrations des boues.

4.11.1 Types d'appareils de mesure

Les différents types d'appareils de mesure qui peuvent être exigés pour mesurer les paramètres mentionnés précédemment sont des capteurs qui modifient un signal transmis par un procédé physique afin que celui-ci puisse être utilisé par un transmetteur. Ces dispositifs sont divisés en groupes fonctionnels et accompagnés d'une brève description de leur domaine d'application.

4.11.1.1 Mesure du débit

4.11.1.1.1 Débitmètres électromagnétiques

Matériaux utilisés pour le revêtement et les électrodes - Le revêtement du débitmètre peut varier selon l'application. Dans les applications associées à une abrasion modérée, on peut sélectionner l'un des matériaux suivants : polyuréthane, butylcaoutchouc, néoprène ou polytétrafluoroéthylène. Dans les applications où il y a un risque de corrosion, on peut choisir l'un des matériaux suivants : céramique ou polytétrafluoroéthylène. Des électrodes en acier inoxydable devraient être utilisées dans les applications où la corrosion ne devrait pas poser de problème, et des électrodes en alliage à base de nickel Hastelloy, dans les applications où la corrosion risque de poser un problème.

Installation - Aux fins de l'installation de débitmètres électromagnétiques, il faut généralement que les tronçons en amont (d'une longueur correspondant à cinq fois le

meter free of valves or fittings. Meters may be installed on horizontal, vertical or sloping lines. It is essential to keep the electrodes in the horizontal plane to assure uninterrupted contact with the fluid or slurry being metered. The operating velocity required for these meters will fall into the range or (1 to 10 m/s) for non-solids bearing liquids and (1.5 to 7.5 m/s) for solids bearing liquids. When used to meter liquids containing solids, a continuous electrode cleaner or clean out tee should be installed.

Applications - These meters are suitable for Influent Wastewater, Primary Sludge, RAS, WAS, Digested Sludge and Final Effluent. These meters should not be used for Digester Gas or liquid streams with a solids content greater than 10% by weight.

4.11.1.1.2 Ultrasonic Flowmeters

Flowmeter Construction - The flowmeter usually consists of an electronics housing, transducers and pipe section. These can in many cases be fitted to existing pipes either by drilling holes for the transducer hardware or by application of external transducers to the outside of the pipe. When installed on existing pipes, the existing pipe material should be checked to assure it will not dampen the sonic signal as this will adversely affect performance.

Installation - The installation of Ultrasonic flow meters generally require ten to twenty straight pipe diameters upstream of the meter and five down stream of the meter free of valves or fittings. Meters can be installed on horizontal, vertical or sloping lines as long as the pipe sections are always full. The operating velocity required for these meters will fall into the range of (1 to 10 m/s).

Applications - Transmittance styles are not recommended for influent wastewater, primary sludge, thickened sludge, nitrification RAS, or nitrification WAS. Reflective styles are not recommended for primary effluent, secondary clarifier effluent final effluent or process wash water.

diamètre du tuyau) et en aval (d'une longueur correspondant à trois fois le diamètre du tuyau) soient rectilignes et ne comportent pas d'appareils de robinetterie ni de raccords. Les débitmètres peuvent être installés sur des canalisations horizontales, verticales ou inclinées. Il est essentiel de maintenir les électrodes dans le plan horizontal pour assurer un contact continu avec le fluide ou la boue liquide mesurée. La vitesse de service nécessaire pour ces débitmètres doit se situer dans une plage de 1 à 10 m/s dans le cas de liquides non chargés de solides et de 1,5 à 7,5 m/s dans le cas de liquides chargés de solides. Lorsque les débitmètres sont utilisés pour mesurer des liquides chargés de solides, on devrait installer un nettoyeur d'électrode en continu ou un té de nettoyage.

Applications - Ces débitmètres conviennent aux eaux usées entrantes, aux boues primaires, aux boues activées recyclées, aux boues de rejets, aux boues digérées et aux effluents terminaux. On ne devrait pas utiliser ces débitmètres pour mesurer le débit de biogaz ou de liquides dont la teneur en solides est supérieure à 10 % en poids.

4.11.1.1.2 Débitmètres à ultrasons

Construction - Ce type de débitmètre est ordinairement constitué d'un boîtier électronique, de transducteurs et d'un tronçon de tuyau. On peut généralement fixer ces appareils sur des canalisations existantes, soit en pratiquant des ouvertures qui recevront la quincaillerie des transducteurs, soit en installant les transducteurs sur la paroi extérieure de la canalisation. Lorsque ces appareils sont utilisés sur des canalisations existantes, il convient de s'assurer que le matériau de fabrication de celles-ci ne risque pas d'affaiblir le signal ultrasonore, ce qui réduirait la performance de l'appareil.

Installation - Aux fins de l'installation de débitmètres à ultrasons, il faut généralement que les tronçons en amont (d'une longueur correspondant à dix à vingt fois le diamètre du tuyau) et en aval (d'une longueur correspondant à cinq fois le diamètre du tuyau) soient rectilignes et ne comportent pas d'appareils de robinetterie ni de raccords. Les débitmètres peuvent être installés sur des canalisations horizontales, verticales ou inclinées, à condition que les tronçons de tuyau soient toujours pleins. La vitesse de service nécessaire pour ces débitmètres doit se situer dans une plage de 1 à 10 m/s.

Applications - Les débitmètres à transmission ne sont pas recommandés pour les eaux usées influentes, les boues primaires, les boues épaissies, les boues activées recyclées de nitrification ou les boues de rejets de nitrification. Les débitmètres à réflexion ne sont pas recommandés pour les effluents des clarificateurs, les effluents terminaux ou l'eau de lavage employée dans les procédés.

4.11.1.1.3 Turbine Flowmeters

Flowmeter Construction - The flowmeter usually consists of meter body with rotor blades and a magnetic pickup. The pickup is often connected to electronic display units or a totalizer.

Installation - Installation of turbine flow meters generally require a minimum of stream of the meter free of valves or fittings. These meters may be installed on horizontal or vertical pipelines.

Applications - Turbine flow meters are recommended for applications involving natural gas, compressed digester gas.

4.11.1.1.4 Flumes and Weirs (Parshall Flume)

Installation - The flume will be affected by upstream channel arrangement and it is recommended that there be at least ten channel widths upstream. The flume must also be installed carefully to make certain that it is level.

Applications - Flumes and weirs are customarily used to measure flows in open channels. They are recommended for applications involving open channel flow measurement.

4.11.1.2 Suspended Solids Measurement (Turbidity)

Installation - Installation details for turbidity analyzers are unique to each manufacturer. The manufacturer's recommendations should be followed.

Applications - Turbidity analyzers are recommended for applications involving suspended solids concentrations less than 100 mg/ℓ.

4.11.1.3 Suspended Solids Measurement (Optical)

Installation - Installation details for optical analyzers are unique to each manufacturer. The manufacturer's recommendations should be followed.

Applications - Optical analyzers are recommended for applications involving solids concentrations from 20 mg/ℓ to 8%. Examples are, RAS, WAS and mixed liquor.

4.11.1.1.3 Débitmètres à turbine

Construction - Ce type de débitmètre est ordinairement constitué d'un boîtier de mesure muni de lames de rotor et d'un capteur magnétique. Le capteur magnétique est souvent relié à des écrans d'affichage électroniques ou à un totalisateur.

Installation - L'installation de débitmètres à turbine nécessite généralement qu'un tronçon minimal de tuyau soit exempt d'appareils de robinetterie ou de raccords. Ces débitmètres peuvent être installés sur des canalisations horizontales ou verticales.

Applications - Les débitmètres à turbine sont recommandés pour les applications dans lesquelles on utilise du gaz naturel ou du biogaz comprimé.

4.11.1.1.4 Canaux de mesure du débit et déversoirs (canaux Parshall)

Installation - Comme la disposition du canal en amont a une incidence sur le canal de mesure de débit, on recommande de prévoir un tronçon d'une longueur correspondant à au moins dix fois la largeur du canal en amont. Il est également important d'installer avec soin le canal de mesure de débit afin de s'assurer qu'il est de niveau.

Applications - Les canaux de mesure du débit et les déversoirs sont habituellement utilisés pour mesurer les débits dans des canaux ouverts. Ils sont recommandés pour les applications dans lesquelles on mesure des débits dans des canaux ouverts.

4.11.1.2 Mesure de la concentration de matières en suspension (turbidité)

Installation - Les détails d'installation des analyseurs de turbidité varient selon le fabricant. Il importe donc de suivre les recommandations du fabricant dans chaque cas.

Applications - Les analyseurs de turbidité sont recommandés pour les applications dans lesquelles les concentrations de matières en suspension sont inférieures à 100 mg/ℓ.

4.11.1.3 Mesure des matières en suspension (analyseurs optiques)

Installation - Les détails d'installation pour les analyseurs optiques varient selon le fabricant. Il importe donc de suivre les recommandations du fabricant dans chaque cas.

Applications - Les analyseurs optiques sont recommandés pour les applications dans lesquelles les concentrations de matières en suspension se situent dans une plage de 20 mg/ℓ à 8 %. Exemples : boues activées recyclées, boues de rejets et liqueur mixte.

4.11.1.4 Dissolved Oxygen Measurement (Galvanic)

Installation - Installation details for dissolved oxygen analyzers are usually related to the choice of placement of the analyzer in the process fluid. The analyzers generally require fairly frequent maintenance and this should be considered in determining the location for installation.

Applications - Oxygen analyzers are recommended for applications involving oxygen concentrations from 0 to 20 mg/l.

4.11.1.5 Level Measurement

4.11.1.5.1 Ultrasonic Sensor

Installation - The mounting location of the sensor is determined from restrictions established by the manufacturer. Typically the sensor must be mounted a minimum distance above the high liquid level and should be located away from tank walls or other obstructions that may cause false echoes.

Applications - This type of level element may be used in many level and flow applications; it is not recommended in locations where foam is dense and persistent.

4.11.1.5.2 Float

Installation - Float switches are normally located in a stilling well when turbulence is expected.

Applications - Float switches are commonly used for high and low level alarms and for controlling pump starts and stops.

4.11.1.5.3 Capacitance

Installation - The installation practices can vary and the manufactures recommended installation should be used.

Applications - May be used in applications that require continuous level measurement and also as switches for alarms or start/stop control.

4.11.1.6 Pressure Measurement

4.11.1.6.1 Bourdon Tubes

Installation - The installation practice should include the use of block and bleed valves.

Applications - May be used in applications that require pressure indication. Pressure range 0 to 35000 kPa.

4.11.1.4 Mesure de l'oxygène dissous (capteurs galvaniques)

Installation - Les détails d'installation pour les analyseurs d'oxygène dissous sont habituellement liés à l'emplacement de l'analyseur dans le fluide. Les analyseurs nécessitent généralement un entretien assez fréquent, facteur dont on devrait tenir compte au moment d'en déterminer l'emplacement.

Applications - Les analyseurs d'oxygène sont recommandés pour les applications dans lesquelles les concentrations d'oxygène varient entre 0 et 20 mg/l.

4.11.1.5 Mesure du niveau

4.11.1.5.1 Capteurs ultrasoniques

Installation - L'emplacement de montage du capteur est fonction des restrictions imposées par le fabricant. En général, le capteur doit être monté à une distance minimale au-dessus du niveau maximal de liquide et devrait être éloigné des parois du réservoir ou d'autres obstacles susceptibles de produire de faux échos.

Applications - Ce type d'indicateur de niveau peut être utilisé dans de nombreuses applications de mesure de niveau et de débit; il n'est pas recommandé dans les endroits où la mousse est dense et persistante.

4.11.1.5.2 Interrupteurs à flotteur

Installation - Les interrupteurs à flotteur sont normalement situés dans les bassins de tranquillisation susceptibles de présenter de la turbulence.

Applications - Les interrupteurs à flotteur sont couramment utilisés pour les avertisseurs de haut et de bas niveau et comme commande de marche-arrêt des pompes.

4.11.1.5.3 Jauges capacitatives

Installation - Les pratiques d'installation peuvent varier, et l'on devrait adopter les méthodes recommandées par le fabricant.

Applications - Ces indicateurs peuvent être utilisés dans les applications qui nécessitent une mesure en continu du niveau et comme interrupteurs d'alarme ou interrupteur de marche-arrêt.

4.11.1.6 Mesure de la pression

4.11.1.6.1 Tubes de Bourdon

Installation - Les tubes de Bourdon devraient être installés avec des vannes de sectionnement et de purge.

Applications - Ces éléments peuvent être utilisés dans les applications qui nécessitent une indication de la pression. Plage des pressions de 0 à 35 000 kPa.

4.11.1.6.2 Bellows

Installation - The installation practice should include the use of block and bleed valves.

Applications - May be used in applications that require pressure indication. Pressure range 0 to 2000 kPa.

4.11.1.6.3 Diaphragms

Installation - The installation practice should include the use of block and bleed valves. Transmitters should be installed according to manufacturer's recommendations. Temperature extremes should be avoided and location should be as close as possible to the process measure site.

Applications - May be used in applications that require pressure indication or transmitter output. Pressure range 0 to 3500 kPa.

4.11.1.7 Temperature Measurement

4.11.1.7.1 Thermocouples

Installation - The thermocouple should be selected with care to assure that the appropriate device is chosen for the given temperature range. Installation with a thermowell is advised.

Applications - Thermocouples are suitable for most temperature measurement applications.

4.11.1.7.2 Resistance Temperature Detector

Installation - The resistance detector should be selected with care to assure that the appropriate device is chosen for the given temperature range. Installation with a thermowell is advised.

Applications - Resistance detectors are suitable for temperature measurement applications with ranges of 0 to 300°C.

4.11.1.7.3 Thermistor

Installation - The Thermistor should be selected to assure that the device is appropriate for the temperature range. Installation with a thermowell is advised.

Applications - Thermistors are suitable for temperature measurement applications with ranges of 0 to 300°C.

4.11.1.7.4 Thermal Bulb

Installation - No special installation requirements.

Applications - Thermal bulbs are suitable for temperature measurement applications with ranges of 0 to 500°C.

4.11.1.6.2 Soufflets

Installation - Les soufflets devraient être installés avec des vannes de sectionnement et de purge.

Applications - Ces éléments peuvent être utilisés dans les applications qui nécessitent une indication de la pression. Plage des pressions de 0 à 2 000 kPa.

4.11.1.6.3 Diaphragmes

Installation - Ces éléments devraient être installés aux vannes de sectionnement et de purge. Les transmetteurs devraient être installés conformément aux recommandations du fabricant. Il importe d'éviter les températures extrêmes et installer le diaphragme le plus près possible du point de mesure du procédé.

Applications - Ces éléments peuvent être utilisés dans les applications qui nécessitent une indication de la pression ou un signal de sortie d'un transmetteur. Plage des pressions de 0 à 3 500 kPa.

4.11.1.7 Mesure de la température

4.11.1.7.1 Thermocouples

Installation - Il faut choisir avec soin le thermocouple afin de s'assurer qu'il convient à la gamme de températures à mesurer. On recommande d'installer un puits thermométrique.

Applications - Les thermocouples conviennent à la plupart des applications de mesure de la température.

4.11.1.7.2 Détecteurs de température à résistance

Installation - Il faut choisir avec soin le détecteur à résistance afin de s'assurer qu'il convient à la plage de températures à mesurer. On recommande d'installer un puits thermométrique.

Applications - Les détecteurs à résistance conviennent à la mesure de températures variant entre 0 et 300 °C.

4.11.1.7.3 Thermistances

Installation - Il faut choisir avec soin la thermistance afin de s'assurer qu'elle convient à la plage de températures à mesurer. On recommande d'installer un puits thermométrique.

Applications - Les thermistances conviennent à la mesure de températures variant entre 0 et 300 °C.

4.11.1.7.4 Bulbes thermostatiques

Installation - Aucune exigence spéciale d'installation.

Applications - Les bulbes thermostatiques conviennent à la mesure de températures variant entre 0 et 500 °C.

4.11.2 Process Controls

4.11.2.1 Lift Stations

Lift stations require simple and dependable instrumentation and control systems. The parameters that should be monitored are level, flow, pressure, temperatures, hazardous gas levels, as well as status and alarm conditions. The monitoring and control requirements will vary for each individual case based on the size, location, and economic considerations.

4.11.2.2 Level Control

Lift stations vary in size and storage capacity but generally they require similar controls. The level in the wet well increases to the point where a duty pump will be required to start, a lag and follow pump may be started if the level continues to increase. Pumping continues until a pump stop level is reached at which time the duty pump stops, or a series of stop levels will be reached and the lag and follow pumps stop prior to the duty pump. The pump start/ stop control can be performed using any one of several level elements.

When variable speed pumps are used there are several ways in which the pump can be controlled. These generally are controlled to maintain a level set point in the wetwell. This requires a feedback type of control in which the measured variable (level) is compared to a set point value and the final control element is modulated in order to maintain the set point value. Level control of this nature require reliable analog level measurement if it is to function properly. Regardless of the type of level control selected, the system should include a separate low level lockout and high level alarm.

4.11.2.2.1 Flow Monitoring

The flow metering element should be selected carefully to ensure that there are no obstructions where clogging may occur. Provision should be made so that the flow-metering element can be bypassed or isolated for routine maintenance activities. The flow-metering device should be connected to either the control system or to a recording and totalizing device or both. This provides for a record of flows out of the lift station. It can also be used to help identify possible problems in the discharge piping or force main.

4.11.2.2.2 Pressure Monitoring

Monitoring of the system discharge pressure can be useful in identifying possible problems in the discharge piping or force main and in monitoring pump performance. The pressure-metering device should be connected to either the control system or to a recording device or both.

4.11.2 Commandes de procédé

4.11.2.1 Stations de pompage

Les stations de pompage devraient être dotées d'appareils de mesure et de systèmes de commande simples et fiables. Les paramètres à surveiller sont le niveau, le débit, la pression, les températures, les niveaux de gaz dangereux ainsi que l'état et les conditions d'alarme. Les exigences en matière de surveillance et de commande varient selon l'installation et sont dictées par les dimensions et l'emplacement de la station et les impératifs économiques.

4.11.2.2 Régulation du niveau

Les dimensions et la capacité de stockage des stations de pompage sont variables, mais toutes les stations nécessitent généralement des dispositifs de commande semblables. Si le niveau monte dans le puits mouillé, une pompe de service doit être mise en marche; une pompe secondaire peut être démarrée si le niveau continue de monter. Le pompage se poursuit jusqu'à ce que le niveau d'arrêt de la pompe soit atteint, et la pompe de service s'arrête, ou alors, une série de niveaux d'arrêt sont atteints, et les pompes secondaires s'arrêtent avant la pompe de service. Une ou plusieurs commandes de niveau peuvent assurer le démarrage et l'arrêt des pompes.

Lorsqu'on utilise des pompes à vitesse variable, celles-ci peuvent être commandées de différentes façons. Ces pompes sont généralement commandées pour maintenir un niveau de consigne dans le puits mouillé. À cette fin, on utilise une commande en circuit fermé dans lequel la variable mesurée (niveau) est comparée à une valeur de consigne et le dispositif de commande finale est modulé pour maintenir la valeur de réglage. Pour fonctionner correctement, ce type de commande de niveau nécessite une mesure fiable d'une valeur de niveau analogique. Quel que soit le type de commande choisi, le système devrait comprendre un verrouillage bas niveau et un avertisseur haut niveau distincts.

4.11.2.2.1 Surveillance du débit

Il importe de choisir avec soin le capteur de débit afin de s'assurer qu'il ne constituera pas une obstruction là où il y a risque d'engorgement. Des dispositifs permettant de mettre en dérivation ou d'isoler le capteur de débit lors de la réalisation de travaux d'entretien périodique devraient être prévus. Le capteur devrait être relié soit au système de commande, soit à un dispositif enregistreur et totalisateur, soit aux deux. On pourra ainsi enregistrer les débits à l'extérieur de la station de pompage et identifier plus facilement les problèmes potentiels dans la tuyauterie de refoulement.

4.11.2.2.2 Surveillance de la pression

La surveillance de la pression de refoulement du système permet d'identifier les problèmes potentiels dans la tuyauterie de refoulement et de contrôler le rendement de la pompe. Le capteur de pression devrait être relié au système de commande ou à un dispositif enregistreur ou aux deux.

4.11.2.2.3 Pumps and Motors

The following parameters should be monitored:

1. Pump bearing temperature;
2. Pump bearing vibration;
3. Pump speed for variable speed applications;
4. Pump discharge pressure;
5. Motor voltage and current;
6. Motor hours of operation;
7. Motor bearing temperature; and
8. Motor windings temperature.

4.11.2.2.4 Alarms

Lift stations should be alarmed as outlined in Section 3.2.12.

4.11.2.3 Mechanical Bar Screens

Three methods are used to control the operation of mechanical bar screens:

1. Simple manual start/stop, which requires the presence of the operator at the screen in order to start and stop the screen.
2. Automatic activation by differential level. This method uses the differential level across the screen to provide the start condition. The screen should run at least one complete screen cycle before stopping. The screen can be called to stop when the differential level is returned to a nil value, the final stop should be controlled using a sensor to determine cycle completion (i.e. limit switch, proximity sensor, timer). In addition, a timer should be provided to initiate a cleaning cycle at regular intervals regardless of actual head loss. When this method is employed, there should be an alarm signal with a head loss set at a point higher than the automatic start of the mechanical bar screen.
3. Automatic activation by timer with differential level as emergency start condition. This method uses the differential level across the screen to provide secondary start condition. The screen should run at least one complete screen cycle before stopping. The stop signal should be controlled using a sensor to determine cycle completion (i.e. limit switch, proximity sensor, timer). When this method is employed there should be an alarm signal with a head loss set at a point higher than the automatic start of the mechanical bar screen.

4.11.2.2.3 Pompes et moteurs

Il importe de surveiller les paramètres suivants :

1. température des paliers de pompe;
2. vibration des paliers de pompe;
3. débit de la pompe lorsqu'une pompe à débit variable est utilisée;
4. pression de refoulement des pompes;
5. tension et courant des moteurs;
6. heures de fonctionnement des moteurs;
7. température des paliers de moteur;
8. température des bobinages de moteur.

4.11.2.2.4 Avertisseurs

Les stations de pompage devraient être équipées d'avertisseurs comme il est indiqué à la section 3.2.12.

4.11.2.3 Grilles à barreaux mécaniques

Trois méthodes sont utilisées pour commander le fonctionnement des grilles à barreaux mécaniques :

1. Commande d'activation/désactivation manuelle simple. L'opérateur doit être sur place pour activer ou désactiver la grille.
2. Commande d'activation automatique par niveau différentiel. Cette méthode utilise la différence de niveau en travers de la grille pour activer la grille. La grille devrait fonctionner durant au moins un cycle complet avant d'être désactivée. Le système peut commander la désactivation de la grille lorsque la différence de niveau revient à une valeur nulle, et la désactivation finale devrait être commandée par un capteur qui détermine la fin du cycle (interrupteur de fin de course, capteur de proximité, temporisateur). Un temporisateur devrait également être prévu, lequel amorcera un cycle de nettoyage à intervalles réguliers sans égard à la perte de charge réelle. Lorsqu'on utilise cette méthode, l'avertisseur de perte de charge devrait être réglé à une valeur plus élevée que la valeur d'activation automatique de la grille à barreaux mécanique.
3. Activation automatique par temporisateur avec différence de niveau comme condition d'activation d'urgence. Cette méthode utilise la différence de niveau en travers de la grille pour activer la grille. La grille devrait fonctionner pendant au moins un cycle complet avant d'être désactivée. Le signal de désactivation devrait être commandé par un capteur qui détermine la fin du cycle (interrupteur de fin de course, capteur de proximité, temporisateur). Lorsqu'on utilise cette méthode, l'avertisseur de perte de charge devrait être réglé à une valeur plus élevée que la valeur d'activation automatique de la grille à barreaux mécanique.

4.11.2.4 Primary Treatment

4.11.2.4.1 Raw Sludge Pumping

The raw sludge pumping should be set up to incorporate the following features:

1. Automatic or manual selection of duty pump;
2. On line sludge density metering for control and monitoring;
3. On line sludge flow monitoring and totalization;
4. On line adjustable sludge density control;
5. Individually selectable hopper pumping controls where required;
6. Manual override for automatic controls;
7. On line sludge blanket level monitoring and alarming;
8. On line sludge pump monitoring and control;
9. Sludge density feedback control for variable speed pumping with manual override;
10. On line sludge pump speed monitoring and control with manual override; and
11. On line monitoring and control of primary tank scraper mechanisms.

4.11.2.4.2 Scum Pumping

The scum pumping should be set up to incorporate the following features:

1. Automatic or manual selection of duty pump;
2. Manual override for automatic controls;
3. On line sludge blanket level monitoring and alarming;
4. Automatic controls consisting of high and low scum tank level for starting and stopping scum pumps;
5. High scum tank level alarm;
6. On line scum pump speed monitoring and control with manual override; and
7. Scum tank flushing system for scum tank cleaning

4.11.2.4 Traitement primaire

4.11.2.4.1 Pompage des boues fraîches

Le pompage des boues fraîches devrait comprendre les fonctions suivantes :

1. choix automatique ou manuel de la pompe de service;
2. mesure en direct de la densité des boues aux fins de commande et de surveillance;
3. surveillance et totalisation en ligne du débit de boues;
4. commande en ligne réglable de la densité de boues;
5. sélection individuelle des commandes de la trémie d'alimentation selon les besoins;
6. reprise prioritaire manuelle pour les commandes automatiques;
7. surveillance en ligne du niveau du lit de boues et avertissement sonore;
8. surveillance et commande en ligne de la pompe à boues;
9. commande en circuit fermé de la densité des boues pour le pompage à débit variable avec reprise manuelle;
10. surveillance et commande en ligne du débit de la pompe à boues avec reprise manuelle; et
11. surveillance et commande en ligne des mécanismes du racloir du bassin primaire.

4.11.2.4.2 Pompage de l'écume

Le pompage de l'écume devrait comprendre les fonctions suivantes :

1. sélection automatique ou manuelle de la pompe de service;
2. reprise manuelle pour les commandes automatiques;
3. surveillance en ligne du niveau du lit de boues et avertissement sonore;
4. commande automatique de démarrage et d'arrêt des pompes à écume activées par le niveau (haut ou bas) d'écume dans le bassin;
5. avertissement de niveau élevé dans le bassin à écume;
6. surveillance et commande en ligne du débit de la pompe à écume avec reprise manuelle;
7. rinçage du bassin à écume aux fins de nettoyage.

4.11.2.5 Secondary Treatment

4.11.2.5.1 Dissolved Oxygen (DO) Control

Automatic DO control systems should be used to control the rate of air supply to aeration tanks. The following methods may be used:

1. Closed Loop Control (Feedback Control) - Closed loop control consists of on line dissolved oxygen analyzers providing feedback control to an airflow control device. The dissolved oxygen reading is compared to the dissolved oxygen set point. The resultant error signal is used to increase or decrease the rate of air flow to the aeration tanks. Automatic dissolved oxygen control should always be equipped with manual override.
2. Feed Forward Control - Feed forward control consists of a fixed volume of air being delivered to the aeration tanks for a given flowrate. This system may utilize on line dissolved oxygen analyzers but these are used for monitoring only and do not provide feedback to the air flow control elements. Process status and alarms should be provided for dissolved oxygen level, blower operating parameters, air flow control elements.

4.11.2.5.2 Return Activated Sludge Control

The Return Activated Sludge pumping should be set up to incorporate the following features:

1. Automatic or manual selection of duty pump;
2. Variable speed pumping;
3. Return activated sludge flow monitoring;
4. Feedback control to match pumping rates to flow set points;
5. Individual control of sludge return rate from individual final clarifiers;
6. Manual override for automatic controls; and
7. On line monitoring of return sludge flowrate, pump speed and status.

4.11.2.5.3 Waste Activated Sludge Control

The Waste Activated Sludge pumping should be set up to incorporate the following features:

1. Automatic or manual selection of duty pumps;
2. Variable speed pumping;
3. Waste Activated Sludge flow monitoring;

4.11.2.5 Traitement secondaire

4.11.2.5.1 Commande d'oxygène dissous

Des systèmes de commande automatique d'oxygène dissous devraient être utilisés pour réguler le débit d'alimentation en air des bassins d'aération. On peut avoir recours aux méthodes décrites ci-après.

1. Commande en circuit fermé - La commande en circuit fermé fait appel à des analyseurs d'oxygène dissous en ligne pour commander en rétroaction un dispositif de régulation du débit d'air. La lecture d'oxygène dissous est comparée à une valeur de consigne. Le signal d'erreur résultant est utilisé pour augmenter ou réduire le débit d'air vers les bassins d'aération. La commande automatique d'oxygène dissous devrait toujours être dotée d'une reprise manuelle.
2. Commande - Une commande par anticipation (action directe) assure un volume fixe d'air aux bassins d'aération pour un débit donné. Ce système peut utiliser des analyseurs d'oxygène dissous en ligne, mais ceux-ci sont utilisés à des fins de surveillance uniquement et non pour fournir une rétroaction aux dispositifs de régulation du débit d'air. Des indicateurs d'état et des avertisseurs sonores devraient être prévus pour les paramètres suivants, soit le niveau d'oxygène dissous ainsi que le fonctionnement des soufflantes ou compresseurs et des dispositifs de régulation de débit d'air.

4.11.2.5.2 Commande de pompage des boues activées recyclées

Le pompage des boues activées recyclées devrait comprendre les fonctions suivantes :

1. sélection automatique ou manuelle de la pompe de service;
2. pompage à débit variable;
3. surveillance du débit de boues activées recyclées;
4. commande en circuit fermé pour amener les débits de pompage aux valeurs de consigne;
5. commande individuelle du débit de retour des boues en provenance des différents décanteurs;
6. reprise manuelle pour les commandes automatiques;
7. surveillance en ligne du débit de boues recyclées et du débit et de l'état des pompes.

4.11.2.5.3 Commande de pompage des boues de rejets

Le pompage des boues de rejets devrait comprendre les fonctions suivantes :

1. sélection automatique ou manuelle des pompes de service;
2. pompage à débit variable;
3. surveillance du débit de boues de rejets;

4. Feedback control to match pumping rates to flow set points;
5. Manual override for automatic controls; and
6. On line monitoring of Waste Sludge flowrate, pump speed and status.

4.11.2.5.4 Chemical Control System

Chemical addition consists of a feeder or chemical metering pump that will dose at a fixed ratio to the influent or effluent flow of the plant, with no analyzer or feedback control. More specific chemical dosing may also be based on such things as return sludge flowrate. Chemical dosing requirements will vary widely depending on performance requirements and the specific process being utilized.

4.11.2.5.5 Disinfection Control Systems (Ultra Violet)

The disinfection of final plant effluent utilizing ultra violet light consists of a feed forward control system. This consists of a series of lamps and or lamp channels that are turned on based on effluent flow of the plant, UV transmittance analyzers may be utilized for monitoring system performance but are not generally employed in feedback control.

4.11.2.6 Control and Monitoring Systems

Control and monitoring systems can be a conventional system with recorders, indicators, switches, push buttons, indicating lights, control panels, etc. or it can be a computerized control system that utilizes various configurations of hardware and software to provide the control required. Computerized systems can be separated into two groups, PLC (Programmable Logic Controller) Systems and Distributed Control Systems.

4.11.2.6.1 Conventional Relay Control Systems

The conventional system is a passive system with limited automatic control, where the operator is responsible for decisions and actions that control the process.

4.11.2.6.2 PLC Control Systems (Programmable Logic Controllers)

The PLC based system is a multipurpose system with extensive scope for modification. The plant status, alarms, motor starters, meters and analyzers are all wired into input/output cards located in what are called racks. The racks may be mounted separately or placed in specific plant areas to reduce wiring costs. The input/output racks are associated with controllers that are programmed to perform the required process control functions. Changes can generally be made relatively easily

4. commande en circuit fermé pour amener les débits de pompage aux valeurs de consigne;
5. reprise manuelle pour les commandes automatiques;
6. surveillance en ligne des débits de boues de rejets et du débit et de l'état des pompes.

4.11.2.5.4 Système de dosage de produits chimiques

L'apport chimique est assuré par un doseur de réactif ou une pompe de dosage qui introduit une dose prédéterminée d'un produit chimique dans les influents ou les effluents de l'usine, sans analyseurs ni commandes en circuit fermé. Il est possible d'assurer un dosage chimique plus précis en se fondant sur certains paramètres, comme le débit de boues recyclées. Les exigences relatives au dosage chimique sont très variables et dépendent des exigences de rendement et du procédé utilisé.

4.11.2.5.5 Systèmes de commande de désinfection (rayonnement ultraviolet)

Le système de désinfection des effluents de l'usine qui utilise le rayonnement ultraviolet est un système de commande par anticipation. Il comprend une série de lampes ou des canaux de lampes dont l'activation est commandée par le débit d'effluents de l'usine; des analyseurs de transmittance UV peuvent être utilisés pour surveiller le rendement du système mais ils ne sont généralement pas utilisés pour assurer un asservissement.

4.11.2.6 Systèmes de commande et de surveillance

Les systèmes de commande et de surveillance peuvent être des systèmes classiques comportant des enregistreurs, des indicateurs, des interrupteurs, des boutons-poussoirs, des lampes-témoins, des panneaux de commande, etc., ou des systèmes informatisés qui utilisent diverses configurations matérielles et logicielles pour transmettre les commandes nécessaires. Les systèmes informatisés peuvent être divisés en deux groupes, soit les systèmes à contrôleurs programmables et les systèmes de commande répartis.

4.11.2.6.1 Systèmes de commande à relais classiques

Le système classique est un système passif à commande automatique limitée, dans lequel les décisions et les mesures à prendre pour commander le processus relèvent de l'opérateur.

4.11.2.6.2 Systèmes à contrôleurs logiques programmables

Le système à contrôleurs logiques programmables est un système polyvalent hautement modifiable. Les indicateurs d'état, les alarmes, les démarreurs de moteur, les appareils de mesure et les analyseurs de l'usine sont tous câblés dans des cartes d'entrée-sortie installées dans des bâtis. Ces bâtis peuvent être montés séparément ou regroupés en un même endroit pour réduire les coûts de câblage. Les bâtis d'entrée-sortie sont associés à des contrôleurs logiques qui sont programmés pour exécuter les fonctions de commande

by modification of or addition to the PLC controller programs.

Plant personnel require process information in real-time or in near real-time. The PLC systems accomplish this by means of a Human-Machine-Interface (HMI). The HMI may be dedicated hardware and software or may come in the form of personal computers utilizing HMI software and connected to the PLC communications system. These systems vary widely in their capabilities and performance. The selection of hardware and software should be done carefully to assure current performance and future supportability and expendability.

4.11.3 Design Documents

Complete design documents should be prepared to ensure that construction can be completed correctly and also to properly record the system for future reference. The following are required in the design documents:

1. Design and construction standards, specifications and installation details;
2. Panel sizing and general arrangements;
3. Control system functional requirements;
4. Control component and instrument data sheets;
5. Operator interface and control hardware and software specifications including input/output lists; and
6. Control system programming and packaged system configuration standards, structure and scope.

4.11.4 Control System Documentation

The following documents should be provided following completion of the control system:

1. Record drawings to show any changes to the design and including any drawings produced during construction;
2. Annotated listings of control system programs and packaged system configuration;
3. Manufacturer's literature for all control and instrumentation components;
4. Final wiring diagrams complete with wire and terminal coding;
5. Motor control schematics;
6. Instrument loop diagrams;

de procédé nécessaires. On peut en général modifier facilement les contrôleurs logiques en modifiant leurs programmes ou en ajoutant de nouveaux programmes.

Le personnel de l'usine doit pouvoir disposer d'information en temps réel ou quasi réel sur les procédés. Les systèmes à contrôleurs programmables accomplissent cette fonction au moyen d'une interface homme-machine. Cette interface peut être assurée par du matériel ou des logiciels spéciaux ou encore, par des ordinateurs personnels utilisant un logiciel d'interface homme-machine et reliés au système de communications du système à contrôleurs programmables. La capacité et la performance de ces systèmes sont très variables. Il importe de choisir avec soin le matériel et les logiciels afin d'optimiser le rendement des systèmes ainsi que leur supportabilité et leur extensibilité.

4.11.3 Documents de conception

Il importe d'établir des documents de conception complets afin de s'assurer que les travaux de construction seront effectués correctement et que le système sera correctement documenté pour consultation ultérieure. Les documents de conception doivent comprendre l'information suivante :

1. normes de conception et de construction, devis et détails d'installation;
2. dimensions et disposition générale des panneaux;
3. exigences de fonctionnement du système de commande;
4. fiches techniques des composants et des instruments/appareils de commande et de mesure;
5. caractéristiques nominales de l'interface de l'opérateur et du matériel et des logiciels de commande, y compris des listes des entrées et des sorties;
6. caractéristiques de programmation du système de commande et normes de configuration, structure et portée du logiciel.

4.11.4 Documentation sur le système de commande

Les documents suivants devraient être fournis à l'achèvement du système de commande :

1. dessins de l'ouvrage indiquant toute modification apportée à la conception et comprenant tous les dessins exécutés durant la construction;
2. listes annotées des programmes du système de commande et configuration du logiciel;
3. documentation du fabricant pour tous les composants des appareils et instruments de commande et de mesure;
4. schémas de câblage définitifs indiquant la disposition des câbles et des bornes;
5. schémas des circuits de commande des moteurs;
6. schémas des circuits des appareils et instruments de mesure;

7. Panel wiring and layout details;
8. PLC or DCS wiring schematics;
9. Instrument calibration sheets; and
10. Operating instructions.

4.11.5 Training

Adequate training should be provided to the plant operating and maintenance staff so that the system can be operated to meet the design criteria.

7. détails du câblage et du montage des panneaux;
8. schémas de câblage du système à contrôleurs programmables ou du système de commande réparti;
9. fiches d'étalonnage des appareils et instruments de mesure; et
10. consignes d'utilisation.

4.11.5 Formation

Le personnel d'exploitation et d'entretien de l'usine devrait recevoir la formation nécessaire appropriée qui lui permettra de veiller à ce que le système fonctionne selon les critères de conception.

CHAPTER 5 PRELIMINARY TREATMENT

5.1 SCREENING DEVICES

5.1.1 Bar Racks and Screens

5.1.1.1 Where Required

Coarse bar racks or screens shall be provided as the first treatment stage for the protection of plant equipment against reduced operating efficiency, blockage, or physical damage.

5.1.1.2 Selection Considerations

When considering which types of screening devices should be used, the following factors should be considered:

- effect on downstream treatment and sludge disposal operations;
- possible damage to comminutor or barminutor devices caused by stones or coarse grit particles;
- head losses of the various alternative screening devices;
- maintenance requirements;
- screenings disposal requirements, and quantities of screenings; and
- requirements for a standby unit.

5.1.1.3 Location

5.1.1.3.1 Outdoors

Screening devices installed outside shall be protected from freezing.

5.1.1.3.2 Indoors

Screening devices installed in a building where other equipment or offices are located should be separated from the rest of the building, provided with separate outside entrances and provided with adequate means of ventilation.

5.1.1.3.3 Access

Screens located in pits more than 1.2 m deep shall be provided with stairway access. Access ladders are acceptable for pits less than 1.2 m deep, in lieu of stairways.

5.1.1.3.4 Ventilation

Fresh air shall be forced into enclosed screening device areas or into open pits more than 1.2 m deep. Dampers should not be used on exhaust or fresh air ducts and fine screens or other obstructions should be avoided to prevent clogging. Where continuous

CHAPITRE 5 TRAITEMENT PRÉLIMINAIRE

5.1 DISPOSITIFS DE TAMISAGE

5.1.1 Grilles à barreaux

5.1.1.1 Application

Il faut prévoir des grilles à barreaux comme première étape de traitement afin de prévenir les pertes d'efficacité, l'obstruction ou le bris mécanique de l'équipement de l'usine.

5.1.1.2 Choix des dispositifs de tamisage

Au moment de choisir un type de dispositif de tamisage, il convient de tenir compte des facteurs suivants :

- effet sur les opérations de traitement et d'élimination des boues effectuées en aval;
- risque de bris du dilacérateur par les pierres ou les grosses particules;
- perte de charge des autres dispositifs de tamisage;
- exigences d'entretien;
- exigences d'élimination des matières dégrillées et quantités de matières dégrillées;
- autonomie du dispositif.

5.1.1.3 Emplacement

5.1.1.3.1 Installation à l'extérieur

Les dispositifs de tamisage installés à l'extérieur doivent être protégés contre le gel.

5.1.1.3.2 Installation à l'intérieur

Les dispositifs de tamisage installés dans un bâtiment qui abrite d'autres équipements ou des bureaux devraient être isolés du reste du bâtiment et installés dans des locaux dotés d'entrées extérieures distinctes et d'un système de ventilation adéquat.

5.1.1.3.3 Accès

Les tamis situés dans des fosses de plus de 1,2 m de profondeur doivent être accessibles par un escalier. Pour les fosses de moins de 1,2 m de profondeur, on peut remplacer les escaliers par des échelles d'accès.

5.1.1.3.4 Ventilation

De l'air frais doit être pulsé dans les enceintes fermées de tamisage ou les fosses ouvertes de plus de 1,2 m de profondeur. On ne devrait pas installer de registres dans les conduits d'extraction ou les conduits d'air frais, ni de grilles fines ou autres sources d'obstruction afin de

ventilation is required, at least 12 complete air changes per hour shall be provided. Where continuous ventilation would cause excessive heat loss, intermittent ventilation of at least 30 complete air changes per hour shall be provided when workmen enter the area.

Switches for operation of ventilation equipment should be marked and located conveniently. All intermittently operated ventilation equipment shall be interconnected with the respective pit lighting system. The fan wheel should be fabricated from non-sparking material. Gas detectors shall be provided in accordance with Section 4.9.

5.1.1.4 Design and Installation

5.1.1.4.1 Bar Spacing

a) Manually Cleaned Screens

Clear openings between bars should be from 25 mm to 45 mm. Design and installation shall be such that they can be conveniently cleaned.

b) Mechanical Screens

Clear openings for mechanically cleaned screens may be as small as 15 mm.

Mechanical screens are recommended where the installation is not regularly supervised or where an increase in head results in plant bypass.

5.1.1.4.2 Velocities

At the design average rate of flow, the screen chamber should be designed to provide a velocity through the screen of approximately 0.3 metres per second to prevent settling, and a maximum velocity during wet weather periods no greater than 0.75 metres per second to prevent forcing material through the openings. The velocity shall be calculated from a vertical projection of the screen openings on the cross-sectional area between the invert of the channel and the flow line.

5.1.1.4.3 Invert

The screen channel invert should be 75 to 150 mm below the invert of the incoming sewers. To prevent jetting action, the length and/or construction of the screen channel shall be adequate to re-establish hydraulic flow pattern following the drop in elevation.

5.1.1.4.4 Slope

Manually cleaned screens, except those for emergency use, should be placed on a slope of 30 to 45 degrees with the horizontal.

prévenir tout colmatage. Si une ventilation continue est exigée, il faudrait assurer au moins 12 renouvellements d'air complets par heure. Si la ventilation risque d'entraîner des pertes excessives de chaleur, il faut prévoir une ventilation intermittente assurant au moins 30 renouvellements d'air complets par heure lorsque les ouvriers travaillent dans la zone.

Les interrupteurs commandant l'équipement de ventilation devraient être identifiés et situés en un endroit pratique. Tout l'équipement de ventilation à fonctionnement intermittent doit être asservi au système d'éclairage de chaque fosse. La roue de ventilateur devrait être faite d'un alliage qui ne produit pas d'étincelles. Des détecteurs de gaz doivent être prévus, conformément aux exigences de la section 4.9.

5.1.1.4 Conception et installation

5.1.1.4.1 Espacement des barreaux

a) Grilles à nettoyage manuel

L'ouverture nette entre les barreaux devrait être de 25 à 45 mm. La conception et l'installation des grilles doivent faciliter le nettoyage de ces derniers.

b) Grilles à nettoyage mécanique

L'ouverture nette entre les barreaux des grilles à nettoyage mécanique peut être de 15 mm seulement.

Les grilles à nettoyage mécanique sont recommandées lorsque les installations ne font pas l'objet d'une surveillance périodique ou qu'une augmentation de la charge hydraulique entraîne un détournement des eaux.

5.1.1.4.2 Vitesses

Au débit moyen de conception, l'enceinte de tamisage devrait être conçue pour produire une vitesse de passage d'environ 0,3 mètre par seconde afin de prévenir la décantation, et une vitesse d'au plus 0,75 mètre par seconde par temps de pluie pour empêcher que le passage des matières ne soit forcé à travers les ouvertures. Il faut calculer la vitesse à partir d'une projection verticale des ouvertures de la grille sur la section transversale à l'interface du radier du canal et de l'axe d'écoulement.

5.1.1.4.3 Radier

Le radier du canal de dégrillage devrait être situé entre 75 et 150 mm sous le radier des égouts entrants. Pour prévenir la turbulence, la longueur et la construction du canal de dégrillage doivent permettre de rétablir un écoulement hydraulique normal après la baisse d'élévation du canal.

5.1.1.4.4 Pente

Les grilles à nettoyage manuel, sauf celles qui ne sont utilisées qu'en cas d'urgence, devraient être installées suivant une pente de 30 à 45 degrés par rapport à l'horizontale.

5.1.1.4.5 Channels

The channel preceding and following the screen shall be shaped to eliminate stranding and settling of solids and should be designed to provide equal and uniform distribution of flow to the screens. Dual channels shall be provided and equipped with the necessary gates to isolate flow from any screening unit. Provisions shall also be made to facilitate dewatering each unit.

5.1.1.4.6 Flow Measurement

When flow measuring devices need to be in a screen channel, the effect of changes in backwater elevations, due to intermittent cleaning of screens, should be considered in locating of flow measurement equipment. The flow measurement devices should be selected based on reliability and accuracy.

5.1.1.5 Safety

5.1.1.5.1 Railings and Gratings

Manually cleaned screen channels shall be protected by guard railings and deck gratings, with adequate provisions for removal or opening to facilitate raking.

Mechanically cleaned screen channels shall be protected by guard railings and deck gratings. Consideration should also be given to temporary access arrangements to facilitate maintenance and repair.

5.1.1.5.2 Mechanical Devices

Mechanical screening equipment shall have adequate removal enclosures to protect personnel against accidental contact with moving parts and to prevent dripping in multi-level installations.

A positive means of locking out each mechanical device and temporary access for use during maintenance shall be provided.

5.1.1.5.3 Drainage

Floor design and drainage shall be provided to prevent slippery areas.

5.1.1.5.4 Lighting

Suitable lighting shall be provided in all work and access areas. Refer to Section 5.1.1.6.2.

5.1.1.4.5 Canaux

Le canal qui précède et celui qui suit la grille doivent avoir une forme qui prévient l'accumulation et le dépôt des matières solides et être conçus de manière à assurer une répartition égale et uniforme de l'écoulement vers les grilles. Il faut prévoir des canaux doubles dotés des vannes nécessaires pour isoler chacun des dispositifs de tamisage. Il faut également prendre des mesures pour faciliter l'assèchement de chaque dispositif.

5.1.1.4.6 Mesure du débit

Lorsque des dispositifs de mesure du débit doivent être installés dans un canal de grille, il convient de tenir compte, dans le choix de l'emplacement de ces dispositifs, des effets d'une variation de la hauteur d'écoulement due au nettoyage intermittent des grilles. Les dispositifs de mesure du débit devraient être choisis pour leur fiabilité et leur précision.

5.1.1.5 Sécurité

5.1.1.5.1 Garde-corps et grillages

Les canaux de grille à nettoyage manuel doivent être protégés par des garde-corps et des grillages pouvant être retirés ou ouverts pour faciliter le ratissage.

Les canaux de grille à nettoyage mécanique doivent être protégés par des garde-corps et des grillages. Des moyens d'accès temporaires destinés à faciliter les travaux d'entretien et de réparation devraient également être prévus.

5.1.1.5.2 Dispositifs mécaniques

Le matériel de dégrillage mécanique doit comporter des enceintes d'évacuation adéquates pour protéger le personnel d'un contact accidentel avec les pièces mobiles et prévenir le ruissellement dans les installations à plusieurs niveaux.

Il faut prévoir un moyen de verrouiller chaque dispositif mécanique et les accès temporaires pendant les travaux d'entretien.

5.1.1.5.3 Drainage

Il faut donner au plancher la pente appropriée et prévoir les dispositifs de drainage adéquats de manière à éliminer les zones glissantes.

5.1.1.5.4 Éclairage

Un bon éclairage doit être prévu dans toutes les zones de travail et d'accès. Voir la section 5.1.1.6.2.

5.1.1.6 Control Systems

5.1.1.6.1 Timing Devices

All mechanical units which are operated by timing devices should be provided with auxiliary controls which will set the cleaning mechanism in operation at preset high water elevation. If the cleaning mechanism fails to lower the high water, a warning should be signaled.

5.1.1.6.2 Electrical Systems and Components

Electrical systems and components (i.e. motors, lights, cables, conduits, switchboxes, control circuits, etc.) in enclosed or partially enclosed spaces where flammable mixtures occasionally may be present (including all space above raw or partially treated wastewater) shall comply with the Canadian Electrical Code, Part 1 and the regulations under the applicable Provincial Power Standards. All electrical components in the headworks room must be explosion proof.

5.1.1.6.3 Manual Override

Automatic controls shall be supplemented by a manual override.

5.1.1.7 Screenings Removal and Disposal

A convenient and adequate means for removing screenings shall be provided. Hoisting or lifting equipment may be necessary depending on the depth of pit and amount of screenings or equipment to be lifted.

Facilities must be provided for handling, storage, and disposal of screenings in a manner acceptable to the regulatory agency. Separate grinding of screenings and return to the sewage flow is unacceptable.

Manually cleaned screening facilities shall include an accessible platform from which the operator may rake screenings easily and safely. Suitable drainage facilities shall be provided for both the platform and storage area.

5.1.1.8 Auxiliary Screens

Where mechanically operated screening or comminuting devices are used, auxiliary manually cleaned screens shall be provided. Where two or more mechanically cleaned screens are used, the design shall provide for taking any unit out of service without sacrificing the capability to handle the peak design flow.

5.1.1.6 Systèmes de commande

5.1.1.6.1 Minuteries

Tous les appareils mécaniques qui utilisent des minuteries devraient être dotés de commandes auxiliaires qui permettront de régler l'activation du mécanisme de nettoyage à un haut niveau d'eau préétabli. Si le mécanisme de nettoyage ne fait pas baisser le niveau d'eau, un avertissement devrait être émis.

5.1.1.6.2 Installations et composants électriques

Les installations et les composants électriques (moteurs, appareils d'éclairage, câbles, conduits, boîtiers d'interrupteurs, circuits de commande, etc.) qui se trouvent dans des espaces complètement ou partiellement fermés où des mélanges inflammables peuvent être présents (y compris tous les espaces situés au-dessus des eaux usées non traitées ou partiellement traitées) doivent être conformes au Code canadien de l'électricité, Partie 1, et aux exigences applicables des normes provinciales d'électricité. Tous les composants électriques qui se trouvent dans la salle des ouvrages de prise d'eau doivent être antidéflagrants.

5.1.1.6.3 Reprise manuelle

Les commandes automatiques doivent être assorties d'une possibilité de reprise manuelle.

5.1.1.7 Enlèvement et élimination des déchets de grilles

Il faut prévoir un moyen pratique et approprié pour l'enlèvement des déchets de grilles. Du matériel de levage peut être nécessaire, selon la profondeur de la fosse et la quantité de matières dégrillées à soulever.

Il faut prévoir des installations pour assurer la manutention, le stockage et l'élimination des déchets de grilles d'une manière jugée acceptable par l'organisme de réglementation. Le broyage séparé des déchets de grilles et le rejet de ceux-ci dans les eaux usées sont inacceptables.

Les installations de tamisage à nettoyage manuel doivent comporter une plate-forme accessible à partir de laquelle l'opérateur peut racler facilement et en toute sécurité les déchets de grilles. Des dispositifs de drainage appropriés doivent être prévus pour la plate-forme et l'aire de stockage.

5.1.1.8 Grilles auxiliaires

Lorsque des grilles ou des délacérateurs mécaniques sont utilisés, il faut prévoir des grilles auxiliaires à nettoyage manuel. Lorsque deux ou plusieurs grilles à nettoyage mécanique sont utilisées, il faut s'assurer, lors de la conception, que l'usine pourra prendre en charge le débit de pointe de conception si un des dispositifs est mis hors service.

5.1.2 Fine Screens

5.1.2.1 General

Fine screens may be used in lieu of primary sedimentation providing that subsequent treatment units are designed on the basis of anticipated screen performance. Fine screens should not be considered equivalent to primary sedimentation. Where fine screens are used, additional provision for the removal of floatable oils and greases shall be considered. Selection of screen capacity should consider flow restriction due to retained solids, gummy material, frequency of cleaning and extent of cleaning.

5.1.2.2 Design

Tests should be conducted to determine BOD₅ and suspended solids removal efficiencies at the design maximum day flow and design maximum day BOD₅ loadings. Pilot testing for an extended time is preferred.

A minimum of two fine screens shall be provided, each unit being capable of independent operation. Capacity shall be provided to treat design peak instantaneous flow with one unit out of service.

Fine screens shall be preceded by a mechanically cleaned bar screen or other protective device. Comminuting devices shall not be used ahead of fine screens. Fine screens shall be protected from freezing and located to facilitate maintenance.

5.1.2.3 Electrical Fixtures and Control

Electrical fixtures and controls in screening areas where hazardous gases may accumulate shall comply with the Canadian Electrical Code and the regulations under the applicable Provincial Power Standards.

5.1.2.4 Servicing

Hosing equipment (with hot and cold water) shall be provided to facilitate cleaning. Provision shall be made for isolating or removing units from their location for servicing.

5.2 COMMINUTORS/GRINDERS

5.2.1 General

Provisions for location shall be in accordance with those for screening devices, Section 5.1.1.3.

5.1.2 Grilles fines

5.1.2.1 Généralités

On peut utiliser des grilles fines au lieu d'un décanteur primaire, à condition que les unités subséquentes de traitement soient conçues en fonction de la performance prévue des grilles. Les grilles fines ne devraient pas être considérées équivalentes à un décanteur primaire. Lorsque des grilles fines sont utilisées, il faut envisager des mesures supplémentaires pour l'élimination des huiles et des graisses flottables. Au moment de déterminer la capacité des grilles, il convient de tenir compte des restrictions de débit dues aux solides retenus, à la présence de matières gluantes et à la fréquence et à l'ampleur du nettoyage.

5.1.2.2 Conception

Il importe de mener des essais pour déterminer le rendement d'élimination de la DBO₅ et des matières en suspension au débit maximal quotidien de conception et sous les charges maximales quotidiennes de DBO₅. On privilégie les essais pilotes réalisés sur une longue période.

Au moins deux grilles fines doivent être prévues, et chacune doit pouvoir fonctionner séparément. On doit calculer la capacité des grilles de manière que le débit instantané de pointe de conception puisse être pris en charge lorsqu'une grille est hors service.

Les grilles fines doivent être précédées d'une grille à barreaux à nettoyage mécanique ou d'un autre dispositif de protection. On ne doit pas installer de délacérateurs en amont des grilles fines. Les grilles fines doivent être protégées contre le gel et situées en un endroit qui en facilite l'entretien.

5.1.2.3 Appareils et commandes électriques

Les appareils et les commandes électriques qui se trouvent dans des zones de dégrillage où des gaz dangereux risquent de s'accumuler doivent être conformes au Code canadien de l'électricité et aux exigences applicables des normes provinciales d'électricité.

5.1.2.4 Entretien

Une tuyauterie (alimentée en eau chaude et en eau froide) doit être prévue pour faciliter le nettoyage. Il faut prendre des mesures pour isoler ou retirer les appareils aux fins d'entretien.

5.2 DÉLACÉRATEURS/BROYEURS

5.2.1 Généralités

Les exigences relatives à l'emplacement de ces dispositifs sont les mêmes que celles qui s'appliquent aux dispositifs de dégrillage, indiquées à la section 5.1.1.3.

5.2.2 When Required

Comminutors or grinders shall be used in plants that do not have primary sedimentation or fine screens and should be provided in cases where mechanically cleaned bar screens will not be used.

5.2.3 Design Considerations

5.2.3.1 Location

Comminutors or grinders should be located downstream of any grit removal equipment and be protected by a coarse screening device. Consideration for a different sequence may be given to suit individual cases.

5.2.3.2 Size

Comminutor or grinder capacity shall be adequate to handle the design peak hourly flow.

5.2.3.3 Installation

A screened bypass channel shall be provided. The use of the bypass channel should be automatic at depths of flows exceeding the design capacity of the comminutor.

Each comminutor or grinder that is not preceded by grit removal equipment should be protected by a 150 mm deep gravel trap.

Gates shall be provided in accordance with Section 5.1.1.4.5.

5.2.3.4 Servicing

Provision shall be made to facilitate servicing units in place and removing units from their location for servicing.

5.2.3.5 Electrical Controls and Motors

Electrical equipment in comminutor chambers where hazardous gases may accumulate shall comply with the Canadian Electrical Code and applicable Provincial Power Standards.

Motors in areas not governed by this requirement may need protection against accidental submergence.

5.3 GRIT REMOVAL FACILITIES

5.3.1 When Required

Grit removal is required in advance of treatment units to prevent the undue wear of machinery and the unwanted accumulation of solids in channels, settling tanks and digesters.

5.2.2 Application

Des délacérateurs ou des broyeurs doivent être utilisés dans les usines qui ne comportent pas de décanteurs primaires ou de grilles fines et devraient être installés aux endroits où l'on ne prévoit pas utiliser de grilles à barreaux à nettoyage mécanique.

5.2.3 Conception

5.2.3.1 Emplacement

Les délacérateurs ou les broyeurs devraient être situés en aval de l'équipement de dessablage et être protégés par un dispositif de dégrillage grossier. On peut envisager une séquence différente, adaptée aux besoins particuliers de l'usine.

5.2.3.2 Dimensions

Les délacérateurs ou les broyeurs doivent avoir une capacité suffisante pour prendre en charge le débit horaire de pointe de conception.

5.2.3.3 Installation

Il faut prévoir un canal de dérivation grillagé. L'aménagement d'un tel canal devrait être automatique lorsque la hauteur d'écoulement dépasse la capacité de conception du délacérateur.

Chaque délacérateur ou broyeur qui n'est pas précédé d'un dispositif de dégrillage doit être protégé par une fosse à gravier de 150 mm de profondeur.

Des vannes doivent être installées, conformément aux exigences de la section 5.1.1.4.5.

5.2.3.4 Entretien

Il faut prendre des mesures pour faciliter l'entretien des dispositifs en place et l'enlèvement des dispositifs aux fins d'entretien.

5.2.3.5 Commandes et moteurs électriques

Les installations électriques qui se trouvent dans des zones de dégrillage où des gaz dangereux risquent de s'accumuler doivent être conformes au Code canadien de l'électricité et aux exigences applicables des normes provinciales d'électricité.

Les moteurs qui se trouvent dans des zones qui ne sont pas visées par cette exigence peuvent devoir être protégés contre une immersion accidentelle.

5.3 INSTALLATIONS DE DESSABLAGE

5.3.1 Application

Il faut installer un dispositif de dessablage en amont des unités de traitement pour prévenir une usure excessive des machines et une accumulation indésirable de solides dans les canaux, les décanteurs et les digesteurs.

Grit removal facilities should be provided for all sewage treatment plants and are required for plants receiving sewage from combined sewers or from sewer systems receiving substantial amounts of grit. If a plant, serving a separate sewer system, is designed without grit facilities, the design shall include provisions for future installation. Consideration shall be given to possible damaging effects on pumps, comminutors and other preceding equipment and the need for additional storage capacity in treatment units where grit is likely to accumulate.

5.3.2 Location

Grit removal facilities should be located ahead of pumps and comminuting devices. Coarse bar racks should be placed ahead of grit removal facilities.

5.3.3 Accessibility

Consideration should be given in the design of grit chambers to provide safe access to the chamber and, where mechanical equipment is involved, to all functioning parts.

5.3.4 Ventilation

Where installed indoor, uncontaminated air shall be introduced continuously at a rate of 12 air changes per hour, or intermittently at a rate of 30 air changes per hour. Odour control facilities may also be warranted.

5.3.5 Electrical

Electrical equipment in grit removal areas where hazardous gases may accumulate shall comply with the Canadian Electrical Code and the regulations under the applicable provincial Power Standards.

5.3.6 Outside Facilities

Grit removal facilities located outside shall be protected from freezing.

5.3.7 Design Factors

5.3.7.1 Inlet

Inlet turbulence shall be minimized.

5.3.7.2 Type and Number of Units

Grit removal facilities (channel type) should have at least two hand-cleaned units, or a mechanically cleaned unit with bypass. A single manually cleaned or mechanically cleaned grit chamber with bypass is acceptable for small sewage treatment plants serving separate sanitary sewer systems. Minimum facilities for larger plants serving separate sanitary sewers should be at least one mechanically cleaned unit with

Des dispositifs de dessablage devraient être prévus dans toutes les usines d'épuration et doivent être utilisés dans les usines qui reçoivent les eaux usées de réseaux d'égout unitaire ou de réseaux d'égout qui captent des quantités appréciables de sables. Si une usine qui dessert un réseau d'égout séparatif n'est pas dotée de dispositifs de dessablage au moment de la conception, il faut prévoir l'installation ultérieure de ces dispositifs. Il importe de tenir compte des dommages qui pourraient être causés aux pompes, aux délacérateurs et aux autres dispositifs situés en aval et de la nécessité de prévoir une capacité de stockage supplémentaire dans les unités de traitement où des grosses particules risquent de s'accumuler.

5.3.2 Emplacement

Les installations de dessablage devraient être situées en amont des pompes et des délacérateurs. Des grilles à barreaux devraient être installées en amont des installations de dessablage.

5.3.3 Accessibilité

Il convient de prévoir, lors de la conception des dessableurs, un accès sécuritaire à l'appareil et, lorsque de l'équipement mécanique est utilisé, à toutes les parties en marche.

5.3.4 Ventilation

Dans le cas des installations intérieures, de l'air frais doit être introduit en continu à raison de 12 renouvellements d'air par heure ou, par intermittence, à raison de 30 renouvellements d'air par heure. Des dispositifs de contrôle des odeurs peuvent aussi être justifiés.

5.3.5 Installations électriques

Les installations électriques qui se trouvent dans des zones de dégrillage où des gaz dangereux risquent de s'accumuler doivent être conformes au Code canadien de l'électricité et aux exigences applicables des normes provinciales d'électricité.

5.3.6 Installations extérieures

Les installations de dessablage situées à l'extérieur doivent être protégées contre le gel.

5.3.7 Paramètres de conception

5.3.7.1 Entrée

Il faut réduire au minimum la turbulence à l'entrée.

5.3.7.2 Type et nombre d'appareils

Les installations de dessablage (à canaux) devraient comporter au moins deux unités à nettoyage mécanique ou une unité à nettoyage manuel avec dérivation. Un seul dessableur à nettoyage manuel ou mécanique avec dérivation est acceptable dans les petites usines d'épuration desservant des réseaux d'égout sanitaire séparatif. Dans le cas des grandes usines qui desservent de tels réseaux, les installations minimales devraient être constituées d'au

a bypass. Facilities other than channel-types are desirable if provided with adequate and flexible controls for agitation and/or air supply devices and with grit collection and removal equipment.

moins un dispositif à nettoyage mécanique avec dérivation. Des installations autres que des installations dotées de canaux sont souhaitables si elles sont équipées de commandes adéquates et souples pour les dispositifs d'agitation et d'alimentation en air et de collecteurs de sables et de dispositifs de dessablage.

5.3.7.3 Grit Channels

5.3.7.3 Canaux de dessablage

5.3.7.3.1 Velocity

Channel-type chambers shall be designed to provide controlled velocities as close as possible to 0.30 metres per second for normal variation in flow.

5.3.7.3.1 Vitesse

Les canaux doivent être conçus pour produire des vitesses contrôlées, se rapprochant le plus possible de 0,30 mètre par seconde, pour une variation normale de débit.

5.3.7.3.2 Control Sections

Flow control sections shall be of the proportional or Sutro Weir type.

5.3.7.3.2 Sections de régulation du débit

Les sections de régulation du débit doivent être constituées de déversoirs proportionnels ou de déversoirs Sutro.

5.3.7.3.3 Channel Dimensions

The minimum channel width shall be 375 mm. The minimum channel length shall be that required to settle a 0.2 mm particle with a specific gravity of 2.65, plus a fifty (50) per cent allowance for inlet and outlet turbulence.

5.3.7.3.3 Dimensions des canaux

Les canaux doivent avoir une largeur d'au moins 375 mm. Ils doivent avoir la longueur minimale nécessaire à la décantation de particules de 0,2 mm présentant une densité de 2,65, plus une marge de 50 % pour la turbulence à l'entrée et à la sortie.

5.3.7.3.4 Grit Storage

With permanently positioned weirs, the weir crest should be kept 150 to 300 mm above the grit channel invert to provide for storage of settled grit (weir plates that are capable of vertical adjustment are preferred since they can be moved to prevent the sedimentation of organic solids following grit cleaning). Grit storage is also a function of the frequency of grit removal.

5.3.7.3.4 Stockage des sables

La crête des déversoirs installés à demeure devrait être maintenue à 150 à 300 mm au-dessus du radier du canal de dessablage pour permettre le stockage des sables décantés (on privilégie les déversoirs à planchette à réglage vertical parce que la planchette peut être déplacée pour prévenir la sédimentation des solides organiques après nettoyage des sables). La capacité de stockage des sables est également fonction de la fréquence de dessablage.

5.3.7.4 Detritus Tanks

Detritus tanks should be designed with sufficient surface area to remove a 0.2 mm, or smaller, particle with a specific gravity of 2.65 at the expected peak flow rate. Detritus tanks, since they are mechanically-cleaned and do not need dewatering for cleaning, do not require multiple units, unless economically justifiable.

5.3.7.4 Bassins de dessablage

Les bassins de dessablage devraient avoir une surface utile suffisante pour éliminer les particules de 0,2 mm ou moins présentant une densité de 2,65 au débit de pointe prévu. Comme les bassins de dessablage sont nettoyés par des moyens mécaniques et peuvent être nettoyés sans assèchement préalable, il n'est pas nécessaire qu'ils comportent plusieurs unités, à moins que cette mesure soit justifiée sur le plan économique.

Separation of the organics from the grit before, during, or after the removal of the settled contents of the tank can be accomplished in one of the following ways:

La séparation des matières organiques des sables avant, pendant ou après l'enlèvement des matières décantées du bassin peut être réalisée suivant l'une ou l'autre des méthodes suivantes :

- the removed detritus can be washed in a grit washer with the organic laden wash water being returned to the head of the detritus tank;

- les détritits retirés peuvent être lavés dans un laveur de sable, l'eau de lavage chargée de matières organiques étant recyclée en tête du bassin de dessablage;

- a classifying-type conveyor can be used to remove the grit and return the organics to the detritus tank;
- the removed detritus can be passed through a centrifugal-type separator.

5.3.7.5 Aerated Grit Tanks

Aerated grit tanks for the removal of 0.2 mm, or larger, particles with specific gravity of 2.65, should be designed in accordance with the following parameters and as outlined in Table 5.1:

5.3.7.5.1 Air Supply

Air supply should be via air diffusers (wide band diffusion header) positioned lengthwise along one wall of the tank, 600 to 900 mm above the tank bottom. Air supply should be variable. Higher air supply rates should be used with tanks of large cross-section (i.e. greater than 3.6 m deep).

5.3.7.5.2 Inlet Conditions

Inlet flow should be parallel to induced roll in tank. There shall be a smooth transition from inlet to circulation flow.

5.3.7.5.3 Baffling

A minimum of one transverse baffle near the outlet weir shall be provided. Additional transverse baffles in long tanks and longitudinal baffles in wide tanks should be considered.

5.3.7.5.4 Outlet Conditions

The outlet weir shall be oriented parallel to the direction of induced roll (i.e. at a right angle to the inlet).

5.3.7.5.5 Tank Dimensions

The lower limit of the above aeration rates is generally suitable for tanks up to 3.6 m deep and 4.3 m wide. Wider or deeper tanks require aeration rates in the upper end of the above range. Long, narrow aerated grit tanks are generally more efficient than short tanks and produce a cleaner grit. A length to width ratio of 2.5:1 to 5:1 is desirable. Depth to width ratios of 1:1.5 to 1:2 are acceptable.

5.3.7.5.6 Velocity

The surface velocity in the direction of roll in tanks should be 0.45 to 0.6 m/s (tank floor velocities will be approximately 75 per cent of above). The velocity across the floor of the tank shall not be less than 0.3 m/s.

- un convoyeur classeur peut être utilisé pour retirer les sables, les matières organiques étant recyclées dans le bassin de dessablage;
- les détritiques peuvent être passés dans un séparateur de type centrifuge.

5.3.7.5 Dessableurs aérés

Les dessableurs aérés conçus pour séparer les particules de 0,2 mm ou plus présentant une densité de 2,65 devraient être conçus conformément aux paramètres suivants et aux recommandations du tableau 5.1.

5.3.7.5.1 Aération

L'aération devrait être assurée par des diffuseurs d'air (rampe de diffusion grand angle) disposés longitudinalement sur une paroi du bassin, de 600 à 900 mm au-dessus du fond. L'aération devrait être variable. Des taux d'aération plus élevés devraient être utilisés dans les bassins qui présentent une aire transversale importante (plus de 3,6 m de profondeur).

5.3.7.5.2 Conditions à l'entrée

L'écoulement à l'entrée devrait être parallèle au roulis induit dans le bassin. Il doit y avoir une transition en douceur entre le débit d'entrée et le débit de circulation.

5.3.7.5.3 Déflecteurs

Il faut prévoir au moins un déflecteur transversal près du déversoir de sortie. On devrait envisager l'utilisation de déflecteurs transversaux supplémentaires dans les bassins de grande longueur et de déflecteurs longitudinaux dans les bassins de grande largeur.

5.3.7.5.4 Conditions à la sortie

Le déversoir de sortie doit être parallèle à la direction du roulis induit (soit à angle droit avec l'entrée).

5.3.7.5.5 Dimensions des bassins de dessablage

La limite inférieure des taux d'aération ci-dessus convient généralement aux bassins d'au plus 3,6 m de profondeur et de 4,3 m de largeur. Dans le cas des bassins plus larges ou plus profonds, les taux d'aération doivent se situer dans les limites supérieures de la plage ci-dessus. Les dessableurs aérés longs et étroits sont généralement plus efficaces que les dessableurs courts et produisent des sables plus propres. Un rapport longueur-largeur de 2:5:1 est souhaitable. Des rapports profondeur-largeur de 1:1,5 à 1:2 sont jugés acceptables.

5.3.7.5.6 Vitesse

La vitesse de surface dans la direction du roulis devrait être de 0,45 à 0,6 m/s (les vitesses au fond du bassin correspondront à environ 75 % des valeurs ci-dessus). La vitesse au fond ne doit pas être inférieure à 0,3 m/s.

5.3.7.5.7 Tank Geometry

"Dead spaces" in aerated grit tanks are to be avoided. Tank geometry is critical with respect to the location of the air diffusion header, sloping tank bottom, grit hopper and fitting of the grit collector mechanism into the tank structure. Consultation with Equipment Suppliers is advisable.

5.3.7.5.7 Géométrie des dessableurs

Il faut éviter les volumes morts dans les dessableurs aérés. La géométrie du bassin est critique pour ce qui est de l'emplacement de la rampe de diffusion d'air, de l'inclinaison du fond et de l'intégration du mécanisme collecteur de sable à la structure du bassin. Il est recommandé de consulter le fournisseur de l'équipement.

5.3.7.5.8 Multiple Units

Multiple units are generally not required unless economically justifiable, or where the grit removal method requires bypassing of the tank (as with clam shell bucket).

5.3.7.5.8 Appareils multiples

Il n'est généralement pas nécessaire de prévoir plusieurs appareils, à moins que ce choix ne soit justifié du point de vue économique ou que la méthode de dessablage employée nécessite un contournement du bassin (comme pour les bennes preneuses).

TABLE 5.1 TABLEAU 5.1	TYPICAL DESIGN INFORMATION FOR AERATED GRIT CHAMBERS ^a DONNÉES DE CONCEPTION TYPE DES DESSABLEURS AÉRÉS ^a	
	VALUE VALEUR	
ITEM PARAMÈTRE	Range Plage	Typical Valeur type
Detention time at peak flowrate, min Temps de séjour au débit de pointe, min	2 - 5	3
Dimensions :		
Depth Profondeur, m	2 - 5	
Length Longueur, m	7.5 - 20	
Width Largeur, m	2.5 - 7	
Width-depth ratio Rapport largeur-profondeur	1:1 - 5:1	1.5:1
Length-width ratio Rapport longueur-largeur	3:1 - 5:1	4:1
Air supply, m ³ /min · m of length Aération, m ³ /min · m de longueur	0.2 - 0.5	
Grit quantities, m ³ /10 ³ m ³ Volume de sable, m ³ /10 ³ m ³	0.004 - 0.200	0.015

a- Metcalf & Eddy Inc., "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse", 2003.

5.3.7.6 Mechanical Grit Chambers

Specific design parameters for mechanical grit chambers will be evaluated on a case-by-case basis.

5.3.7.6 Dessableurs mécaniques

Les paramètres de conception propres aux dessableurs mécaniques seront évalués au cas par cas.

5.3.7.7 Grit Washing

The need for grit washing should be determined by the method of final grit disposal.

5.3.7.7 Lavage des sables

La nécessité de laver les sables dépend de la méthode d'élimination finale de ceux-ci.

5.3.7.8 Dewatering

Provision shall be made for isolating and dewatering each unit. The design shall provide for complete draining and cleaning by means of a sloped bottom equipped with a drain sump.

5.3.7.8 Assèchement

Il faut prendre des mesures pour isoler et assécher chaque appareil. Il convient de prévoir, lors de la conception, un fond incliné et un puisard de vidange pour assurer l'évacuation complète du liquide contenu dans les dessableurs et le nettoyage de ceux-ci.

5.3.7.9 Water

An adequate supply of water under pressure shall be provided for cleanup.

5.3.7.9 Eau

Il faut prévoir une alimentation en eau sous pression adéquate pour le nettoyage.

5.3.8 Grit Removal

Grit facilities located in deep pits should be provided with mechanical equipment for pumping or hoisting grit to ground level. Such pits should have a stairway, approved-type elevator or manlift, adequate ventilation and adequate lighting.

5.3.9 Grit Handling

Grit removal facilities located in deep pits should be provided with mechanical equipment for hoisting or transporting grit to ground level. Impervious, non-slip, working surfaces with adequate drainage shall be provided for grit handling areas. Grit transporting facilities shall be provided with protection against freezing and loss of material.

5.3.10 Grit Disposal

Disposal of grit in sanitary landfills or lagoons, as well as grit incineration shall be considered acceptable disposal methods. Whatever method of disposal is employed, the full spectrum of environmental considerations must be embodied in the final design.

5.4 PRE-AERATION AND FLOCCULATION

5.4.1 General

Pre-aeration of raw wastewater, may be used to achieve one or more of the following objectives:

- a. Odour control;
- b. Grease separation and increased grit removal;
- c. Prevention of septicity;
- d. Grit separation;
- e. Flocculation of solids;
- f. Maintenance of DO in primary treatment tanks at low flows;
- g. Increased removals of BOD and SS in primary units; and
- h. Minimizes solids deposits on side walls and bottom of wetwells.

Flocculation of sewage with or without coagulating aids, is worthy of consideration when it is desired to reduce the strength of sewage prior to subsequent treatment. Also, flocculation may be beneficial in pre-treating sewage containing certain industrial wastes.

5.4.2 Arrangement

The units should be designed so that removal from service will not interfere with normal operation of the remainder of the plant.

5.3.8 Evacuation des sables

Les installations de dessablage situées dans des fosses profondes devraient être dotées d'équipements mécaniques permettant de pomper ou de remonter les sables jusqu'à la surface. On doit prévoir pour ces fosses un escalier, un élévateur ou un engin de levage d'un type approuvé, une ventilation suffisante et un bon éclairage.

5.3.9 Manutention des sables

Les installations de dessablage situées dans des fosses profondes devraient être dotées d'équipements mécaniques permettant de lever ou de transporter les sables jusqu'à la surface. Des surfaces de travail imperméables et antidérapantes bien drainées doivent être prévues dans les zones de manutention des sables. Les installations de transport des sables doivent être protégées contre le gel et les pertes de matière.

5.3.10 Élimination des sables

L'élimination des sables dans des décharges contrôlées ou des lagons ainsi que l'incinération des sables doivent être considérées comme des méthodes d'élimination acceptables. Quelle que soit la méthode d'élimination employée, la conception finale doit tenir compte de tous les facteurs environnementaux.

5.4 PRÉAÉRATION ET FLOCCULATION

5.4.1 Généralités

On peut recourir à la préaération des eaux usées brutes pour atteindre un ou plusieurs des objectifs suivants :

- a. contrôle des odeurs;
- b. séparation des graisses et dessablage poussé;
- c. prévention de la septicité;
- d. séparation des sables;
- e. floculation des solides;
- f. maintien de l'O.D. dans les bassins de décantation primaire par période de faibles débits;
- g. augmentation de l'élimination de la DBO et des matières en suspension au niveau du traitement primaire;
- h. réduction des dépôts de solides sur les parois latérales et au fond des puits mouillés.

La floculation des eaux usées, avec ou sans coagulant, doit être envisagée si on souhaite réduire la teneur en matières organique ou inorganique des eaux usées avant de passer au traitement suivant. Par ailleurs, la floculation peut être profitable dans le prétraitement des eaux usées qui contiennent certains rejets industriels.

5.4.2 Configuration

Les appareils devraient être conçus de manière que leur mise hors service ne perturbe pas le fonctionnement du reste de l'usine.

5.4.3 Pre-aeration

5.4.3.1 Air Flow Measurements

Figure 5.1 represents air flow requirements for different periods of pre-aeration.

Pre-aeration periods should be 10 to 15 minutes if odour control and prevention of septicity are the prime objectives.

5.4.4 Flocculation

5.4.4.1 Detention Period

When air or mechanical agitation is used in conjunction with chemicals to coagulate or flocculate the sewage, the detention period should be about 30 minutes at the design flow. However, if polymers are used this may be varied.

5.4.4.2 Stirring Devices

5.4.4.2.1 Paddles

Paddles should have a peripheral speed of 0.50 to 0.75 metres per second to prevent deposition of solids.

5.4.3 Préaération

5.4.3.1 Mesure du débit d'air

La figure 5.1 montre les débits d'air nécessaires pour différentes périodes de préaération.

Les périodes de préaération devraient être de 10 à 15 minutes lorsque les objectifs visés sont le contrôle des odeurs et la prévention de la septicité.

5.4.4 Floculation

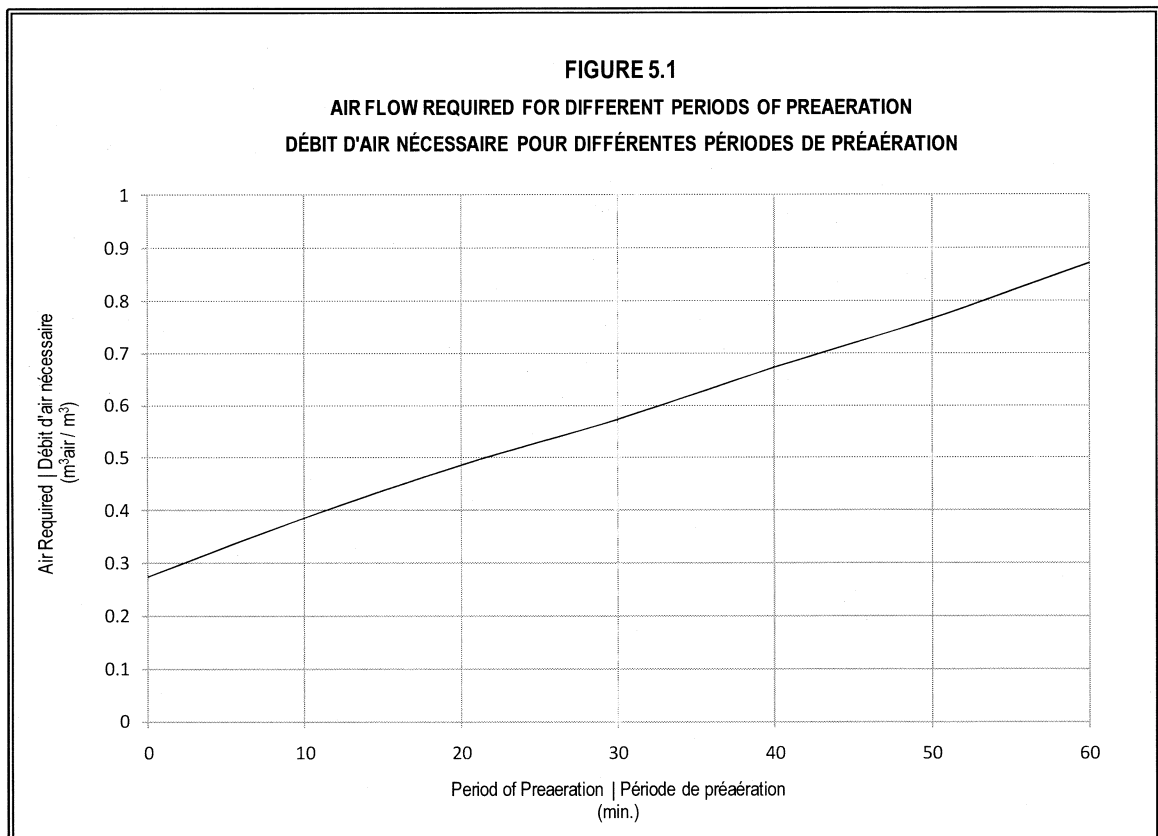
5.4.4.1 Durée de séjour

Lorsqu'on utilise de l'air ou une agitation mécanique conjointement avec les apports chimiques pour assurer la coagulation ou la floculation des eaux usées, le temps de séjour devrait être d'environ 30 minutes au débit de conception. Toutefois, si des polymères sont utilisés, le temps de séjour peut varier.

5.4.4.2 Dispositifs de brassage

5.4.4.2.1 Palettes

Les palettes devraient avoir une vitesse périphérique de 0,50 à 0,75 mètre par seconde pour prévenir le dépôt des matières solides.



5.4.4.2.2 Aerators

Any of the types of equipment used for aerating activated sludge may be utilized. It shall be possible to control agitation, to obtain good mixing and maintain self-cleaning velocities across the tank floor.

5.4.4.3 Details

Inlet and outlet devices should be designed to insure proper distribution and to prevent short-circuiting. Convenient means should be provided for removing grit.

5.4.4.4 Rapid Mix

At plants where there are two or more flocculation basins utilizing chemicals, provision shall be made for a rapid mix of the sewage with the chemical so that the sewage passing to the flocculation basins will be of uniform composition. The detention period provided in the rapid mixing chamber should be very short, one-half to three minutes.

5.5 FLOW EQUALIZATION

5.5.1 General

Flow equalization can reduce the dry-weather variations in organic and hydraulic loadings at any wastewater treatment plant. It should be provided where large diurnal variations are expected.

5.5.2 Location

Equalization basins should be located downstream of pre-treatment facilities such as bar screens, comminutors and grit chambers.

5.5.3 Type

Flow equalization can be provided by using separate basins or on-line treatment units, such as aeration tanks. Equalization basins may be designed as either in-line or side-line units. Unused treatment units, such as sedimentation or aeration tanks, may be utilized as equalization basins during the early period of design life.

5.5.4 Size

Equalization basin capacity should be sufficient to effectively reduce expected flow and load variations to the extent deemed to be economically advantageous. With a diurnal flow pattern, the volume required to achieve the desired degree of equalization can be determined from a cumulative flow plot, or mass diagram, over a representative 24-hour period. To obtain the volume required to equalize the 24-hour flow:

5.4.4.2.2 Aérateurs

On peut utiliser n'importe quel type d'appareil pour aérer les boues activées. Il doit être possible de régler l'agitation pour obtenir un bon mélange et maintenir les vitesses d'autocurage au fond du bassin.

5.4.4.3 Détails

Les dispositifs d'entrée et de sortie devraient être conçus pour assurer une répartition appropriée du débit et prévenir le court-circuitage. Des moyens pratiques pour l'enlèvement des sables devraient être prévus.

5.4.4.4 Agitateurs rapides

Dans les usines dotées de deux bassins de floculation ou plus utilisant des produits chimiques, il faut prévoir un mélange rapide des eaux usées avec les produits chimiques de manière que les eaux usées qui traversent les bassins de floculation soient de concentration uniforme. Le temps de séjour dans la chambre de mélange devrait être très court, soit de 30 secondes à 3 minutes.

5.5 ÉQUILIBRAGE DU DÉBIT

5.5.1 Généralités

L'équilibrage du débit peut réduire les variations par temps sec des charges organique et hydraulique des eaux d'une usine d'épuration. Il convient d'assurer un équilibrage du débit lorsque d'importantes variations diurnes sont prévues.

5.5.2 Emplacement

Les bassins d'équilibrage devraient être situés en aval des installations de prétraitement, comme les grilles à barreaux, les délacérateurs et les dessableurs.

5.5.3 Type

L'équilibrage du débit peut être assuré par des bassins distincts ou des unités de traitement intégrées, comme des bassins d'aération. Les bassins d'équilibrage peuvent être conçus comme des unités intégrées ou des unités auxiliaires. Les unités de traitement inutilisées, comme les bassins de décantation et les bassins d'aération, peuvent servir de bassins d'équilibrage au début de la mise en service de l'usine.

5.5.4 Dimensions

Les bassins d'équilibrage devraient avoir une capacité suffisante pour réduire efficacement les variations de débit et de charge prévues dans une mesure considérée avantageuse sur le plan économique. Compte tenu de la courbe de débit diurne, le volume nécessaire pour atteindre le degré voulu d'équilibrage peut être déterminé à partir d'une courbe de débits cumulés, pour une période représentative de 24 heures. Pour obtenir le volume nécessaire pour équilibrer le débit de 24 heures :

1. Draw a line between the points representing the accumulated volume at the beginning and end of the 24-hr period. The slope of this line represents the average rate of flow.
2. Draw parallel lines to the first line through the points on the curve farthest from the first line.
3. Draw a vertical line between the lines drawn in No. 2. The length of this line represents the minimum required volume.

5.5.5 Operation

5.5.5.1 Mixing

Where applicable, aeration or mechanical equipment shall be provided to maintain adequate mixing. Corner fillets and hopper bottoms with draw-offs should be provided to alleviate the accumulation of sludge and grit.

5.5.5.2 Aeration

Where applicable, aeration equipment shall be sufficient to maintain a minimum of 1.0 mg/l of dissolved oxygen in the mixed basin contents at all times. Air supply rates should be a minimum of 0.15 litres per second per cubic metre storage capacity. The air supply should be isolated from other treatment plant aeration requirements to facilitate process aeration control, although process air supply equipment may be utilized as a source of standby aeration.

5.5.5.3 Controls

Inlets and outlets for all basin compartments shall be suitably equipped with accessible external valves, stop plates, weirs or other devices to permit flow control and the removal of an individual unit from service. Facilities shall also be provided to measure and indicate liquid levels and flow rates.

5.5.6 Electrical

All electrical work in housed equalization basins shall comply with the Canadian Electrical Code and the regulations under applicable Provincial Power Standards.

5.5.7 Access

Suitable access shall be provided to facilitate cleaning and the maintenance of equipment.

1. Tirer une ligne entre les points correspondant au volume accumulé au début et à la fin de la période de 24 heures. La pente de cette courbe représente le débit moyen.
2. Tirer des lignes parallèles à la première ligne entre les points de la courbe les plus éloignés de la première ligne.
3. Tirer une ligne verticale entre les lignes tracées au point 2. La longueur de cette ligne représente le volume minimal nécessaire.

5.5.5 Fonctionnement

5.5.5.1 Mélange

S'il y a lieu, il faut prévoir une aération ou des dispositifs mécaniques pour assurer un mélange adéquat. Des filets d'arête et des fonds pyramidaux dotés d'orifices de vidanges devraient être installés afin de réduire l'accumulation de la boue et du sable.

5.5.5.2 Aération

S'il y a lieu, l'équipement d'aération doit être suffisant pour maintenir en tout temps une teneur en oxygène dissous d'au moins 1,0 mg/L dans les eaux mélangées du bassin. Le taux d'aération devrait être d'au moins 0,15 litre par seconde par mètre cube de capacité de stockage. L'alimentation en air devrait être isolée des autres dispositifs d'aération de l'usine pour faciliter le contrôle de l'aération du procédé, bien que l'équipement d'alimentation en air puisse être utilisé comme source d'aération de secours.

5.5.5.3 Commandes

Les entrées et les sorties de tous les compartiments du bassin doivent être dûment équipées de vannes accessibles de l'extérieur, de plaques de butée, de déversoirs ou d'autres dispositifs permettant de réguler le débit et de mettre une unité hors service. On doit aussi prévoir des installations de mesure et d'indication des niveaux de liquide et des débits.

5.5.6 Installations électriques

Toutes les installations électriques qui se trouvent dans des zones de dégrillage où des gaz dangereux risquent de s'accumuler doivent être conformes au Code canadien de l'électricité et aux exigences applicables des normes provinciales d'électricité.

5.5.7 Accès

Il faut prévoir un accès approprié pour faciliter le nettoyage et l'entretien de l'équipement.

CHAPTER 6 CLARIFICATION

6.1 SEDIMENTATION TANKS

6.1.1 General Design Requirements

The need for and the design of primary sedimentation tanks will be influenced by various factors, including the following:

- the characteristics of the raw wastewater; the type of sludge digestion systems, either available or proposed (aerobic digestion should not be used with raw primary sludges);
- the presence, or absence, of secondary treatment following primary treatment;
- the need for handling of waste activated sludge in the primary settling tank;
- the need for, or possible economic benefits through, phosphorus removal in the primary settling tank(s).

6.1.1.1 Number of Units

Multiple units capable of independent operation are desirable and shall be provided in all plants where design flows exceed 500 cubic metres per day. Plants not having multiple units shall include other provisions to assure continuity of treatment.

6.1.1.2 Arrangement of Units

Settling tanks shall be arranged in accordance with Section 4.5.10.

6.1.1.3 Interaction with Other Processes

- a. Pumping directly to any clarifier is prohibited, unless special provision is included in the design of pump controls. Attention should be focused so that pumps deliver smooth flow transmissions at all times, with a minimal energy gradient.
- b. For activated sludge plants employing high energy aeration, provisions should be made for floc to be reformed before settling.
- c. For primary clarifiers, tanks and equipment must be sized to not only accommodate raw waste solids but also those solids introduced by thickener overflows, anaerobic digester overflow and sometimes waste activated sludge.

CHAPITRE 6 CLARIFICATION

6.1 BASSINS DE DÉCANTATION

6.1.1 Exigences générales de conception

L'utilité et la conception des décanteurs primaires sont fonction de divers facteurs, notamment :

- les caractéristiques des eaux usées brutes, le type de systèmes de digestion des boues, disponibles ou proposés (la digestion aérobie ne convient pas dans le cas des boues primaires fraîches);
- la présence ou l'absence de traitement secondaire après le traitement primaire;
- la nécessité de manutentionner les boues activées en retrait dans le décanteur primaire;
- la nécessité, ou les avantages économiques potentiels, d'une déphosphoration dans le ou les décanteurs primaires.

6.1.1.1 Nombre d'unités

Il est souhaitable de prévoir plusieurs unités pouvant fonctionner indépendamment dans toutes les usines où les débits de conception dépassent 500 mètres cubes par jour. D'autres mesures doivent être prévues pour assurer la continuité du traitement dans les usines qui ne sont pas dotées de plusieurs unités.

6.1.1.2 Disposition des bassins

Les bassins de décantation doivent être disposés de la manière indiquée à la section 4.5.10.

6.1.1.3 Interaction avec les autres procédés

- a. Il est interdit de pomper directement les eaux dans un décanteur, à moins que les caractéristiques de conception des commandes de pompe ne le permettent. Il importe de veiller tout particulièrement à ce que les pompes assurent en tout temps une transmission en douceur du flux, avec un gradient d'énergie minimal.
- b. Pour les usines d'épuration par boues activées qui utilisent une aération à haute énergie, des mesures devraient être prises pour que le floc se reforme avant d'être décanté.
- c. Dans le cas des décanteurs primaires, les bassins et l'équipement doivent être dimensionnés pour prendre en charge non seulement les solides des eaux brutes mais aussi les solides introduits par les débordements des épaisseurs et des digesteurs anaérobies et parfois, les boues activées en retrait.

6.1.1.4 Flow Distribution and Control

Effective flow measurement devices and control appurtenances (i.e., valves, gates, splitter boxes, etc.) shall be provided to permit proper proportion of flow to each unit. Parallel basins should be of the same size, otherwise flow shall be distributed in proportion to surface area.

6.1.1.5 Tank Configuration and Proportions

Consideration should be given to the probable flow pattern in the selection of tank size and shape, and inlet and outlet type and location. Generally rectangular clarifiers are designed with length-to-width ratios of at least 4:1, and width to depth ratios of 1:1 and 2.25:1.

6.1.1.6 Site Constraints

The selection of feasible clarifier alternatives should include the following site considerations:

- a. Wind direction;
- b. Proximity to residents;
- c. Soil conditions;
- d. Groundwater conditions; and
- e. Available space.

6.1.1.7 Size Limitations

Rectangular clarifiers shall have a maximum length of 90 m. Circular clarifiers shall have a maximum diameter of 60 m. The minimum length of flow from inlet to outlet shall be 3 m, unless special provisions are made to prevent short circuiting. The vertical sidewater depth shall be designed to provide an adequate separation zone between the sludge blanket and the overflow weirs.

6.1.1.8 Inlet Structures

Inlet structures should be designed to dissipate the inlet velocity, to distribute the flow equally and to prevent short-circuiting. Channels should be designed to maintain a velocity of at least 0.3 metres per second at one-half design average flow. Corner pockets and dead ends should be eliminated and corner fillets or channelling used where necessary. Provisions shall be made for elimination or removal of floating materials in inlet structures.

6.1.1.9 Outlet Arrangements

6.1.1.9.1 General

Overflow weirs shall be adjustable for levelling, and sufficiently long to avoid high heads which result in updraft currents.

6.1.1.4 Répartition et régulation du débit

Il faut prévoir des dispositifs efficaces de mesure du débit et des dispositifs connexes de commande (soupapes, vannes, boîtes de répartition, etc.) pour permettre une répartition appropriée du débit entre les différentes unités. Les bassins disposés en parallèles doivent avoir les mêmes dimensions, sinon le débit doit être réparti en proportion de la superficie.

6.1.1.5 Configuration et proportions des bassins

Il convient de tenir compte de la courbe de débit probable au moment de déterminer les dimensions et la forme des bassins ainsi que le type d'entrée et de sortie et leur emplacement. Généralement, les décanteurs rectangulaires présentent un rapport longueur-largeur d'au moins 4:1 et des rapports largeur-profondeur de 1:1 et de 2,25:1.

6.1.1.6 Contraintes liées à l'emplacement

Le choix du type de décanteur devrait reposer sur certains facteurs liés à l'emplacement, notamment :

- a. la direction du vent;
- b. la proximité des résidences;
- c. les conditions du sol;
- d. les conditions de l'eau souterraine;
- e. l'espace disponible.

6.1.1.7 Limites dimensionnelles

Les décanteurs rectangulaires doivent faire au plus 90 m de longueur. Le diamètre maximal des décanteurs circulaires doit être de 60 m. La longueur minimale d'écoulement entre l'entrée et la sortie doit être de 3 m, à moins que des mesures spéciales ne soient prises pour prévenir un court-circuitage. Il faut calculer la profondeur de manière à assurer une zone de séparation adéquate entre le voile de boues et les déversoirs.

6.1.1.8 Ouvrages d'entrée

Les ouvrages d'entrée devraient être conçus pour dissiper la vitesse d'entrée, assurer une équirépartition du débit et prévenir le court-circuitage. On doit concevoir les canaux de manière à maintenir une vitesse d'au moins 0,3 mètre par seconde à 50 % du débit nominal. Il faudrait éliminer les poches d'angle et les culs-de-sac et installer des filets d'arrête et des déflecteurs au besoin. Il faut également prendre des mesures pour éliminer ou retirer les matières flottantes dans les ouvrages d'entrée.

6.1.1.9 Disposition des sorties

6.1.1.9.1 Généralités

Le niveau des déversoirs doit être réglable, et ces derniers doivent être suffisamment longs pour prévenir les fortes charges hydrauliques qui produisent des courants ascendants.

6.1.1.9.2 Location

Overflow weirs shall be located to optimize actual hydraulic detention time and minimize short circuiting. Peripheral weirs shall be placed at least 0.3 m from the wall.

6.1.1.9.3 Weir Troughs

Weir troughs shall be designed to prevent submergence at maximum design flow and to maintain a velocity of at least 0.3 metres per second at one-half design average flow.

6.1.1.10 Submerged Surfaces

The tops of troughs, beams and similar submerged construction elements shall have a minimum slope of 1.4 vertical to 1 horizontal; the underside of such elements should have a slope of 1 to 1 to prevent the accumulation of scum and solids.

6.1.1.11 Unit Dewatering

Unit dewatering features shall conform to the provisions outlined in Section 4.5.3.6. The bypass design should also provide for redistribution of the plant flow to the remaining units.

6.1.1.12 Freeboard

Walls of settling tanks shall extend at least 150 mm above the surrounding ground surface and shall provide not less than 300 mm freeboard. Additional freeboard or the use of wind screens is recommended where larger settling tanks are subject to high velocity wind currents that would cause tank surface waves and inhibit effective scum removal.

6.1.1.13 Clarifier Covers

Clarifiers may be required to be covered for winter operation. The structure should be constructed with adequate head room for easy access. The structure must include adequate lighting, ventilation and heating. Humidity and condensation shall be controlled inside the structure.

6.1.2 Types Of Settling

6.1.2.1 Type I Settling (Discrete Settling)

Type I settling is assumed to occur in gravity grit chambers handling wastewater and in basins used for preliminary settling (silt removal) of surface waters. A determination of the settling velocity of the smallest particle to be 100% removed is fundamental to the design of Type I clarifiers. Because each particle is assumed to settle

6.1.1.9.2 Emplacement

Il faut situer les déversoirs en des endroits où ils optimisent le temps de séjour réel dans le bassin et réduisent le court-circuitage. Les déversoirs périphériques doivent être situés à au moins 0,3 m de la paroi.

6.1.1.9.3 Goulottes de déversoir

Les goulottes de déversoir doivent être conçues de façon à ne pas être totalement immergées au débit maximal de conception et maintenir une vitesse d'au moins 0,3 m/sec à 50 % du débit moyen de conception.

6.1.1.10 Surfaces immergées

Le sommet des goulottes, des poutres et des éléments de construction semblables immergés doit présenter une pente d'au moins 1,4:1 (vertical-horizontal); la sous-face de ces éléments devrait présenter une pente de 1:1 pour prévenir l'accumulation de matières flottantes et de solides.

6.1.1.11 Assèchement des bassins

Les caractéristiques d'assèchement des bassins doivent être conformes aux dispositions de la section 4.5.3.6. Il convient aussi de prévoir dans la conception des dérivations, la redistribution du débit aux autres unités de l'usine.

6.1.1.12 Franc-bord

Les parois des bassins de décantation doivent se prolonger sur au moins 150 mm au-dessus du sol environnant et offrir un franc-bord d'au moins 300 mm. Il est recommandé de prévoir un franc-bord plus important ou utiliser des pare-vents lorsque les grands bassins de décantation peuvent être sujet à des bourrasques de vent qui produisent des vagues à la surface du bassin et nuisent au retrait de l'écume.

6.1.1.13 Abri pour décanteur

Il peut être nécessaire de couvrir les décanteurs pendant la saison froide. Il faudrait construire l'ouvrage en prévoyant un dégagement vertical suffisant pour en assurer l'accessibilité, prévoir un éclairage, une ventilation et un chauffage adéquats et assurer un contrôle de l'humidité et de la condensation à l'intérieur de celui-ci.

6.1.2 Types de décantation

6.1.2.1 Décantation de type I (décantation des particules grenues)

La décantation de type I est réputée se produire dans des décanteurs gravitaires qui prennent en charge les eaux usées et dans les bassins utilisés pour une décantation préliminaire (débouage) des eaux de surface. La détermination de la vitesse de décantation des plus petites particules devant être entièrement éliminées est une étape fondamentale de la conception des décanteurs de type I.

independently and with a constant velocity, a mathematical development is possible, based on Newton's Law and Stoke's Law.

6.1.2.2 Type II Settling (Flocculent Settling)

Type II settling occurs when particles initially settle independently but flocculate as they proceed to the bottom of the tank. As a result of flocculation, the settling velocities of the aggregates formed change with time, and a strict mathematical solution is not possible. Laboratory testing is required to determine appropriate values for design parameters. Type II settling can occur during clarification following fixed-film processes, primary clarification of wastewater, and clarification of potable water treated with coagulants.

Type II settling can also occur above the sludge blanket in clarifiers following activated sludge treatment; however design procedures based on Type III settling are normally used to design these units.

6.1.2.3 Type III Settling (Hindered or Zone Settling)

Type III settling occurs in clarifiers following activated sludge processes and gravity thickeners. While Type II processes may occur to a limited extent in such units, it is Type III that governs design. In suspensions undergoing hindered settling, the solids concentration is usually much higher than in discrete or flocculent processes. As a result, the contacting particles tend to settle as a zone or blanket, and maintain the same position relative to each other.

6.1.2.4 Type IV Settling (Compression Settling)¹

In Type IV settling, particles have reached such a concentration that a structure is formed and further settling, can only occur by compression. This type of settling typically occurs in the lower layers of a deep sludge mass such as near the bottom of secondary clarifiers and sludge thickeners.

6.1.3 Design Criteria²

Table 6.1 and 6.2 display typical design information for primary sedimentation tanks. Table 6.3 displays typical design information for secondary clarifiers for the activated-sludge process. Table 6.4 displays the ranges of overflow rates and BOD and TSS removals from high-rate clarification processes treating wet-weather flows.

Étant donné que chaque particule est réputée se déposer indépendamment et à vitesse constante, il est possible de faire un développement mathématique à partir de la loi de Newton et de la loi de Stokes.

6.1.2.2 Décantation de type II (décantation diffuse)

La décantation de type II se produit lorsque les particules qui ont commencé par se déposer indépendamment, s'agglutinent à mesure qu'elles se déplacent vers le fond du bassin. Par suite de la floculation, les vitesses de décantation des agrégats ainsi formés varient en fonction du temps, et une représentation strictement mathématique n'est pas possible. Il faut réaliser des analyses en laboratoire pour déterminer les valeurs appropriées des paramètres de conception. Une décantation de type II peut survenir pendant la décantation après les procédés de traitement à membranes fixes, la décantation primaire des eaux usées et la clarification de l'eau potable traitée au moyen de coagulants.

Une décantation de type II peut aussi se produire au-dessus du voile de boues dans les décanteurs après traitement par boues actives; cependant, on utilise ordinairement les méthodes de conception fondées sur la décantation de type III pour concevoir ces décanteurs.

6.1.2.3 Décantation de type III (décantation en piston ou freinée)

Une décantation de type III se produit dans les décanteurs après un traitement par boues activées et épaississement des boues par gravité. Bien que des processus de type II puissent survenir dans une certaine mesure dans ces bassins, ce sont les processus de type III qui régissent la conception. Dans les suspensions qui subissent une décantation en piston, la concentration en solides est ordinairement beaucoup plus élevée que dans les processus de décantation des particules grenues ou de décantation diffuse. Les particules en contact tendent donc à se déposer sous forme de voile et à conserver leur position relative.

6.1.2.4 Décantation de type IV (décantation en compression)¹

Dans la décantation de type IV, les particules ont atteint une telle concentration qu'une structure est formée et que la décantation ne peut se poursuivre qu'en compression. Ce type de décantation se produit généralement dans les couches inférieures d'une masse épaisse de boues, notamment près du fond des décanteurs secondaires et des épaississeurs de boues.

6.1.3 Critères de conception²

Les tableaux 6.1 et 6.2 présentent les données de conception types pour les bassins de décantation primaire. Le tableau 6.3 présente les données de conception types pour les décanteurs secondaires utilisés pour le traitement par boues activées. Le tableau 6.4 indique les plages de vitesses de déversement et les taux d'élimination de la DBO et des matières en suspension totales pour les processus de décantation à haute charge utilisés dans le traitement des débits de temps de pluie.

TABLE 6.1 TABLEAU 6.1		TYPICAL DESIGN INFORMATION FOR PRIMARY SEDIMENTATION TANKS DONNÉES DE CONCEPTION TYPES POUR LES DÉCANTEURS PRIMAIRES			
ITEM PARAMÈTRE		UNIT	UNITÉ	RANGE PLAGE	TYPICAL TYPE
Primary sedimentation tanks followed by secondary treatment Décantation primaire suivie d'un traitement secondaire					
Detention time Temps de séjour		h	heures	1.5 – 2.5	2.0
Overflow rate Vitesse de déversement					
-Average flow Débit moyen		m ³ /m ² ·d	m ³ /m ² ·j	30 – 50	40
-Peak hourly flow Débit horaire de pointe		m ³ /m ² ·d	m ³ /m ² ·j	80 – 120	100
Weir loading Charge des déversoirs		m ³ /m·d	m ³ /m ² ·j	125 – 500	250
Primary settling with waste activated-sludge return Décantation primaire avec retour des boues activées en retrait					
Detention time Temps de séjour		h	heures	1.5 – 2.5	2.0
Overflow rate Vitesse de déversement					
-Average flow Débit moyen		m ³ /m ² ·d	m ³ /m ² ·j	24 – 32	28
-Peak hourly flow Débit horaire de pointe		m ³ /m ² ·d	m ³ /m ² ·j	48 – 70	60
Weir loading Charge des déversoirs		m ³ /m·d	m ³ /m·j	125 – 500	250

TABLE 6.2 TABLEAU 6.2		TYPICAL DIMENSION DATA FOR RECTANGULAR AND CIRCULAR SEDIMENTATION TANKS USED FOR PRIMARY TREATMENT OF WASTEWATER DONNÉES DIMENSIONNELLES TYPES POUR LES DÉCANTEURS RECTANGULAIRES ET CIRCULAIRES UTILISÉS POUR LE TRAITEMENT PRIMAIRE DES EAUX USÉES			
ITEM PARAMÈTRE		UNIT	UNITÉ	RANGE PLAGE	TYPICAL TYPE
Rectangular Rectangulaire					
Depth Profondeur		m	m	3 – 4.9	4.3
Length Longueur		m	m	15 – 90	24 – 40
Width ^a Largeur ^a		m	m	3 – 24	4.9 – 9.8
Flight Speed Vitesse des pales de raclage		m/min	m/min	0.6 – 1.2	0.9
Circular Circulaire					
Depth Profondeur		m	m	3 – 4.9	4.3
Diameter Diamètre		m	m	3 – 60	12 – 45
Bottom Slope Pente du fond		mm/mm	mm/mm	1/16 – 1/6	1/12
Flight Speed Vitesse des pales de raclage		r/min	tr/min	0.02 – 0.05	0.03

a – If width of rectangular mechanically cleaned tanks are greater than 6 m, multiple bays with individual cleaning equipment may be used, thus permitting tank widths up to 24 m or more.

a – Si la largeur d'un décanteur rectangulaire à nettoyage mécanique est supérieure à 6 m, on peut utiliser plusieurs bassins dotés de dispositifs de nettoyage individuels, ce qui permet d'obtenir des largeurs de 24 m ou plus.

TABLE 6.3 TABLEAU 6.3		TYPICAL DESIGN INFORMATION FOR SECONDARY CLARIFIERS FOR THE ACTIVATED-SLUDGE PROCESS DONNÉES DE CONCEPTION TYPES POUR LES CLARIFICATEURS SECONDAIRES UTILISÉS POUR LE TRAITEMENT PAR BOUES ACTIVÉES				
TYPE OF TREATMENT TYPE DETRAITEMENT		OVERFLOW RATE m ³ /m ² ·d TAUX DE DÉVERSEMENT m ³ /m ² ·j		SOLIDS LOADING CHARGE EN SOLIDES kg/m ² ·h		DEPTH PROFONDEUR m
		Average Moyenne	Peak De pointe	Average Moyenne	Peak De pointe	
Settling following air-activated sludge (excluding extended aeration) Décantation après aération des boues activées (excluant le procédé d'aération prolongée)		16 – 28	40 – 64	4 – 6	8	3.5 - 6
Selectors, biological nutrient removal Sélecteurs, élimination biologique des nutriments		16 – 28	40 – 64	5 – 8	9	3.5 – 6
Settling following oxygen-activated sludge Décantation après oxygénation des boues activées		16 – 28	40 – 64	5 – 7	9	3.5 – 6
Settling following extended aeration Décantation après aération prolongée		8 – 16	24 - 32	1.0 - 5	7	3.5 – 6
Settling for phosphorus removal; effluent concentration, mg/ℓ Décantation pour déphosphoration; Concentration des effluents, mg/ℓ Total P = 2 Total P = 1 ^a Total P = 0.2 to 0.5 ^b		24 – 32 16 – 24 12 – 20				3.5 – 6

a – Occasional chemical addition | Apport chimique occasionnel nécessaire

b – Continuous chemical addition required for effluent polishing | Apport chimique continu nécessaire pour le polissage des effluents

Notes:

1. Peak is a 2-h sustained peak.
2. Weir loading rates are used commonly in the design of clarifiers, although they are less critical in clarifier design than hydraulic overflow rates. Weir loading rates used in large tanks should preferably not exceed 375 m³/lin m-d of weir at maximum flow when located away from the upturn zone of the density current, or 250 m³/lin m-d when located within the upturn zone. In small tanks, the weir loading rate should not exceed 125 m³/lin m-d at average flow or 250 m³/lin m-d at maximum low. The upflow velocity in the immediate vicinity of the weir should be limited to about 3.5 to 7 m/h.

Notes:

1. Les valeurs de pointe correspondent à une pointe soutenue de 2 heures.
2. Les taux de charge des déversoirs sont communément utilisés dans la conception des décanteurs, bien que ces valeurs soient moins importantes que les taux de déversement hydrauliques. Les taux de charge des déversoirs utilisés dans les grands bassins devraient de préférence ne pas dépasser 375 m³ par mètre linéaire de déversoir par jour au débit maximal lorsque le déversoir est éloigné de la zone de remontée du courant de densité, ou 250 m³/m-j lorsque le déversoir se trouve à l'intérieur de la zone de remontée. Dans les petits bassins, le taux de charge des déversoirs ne devrait pas dépasser 125 m³/m-j au débit moyen ou 250 m³/m-j au débit maximal. La vitesse du courant ascendant aux abords immédiats du déversoir devrait être limitée à environ 3,5 à 7 m/h.

6.1.4 Sludge And Scum Removal

6.1.4.1 Scum Removal

Effective scum collection and removal facilities, including baffling, shall be provided for all settling tanks. Scum baffles are to be placed ahead of the outlet weirs and extend 300 mm below the water surface. The unusual characteristics of scum which may adversely affect pumping, piping, sludge handling and disposal, should be recognized in design. Provisions may be made for the discharge of scum with the sludge; however, other special provisions for disposal may be necessary.

6.1.4.2 Sludge Removal

6.1.4.2.1 Sludge Removal

Sludge collection and withdrawal facilities shall be designed to assure rapid removal of the sludge and minimization of density currents. Suction withdrawal should be provided for activated sludge plants designed for reduction of the nitrogenous oxygen demand and is encouraged for those plants designed for carbonaceous oxygen demand reduction. Each settling tank shall have its own sludge withdrawal lines to insure adequate control of the sludge wasting rate for each tank.

6.1.4.2.2 Sludge Collection

Sludge collection mechanisms shall remain in operation during sludge withdrawal. Mechanism speeds shall be such as to avoid undue agitation while still producing desired collection results.

6.1.4.2.3 Sludge Hopper

The minimum slope of the side walls shall be 1.7 vertical to 1 horizontal. Hopper wall surfaces should be made smooth with rounded corners to aid in sludge removal. Hopper bottoms shall have a maximum dimension of 0.6 metres. Extra depth sludge hoppers for sludge thickening are not acceptable. The hoppers are to be accessible for sounding and cleaning.

6.1.4.2.4 Cross-Collectors

Cross-collectors serving one or more settling tanks may be useful in place of multiple sludge hoppers.

6.1.4.2.5 Sludge Removal Piping

Each hopper shall have an individually valved sludge withdrawal line at least 150 mm in diameter. The static head available for withdrawal of sludge shall be 750 mm or greater, as necessary

6.1.4 Évacuation des boues et des écumes

6.1.4.1 Évacuation de l'écume

Il faut prévoir des installations efficaces de raclage et d'évacuation de l'écume, y compris des pare-écume, pour tous les décanteurs. Les pare-écume doivent être situés en amont des déversoirs de sortie et se prolonger sur 300 mm sous la surface de l'eau. Les caractéristiques inhabituelles de l'écume pouvant avoir un effet nuisible sur les pompes, les canalisations, les dispositifs de manutention et d'évacuation des boues, devraient être prises en compte dans la conception. On peut prendre des mesures pour évacuer l'écume avec les boues, toutefois il peut être nécessaire de prendre d'autres mesures spéciales pour leur élimination.

6.1.4.2 Évacuation des boues

6.1.4.2.1 Évacuation des boues

Les installations de reprise et d'évacuation des boues doivent être conçues pour assurer une évacuation rapide des boues et réduire les courants de densité. Il faudrait prévoir une évacuation par aspiration dans les procédés par boues activées conçus pour réduire la demande en oxygène azoté, et ce procédé est également recommandé pour les procédés destinés à réduire la demande en oxygène carbonées. Chaque décanteur doit être doté de canalisations distinctes d'évacuation des boues de manière à assurer un contrôle adéquat du taux d'évacuation des boues de chaque bassin.

6.1.4.2.2 Reprise des boues

Les mécanismes de reprise des boues doivent demeurer fonctionnels pendant l'extraction des boues. Les vitesses des mécanismes doivent être suffisamment faibles pour ne pas produire une agitation excessive et suffisamment rapides pour assurer une reprise efficace.

6.1.4.2.3 Concentrateur

La pente minimale des parois latérales doit être de 1,7:1 (vertical-horizontal). Les surfaces des parois des concentrateurs doivent être lisses et présenter des angles arrondis pour faciliter l'évacuation des boues. Le fond des concentrateurs doit faire au plus 0,6 mètre. L'utilisation de concentrateurs plus profonds conçus pour l'épaississement des boues n'est pas acceptable. Les concentrateurs doivent être accessibles aux fins de sondage et de nettoyage.

6.1.4.2.4 Collecteurs transversaux

On peut utiliser des collecteurs transversaux qui desservent un ou plusieurs décanteurs au lieu de plusieurs concentrateurs.

6.1.4.2.5 Canalisations d'évacuation des boues

Chaque concentrateur doit être doté d'une canalisation distincte d'évacuation des boues d'au moins 150 mm de diamètre dotée de la robinetterie appropriée. La hauteur statique disponible pour l'évacuation des boues doit

to maintain a 1.0 metre per second velocity in the withdrawal line. Clearance between the end of the withdrawal line and the hopper walls shall be sufficient to prevent 'bridging' of the sludge. Adequate provisions shall be made for rodding or back-flushing individual pipe runs. Piping shall also be provided to return waste sludge to primary clarifiers.

6.1.4.2.6 Sludge Removal Control

Sludge wells equipped with telescoping valves or other appropriate equipment shall be provided for viewing, sampling and controlling the rate of sludge withdrawal from each tank hopper. The use of easily maintained sight glass and sampling valves may be appropriate. A means of measuring the sludge removal rate from each hopper shall be provided. Air lift type of sludge removal will not be approved for removal of primary sludges. Sludge pump motor control systems shall include time clocks and valve activators for regulating the duration and sequencing of sludge removal.

6.2 ENHANCED PRIMARY CLARIFICATION

6.2.1 Chemical Enhancement

Chemical coagulation of raw wastewater before sedimentation promotes flocculation of finely divided solids into more readily settleable flocs, thereby increasing SS, BOD, and phosphorus removal efficiencies. Sedimentation with coagulation may remove 60 to 90% of the total suspended solids (TSS), 40 to 70% of the BOD, 30 to 60% of the chemical oxygen demand (COD), 70 to 90% of the phosphorus, and 80 to 90% of the bacteria loadings. In comparison, sedimentation without coagulation may remove only 40 to 70% of the TSS, 25 to 40% of the BOD, 5 to 10% of the phosphorus loadings, and 50 to 60% of the bacteria loading. Chapter 9 of this manual contains additional information on the selection and application of chemicals for phosphorus removal.

Advantages of coagulation include greater removal efficiencies, the ability to use higher overflow rates, and more consistent performance. Disadvantages of coagulation include an increased mass of primary sludge, production of solids that are often more difficult to thicken and dewater, and an increase in operational cost and operator attention. The designer of chemical coagulation facilities should consider the effect of enhanced primary sedimentation on downstream solids-processing facilities.

être de 750 mm ou plus, soit la hauteur nécessaire pour maintenir une vitesse de 1,0 mètre par seconde dans la canalisation d'évacuation. Le dégagement entre l'extrémité de la canalisation d'évacuation et les parois du concentrateur doit être suffisant pour prévenir le « pontage » des boues. Il faut prendre des mesures appropriées pour curer ou rincer par circulation inversée chaque tronçon de canalisation. Les canalisations doivent également pouvoir réacheminer les boues vers les décanteurs primaires.

6.1.4.2.6 Commandes d'évacuation des boues

Il faut prévoir des puits à boues dotés de vannes télescopiques ou d'autres dispositifs appropriés permettant de voir, d'échantillonner et de contrôler le taux d'évacuation des boues de chaque concentrateur. L'utilisation de regards vitrés et de vannes d'échantillonnage faciles d'entretien peut être appropriée. Il faut prévoir un moyen de mesurer le taux d'évacuation des boues de chaque concentrateur. L'évacuation des boues par entraînement d'air ne sera pas approuvée pour les boues primaires. Les systèmes de commande de moteur des pompes à boues doivent comprendre des minuteries et des actionneurs de vannes pour la régulation de la durée et du séquençement de l'évacuation.

6.2 DECANTATION PRIMAIRE AVANCÉE

6.2.1 Méthode chimique

La coagulation chimique des eaux usées brutes avant décantation favorise la floculation des solides finement divisés en flocs plus facilement décantables, ce qui améliore le rendement d'élimination des particules en suspension, de la DBO et du phosphore. La décantation avec coagulation peut permettre d'éliminer de 60 à 90 % des matières solides totales en suspension, de 40 à 70 % de la DBO, de 30 à 60 % de la demande chimique en oxygène (DCO), de 70 à 90 % du phosphore et de 80 à 90 % des charges bactériennes. En comparaison, la sédimentation sans coagulation permet d'éliminer seulement 40 à 70 % des matières solides totales en suspension, 25 à 40 % de la DBO, 5 à 10 % des charges de phosphore et 50 à 60 % des charges bactériennes. Le chapitre 9 du présent manuel contient des renseignements supplémentaires sur le choix et les applications des produits chimiques employés pour l'élimination du phosphore.

La coagulation a notamment pour avantage d'améliorer le rendement d'élimination, de permettre l'utilisation de vitesses plus élevées de déversement et d'obtenir une performance plus uniforme. Elle a pour inconvénient d'augmenter la masse de boues primaires, de produire des solides qui sont souvent plus difficiles à épaissir et à déshydrater, à accroître les coûts d'exploitation et à exiger une plus grande attention de l'opérateur. La conception des installations de coagulation chimique devrait tenir compte de l'effet d'une décantation primaire avancée sur les installations de traitement des solides qui se trouvent en aval.

6.2.1.1 Chemical Coagulants¹

Chemical coagulants such as ferric chloride and alum (typically < 60 mg/l) provide cations that destabilize colloidal particles in wastewater while flocculent aids such as polymer (typically < 2 mg/l), recycled sludge, and microsand function to accelerate the growth of floc, enlarge the floc, improve floc, shape, strengthen floc structure, and increase particle specific gravity. The use of chemicals allows a higher peak overflow rate during peak events while maintaining or increasing primary clarifier performance, thus minimizing the clarifier surface area that must be provided for peak flows.

Chemically enhanced primary treatment has evolved over time. Early applications typically consisted of simply adding ferric, alum, or lime to a conventionally designed primary settling tank. Only a few plants use lime as a coagulant for primary treatment since lime addition produces more primary sludge because of the chemical solids than do metals salts and lime is more difficult to store, handle, and feed. Coagulant selection for enhanced sedimentation should be based on performance, reliability, and cost. Performance evaluation should use jar tests of the actual wastewater to determine dosages and effectiveness. Operating experience, cost, and other relevant information drawn from other plants should be considered during selection. Current practice uses smaller metal salt doses (20 to 40 mg/l) in combination with polymer addition (< 1mg/l) and includes the use of rapid mix and flocculation before the settling tank. Use of iron salts can decrease the efficiency of downstream disinfection with UV light.

6.2.1.2 Rapid Mix

During rapid mix, the first step of the coagulation process, chemical coagulants are mixed with the raw wastewater. The coagulants destabilize the colloidal particles by reducing the forces (zeta potential), keeping the particles apart, which allows their agglomeration. The destabilization process occurs within seconds of coagulant addition. At the point of chemical addition, intense mixing will ensure uniform dispersion of the coagulant throughout the raw wastewater. The intensity and duration of mixing must be controlled, however, to avoid overmixing or undermixing. Overmixing may reduce the removal efficiency by breaking up existing wastewater solids and newly formed floc. Undermixing inadequately disperses the chemical, increases chemical use, and reduces the removal efficiency.

The velocity gradient, G , is a measure of mixing intensity. Velocity gradients of 300s^{-1} are typically sufficient for rapid mix, but some designers have

6.2.1.1 Coagulants chimiques¹

Les coagulants chimiques, comme le chlorure ferrique et l'alun (généralement < 60 mg/l) fournissent des cations qui déstabilisent les particules colloïdales présentes dans les eaux usées tandis que les aides-coagulants, comme les polymères (généralement < 2 mg/l), les boues recyclées et le micro sable accélèrent la croissance et le grossissement du floc, améliorent la forme, renforcent la structure et augmentent la densité des particules. L'apport de réactifs chimiques permet d'utiliser des vitesses de déversement de pointe plus élevées pendant les épisodes de pointe tout en maintenant et en améliorant la performance du décanteur primaire et de réduire ainsi la surface utile nécessaire au traitement des débits de pointe.

Le traitement primaire amélioré par des moyens chimiques a évolué avec le temps. Au début, on ajoutait simplement du chlorure ferrique, de l'alun ou de la chaux à un bassin de décantation primaire de conception classique. Seules quelques usines utilisent de la chaux comme coagulant dans le traitement primaire parce que la chaux augmente le volume de boues primaires du fait qu'elles présentent une teneur en solides plus élevée que les sels métalliques, et qu'elle est plus difficile à entreposer, à manipuler et à doser. Le choix des coagulants utilisés pour une décantation avancée devrait être fondé sur la performance, la fiabilité et les coûts. Pour évaluer la performance, on devrait procéder à des essais de floculation sur les eaux usées réelles afin de déterminer les dosages et l'efficacité. Au moment de faire ce choix, il convient de se renseigner sur l'expérience pratique d'autres usines, des coûts encourus et obtenir d'autres renseignements pertinents. Présentement, on utilise de plus faibles doses de sels métalliques (de 20 à 40 mg/l) combinées à des polymères (< 1 mg/l) avec mélange rapide et une floculation avant la décantation. L'utilisation de sels de fer peut réduire l'efficacité de la désinfection réalisée par rayonnement UV.

6.2.1.2 Mélange rapide

Au cours du mélange rapide, soit la première étape du processus de coagulation, des coagulants chimiques sont mélangés aux eaux usées brutes. Les coagulants déstabilisent les particules colloïdales en réduisant les forces (potentiel Zéta) qui maintiennent la séparation des particules, ce qui permet l'agglomération. Le processus de stabilisation se produit dans les secondes qui suivent l'ajout de coagulants. Au stade de l'ajout de réactifs chimiques, un brassage intense assurera une dispersion uniforme des coagulants dans les eaux usées brutes. Il faut contrôler l'intensité et la durée du mélange pour prévenir un mélange excessif ou insuffisant. Un mélange excessif peut réduire le rendement d'élimination en brisant les solides présents dans les eaux usées et les floes nouvellement formés. Un mélange insuffisant produit une dispersion inefficace des produits chimiques, augmente le dosage et réduit le rendement d'élimination.

Le gradient de vitesse, G , est une mesure de l'intensité du mélange. Des gradients de vitesse de 300s^{-1} sont généralement suffisants pour un mélange rapide, mais des

recommended velocity gradients as high as $1,000\text{s}^{-1}$. Mechanical mixers, in-line blenders, pumps, baffled compartments, baffled pipes, or air mixers can accomplish rapid mix. The mixing intensity of mechanical mixers and in-line blenders is independent of flow rate, but these mixers cost considerably more than other types and might become clogged or entangled with debris. Air mixing eliminates the problem of debris and can offer advantages for primary sedimentation, especially if aerated channels or grit chambers already exist. Pumps, Parshall flumes, flow distribution structures, baffled compartments, or baffled pipes, methods often used for upgrading existing facilities, offer a lower-cost but less-efficient alternative to separate mixers for new construction. Methods listed above are less efficient than separate mixers because, unlike separate mixing, the mix intensity depends on the flow rate.

6.2.1.3 Flocculation

During the flocculation step of the coagulation process, destabilized particles grow and agglomerate to form large, settleable flocs. Through gentle prolonged mixing, chemical bridging and/or physical enmeshment of particles occurs. Flocculation is slower and more dependent on time and agitation than is the rapid-mix step. Typical detention times for flocculation range between 20 and 30 minutes. Aerated and mechanical grit chambers, flow distribution structures, and influent wells are areas that promote flocculation upstream of primary sedimentation. Advantages and disadvantages of different configurations resemble those for rapid-mix facilities.

Like rapid mix, the velocity gradient, G , achieved with each configuration should be checked. Velocity gradients should be maintained from 50 to 80s^{-1} . Polymers are sometimes added during the flocculation step to promote floc formation. Polymers should enter as dilute solution to ensure thorough dispersion of polymers throughout the wastewater. Polymers may provide a good floc with only turbulence and detention in the sedimentation tank inlet distribution.

6.2.1.4 Coagulant Addition

Supplementing conventional primary sedimentation with chemical coagulation requires minimal additional construction. The optimal point for coagulant addition is as far upstream as possible from primary sedimentation tanks. The optimum feed point for coagulant addition often varies from plant to plant. If possible, several different feed points should be considered for additional flexibility. Dispersing the coagulant throughout the

concepteurs recommandent des gradients de vitesse pouvant atteindre 1000s^{-1} . Les agitateurs mécaniques, les mélangeurs en ligne, les pompes, les compartiments à chicanes, les conduites à chicanes et les mélangeurs à air permettent tous d'obtenir un mélange rapide. L'intensité de mélange des agitateurs mécaniques et des mélangeurs en ligne n'est pas fonction du débit, mais ces appareils sont plus dispendieux et risquent d'être colmatés ou embourbés par les débris. Les mélangeurs à air ne risquent pas d'être entravés par les débris et peuvent offrir des avantages pour la décantation primaire, en particulier si l'usine est déjà dotée de dessableurs aérés ou mécaniques. Les pompes, les canaux Parshall, les ouvrages de répartition du débit, les compartiments à chicanes ou les canalisations à chicanes, qu'on emploie souvent pour mettre à niveau les installations existantes, sont économiques mais constituent une solution de remplacement moins efficace que les mélangeurs autonomes pour les nouvelles usines. Les méthodes mentionnées ci-dessus ne donnent pas un aussi bon rendement que les mélangeurs autonomes parce que l'intensité de mélange est fonction du débit.

6.2.1.3 Flocculation

À l'étape de la floculation du processus de coagulation, les particules destabilisées grossissent et s'agglomèrent pour former de gros flocs décantables. Grâce à un mélange prolongé en douceur, des ponts se forment et les particules s'enchevêtrent. La floculation est plus lente et plus subordonnée au temps et à l'agitation que le mélange rapide. Les temps de séjour types pour la floculation varient de 20 à 30 minutes. Les dessableurs aérés et les dessableurs mécaniques, les ouvrages de répartition du débit et les puits d'influent sont des zones qui favorisent la floculation en amont des installations de décantation primaire. Les avantages et les inconvénients des différentes configurations sont comparables à ceux des installations de mélange rapide.

Comme pour le mélange rapide, il convient de vérifier le gradient de vitesse, G , obtenu dans le cas de chaque configuration. Les gradients de vitesses devraient se maintenir entre 50 et 80s^{-1} . On ajoute parfois des polymères à l'étape de la floculation pour favoriser la formation de flocs. Les polymères devraient être ajoutés sous forme de solution diluée pour assurer une dispersion complète du produit dans les eaux usées. Les polymères peuvent produire un bon floc sous le seul effet de la turbulence et de la rétention à l'entrée de l'ouverture de distribution du réservoir de sédimentation.

6.2.1.4 Ajout de coagulants

L'ajout de coagulants chimiques à un décanteur primaire classique ne nécessite qu'un minimum d'installations supplémentaires. Le meilleur point d'ajout des coagulants sera le plus éloigné possible en amont des décanteurs primaires. Le point optimal d'ajout varie souvent d'une usine à une autre. Dans la mesure du possible, on devrait prévoir plusieurs points d'ajout pour plus de souplesse. Il est essentiel de bien disperser le coagulant dans les eaux usées pour réduire les doses de coagulant et prévenir la

wastewater is essential to minimize coagulant dosage and concrete and metal corrosion associated with coagulant addition. Flow-metering devices should be installed on chemical feed lines for dosage control.

6.2.2 Plate and Tube Settlers

Plate and tube settlers are utilized to increase the effective settling area within the clarifier or settling basin. They can be used with or without chemical enhancement but typically are utilized in advanced primary applications. These types of settlers operate on the principle that by increasing the area where particles can settle within the settling unit through the use of inclined tubes or plates will result in reduced footprint units accomplishing equivalent overflow rates to conventional settling basins with a much greater water surface area.

6.2.2.1 Calculation of Settling Area

The settling area within a plate clarifier is equal to the horizontally projected area of the vertically inclined plates. Therefore a settling basin equipped with (n) plates of overall surface area (A) inclined at an angle (θ) from the horizontal will have an equivalent settling area which can be calculated utilizing the equation:

$$\text{Total Settling Area} = nA(\cos\theta)$$

Overflow rates can then be calculated utilizing the total settling area rather than the water surface area of the unit. Similar principles can be utilized for the calculation of total surface area and surface overflow rates for tube settlers.

6.2.2.2 Configuration

Typical settling plates are 0.2 m – 0.6 m wide and 3 m long with 50 mm spacing between multiple plates. Plate settlers are designed to operate in the laminar flow regime. Plate spacing must be large enough to prevent scouring of settled solids by the upward flowing liquid, to transport solids in a downward direction to the sludge hoppers, and to avoid plugging between the plates. In some instances plate vibrators or mechanical scrapers can be utilized to prevent plugging. Flash mixers and flocculation chambers may be required ahead of the plate clarifier (as with all clarifiers) to mix in chemicals to promote floc growth and enhance the clarification process. Care must be taken to transport flocculated feed to the settling unit at less than 0.3 m/s to prevent floc breakup.

corrosion du béton et du métal causée par l'ajout du produit. Des débitmètres devraient être montés sur les canalisations d'alimentation en produits chimiques aux fins de réglage du dosage.

6.2.2 Décanteurs à plaques ou à tubes

Les décanteurs lamellaires, à plaques ou à tubes, permettent d'augmenter la surface utile de décantation à l'intérieur d'un clarificateur ou d'un bassin de décantation. Ils peuvent être utilisés avec ou sans apport chimique, mais ils sont généralement employés dans les applications de traitement primaire avancé. Le fonctionnement de ce type de décanteurs repose sur le principe voulant qu'en augmentant la surface de décantation des particules à l'intérieur du bassin en ajoutant des tubes ou des plaques inclinés, on obtiendra une installation compacte qui pourra utiliser les mêmes vitesses de déversement que des bassins de décantation classiques qui présentent une surface de rétention beaucoup plus importante.

6.2.2.1 Calcul de la surface de décantation

À l'intérieur d'un décanteur lamellaire, la surface de décantation est égale à la projection horizontale des lamelles inclinées à la verticale. Par conséquent, un décanteur doté de (n) lamelles d'une surface totale (A) inclinée suivant un angle (θ) par rapport à l'horizontale aura une surface de décantation équivalente qui peut être calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Surface de décantation totale} = nA(\cos\theta)$$

Les vitesses de déversement peuvent alors être calculées à partir de la surface de décantation totale plutôt qu'à partir de la surface de rétention de l'appareil. Les mêmes principes s'appliquent au calcul de la surface totale et des vitesses de déversement des décanteurs à tubes.

6.2.2.2 Configuration

Les lamelles de décantation font généralement 0,2 m à 0,6 m de largeur et 3 m de longueur et sont espacées de 50 mm. Les décanteurs lamellaires sont conçus pour fonctionner en régime d'écoulement laminaire. L'espacement des lamelles doit être suffisant pour prévenir le lessivage des solides décantés par l'écoulement ascendant du liquide, pour favoriser le transport des solides vers les concentrateurs situés en contrebas et pour éviter le colmatage de l'espace entre les lamelles. Dans certains cas, on peut utiliser des vibrateurs à lamelles ou des racloirs mécaniques pour prévenir le colmatage. Il peut être nécessaire de prévoir des agitateurs rapides et des chambres de floculation en amont du décanteur lamellaire (comme pour tous les autres types de décanteurs) pour mélanger les produits chimiques afin de favoriser le grossissement du floc et d'améliorer le processus de décantation. Il faut veiller à acheminer les matières floculées vers le décanteur à une vitesse d'au plus 0,3 m/s pour prévenir la séparation du floc.

6.2.3 Ballasted Floc Clarifiers

The ballasted flocculation and settling process is a precipitative process which utilizes micro-sand combined with polymer for improved floc attachment and thus improved settling. The process involves: 1) coagulation; 2) injection; 3) maturation; and 4) sedimentation. During the coagulation process, metal-salt coagulants (typically alum or ferric sulphate) are added and thoroughly mixed into solution. The water then enters the injection chamber where polymer addition is followed by micro-sand injection and subsequent flash mixing. The maturation process acts like a typical flocculation chamber, utilizing an optimum mixing energy for optimized floc agglomeration onto the micro-sand.

In the settling process, water enters the lower region of the basin and travels through lamella plates. Solids collection with tube settlers in the bottom of the settling chamber is followed by cyclonic separation of micro-sand and sludge.

The micro-sand exiting the hydrocyclone is then re-injected into the treatment process. The micro-sand used typically has a diameter of 50 to 100 microns. The typical detention times for coagulation, injection, and maturation are 1 to 2 minutes, 1 to 2 minutes, and 4 to 6 minutes, respectively. The detention time of the settling basin depends on the rise rate, which is typically between 50 to 100 m³/m²•d.

6.2.4 Dense-Sludge Process²

The dense system is a proprietary process and differs from ballasted flocculation in that recycled chemically conditioned solids are used to form microfloc particles with the incoming wastewater entering an air-mixing zone where grit separation occurs and coagulant (usually ferric sulphate) is injected. After mixing, the wastewater flows into the first stage of a two-stage flocculation tank where polymer is added together with chemically conditioned recirculated solids. Recirculated solids accelerate the flocculation process and ensure the formation of dense, homogeneous floc particles. In the second stage of flocculation, grease and scum begin separating and are removed. Flow from the flocculation tank enters a presettling zone and then passes into a plate settler. Most of the suspended flocculated solids are separated directly in the presettling zone; the residual flocculated particles are removed in the settler. A portion of the settled solids in recirculated, and the remainder is sent to the solids processing and disposal system.

6.2.3 Décanteurs à floc lesté

Le procédé de décantation et de flocculation à floc lesté est un procédé de précipitation qui utilise du micro-sable combiné à des polymères qui améliorent la cohésion du floc et donc, la décantation. Le procédé comporte quatre étapes : 1) coagulation; 2) injection; 3) maturation; et 4) décantation. Au cours du processus de coagulation, des sels métalliques (généralement de l'alun ou du sulfate ferrique) sont ajoutés en solution et bien mélangés. L'eau pénètre ensuite dans la chambre d'injection, où l'ajout de polymères est suivi d'une injection de micro-sable puis d'un mélange rapide. Le bassin de maturation agit comme une chambre de flocculation type et utilise une énergie de mélange optimale pour produire une agglomération maximale du floc sur le micro-sable.

Dans le processus de décantation, l'eau pénètre dans la zone inférieure du bassin et traverse les lamelles. La séparation des solides dans les décanteurs à tubes situés au fond de la chambre de sédimentation est suivie d'une séparation cyclonale du micro-sable et des boues.

Le micro-sable qui sort de l'hydrocyclone est ensuite réinjecté dans le procédé de traitement. Le micro-sable employé fait ordinairement 50 à 100 micromètres de diamètre. Les temps de séjour types pour la coagulation, l'injection et la maturation varient de 1 à 2 minutes, 1 à 2 minutes et 4 à 6 minutes respectivement. Le temps de séjour dans la chambre de sédimentation dépend de la vitesse de remontée, qui varie généralement de 50 à 100 m³/m²•j.

6.2.4 Procédé dit « à boues denses »²

Le procédé dit « à boues denses » est un procédé exclusif qui diffère de la flocculation à floc lesté en ce que les solides recyclés ayant subi un conditionnement chimique sont utilisés pour former des microflocs avec les eaux usées entrantes qui pénètrent dans une zone de traitement aérobie où les sables sont séparés et des coagulants (généralement du sulfate ferrique) sont injectés. Après le mélange, les eaux usées sont acheminées vers le premier étage d'un bac de flocculation à deux étapes, où des polymères sont ajoutés avec les solides recirculés qui ont subi un conditionnement chimique. Les solides recirculés accélèrent le processus de flocculation et garantissent la formation d'un floc dense et homogène. À la deuxième étape de la flocculation, les graisses et l'écume commencent à se séparer et sont retirés. Les eaux qui sortent du bac de flocculation pénètrent dans une zone de prédécantation et traversent ensuite un décanteur à plaques. La plus grande partie des solides floculés en suspension sont séparés directement dans la zone de prédécantation; les particules floculées résiduelles sont évacuées dans le décanteur. Une partie des solides décantés est recirculée, et le reste est acheminé vers le système de traitement et d'élimination des solides.

TABLE 6.4 TABLEAU 6.4		RANGES OF OVERFLOW RATES AND BOD AND TSS REMOVALS FROM HIGH-RATE CLARIFICATION PROCESSES TREATING WET-WEATHER FLOWS PLAGES DE TAUX DE DÉVERSEMENT ET RENDEMENT D'ÉLIMINATION DE LA DBO ET DES MATIÈRES TOTALES EN SUSPENSION DES PROCÉDÉS DE DECANTATION À HAUT RENDEMENT UTILISÉS DANS LE TRAITEMENT DES DÉBITS DE TEMPS DE PLUIE		
PARAMETER AND PROCESS PARAMÈTRE ET PROCÉDÉ		BALLASTED FLOCCULATION FLOCCULATION À FLOC LESTÉ	PLATE AND TUBE SETTLERS DÉCANTEURS À PLAQUES ET À TUBES	DENSE SLUDGE BOUES DENSES
Overflow rates Taux de déversement				
Low, m ³ /m ² ·d Faible, m ³ /m ² ·j		1200 – 2900	880	2300
Medium, m ³ /m ² ·d Modérée, m ³ /m ² ·j		1800 – 3500	1200	2900
High, m ³ /m ² ·d Élevée, m ³ /m ² ·j		2300 – 4100	1800	3500
BOD removals % Élimination de la DBO, %				
At low overflow rates À de faibles taux de déversement		35 – 50	45 – 55	25 – 35
At medium overflow rates À des taux de déversement modérés		40 – 60	35 – 40	40 – 50
At high overflow rates À des taux de déversement élevés		30 – 60	35 – 40	50 – 60
TSS removals, % Élimination des matières totales en suspension, %				
At low overflow rates À de faibles taux de déversement		70 – 90	60 – 70	80 – 90
At medium overflow rates À des taux de déversement modérés		40 – 80	65 – 75	70 – 80
At high overflow rates À des taux de déversement élevés		30 - 80	40 - 50	70 – 80

6.3 DISSOLVED AIR FLOTATION

Dissolved air flotation (DAF) refers to the process of solids-liquids separation caused by the introduction of fine gas (usually air) bubbles to the liquid phase. The bubbles attach to the solids, and the resultant buoyancy of the combined solids-gas matrix causes the matrix to rise to the surface of the liquid where it is collected by a skimming mechanism.

Flotation can be employed in both liquid clarification and solids concentration applications. Flotator liquid effluent (known as subnatant) quality is the primary performance factor in clarification applications. These applications include flotation of refinery, meat-packing, meat-rendering, and other “oily” wastewaters. Float-solids concentrations are the main performance criteria in solids concentration flotation applications. Concentration applications include the flotation of waste solids of biological, mining, and metallurgical processes.

6.3 FLOTTATION À L'AIR DISSOUS

La flottation à l'air dissous (FAD) est un procédé qui consiste à séparer les solides des liquides en introduisant de fines bulles de gaz (généralement de l'air) dans la phase liquide. Les bulles se fixent aux solides, et la flottabilité de la matrice solides-gaz entraîne celle-ci vers la surface du liquide, où elle est récupérée à l'aide d'un mécanisme d'écumage.

La flottation peut être utilisée dans des applications de clarification des liquides et de concentration des matières solides. La qualité de l'effluent de flottation (appelé le sous-nageant) est le principal facteur de performance dans les applications de clarification. Ces applications comprennent la flottation des effluents de raffinerie, de conditionnement des viandes, de fonte des graisses animales et d'autres eaux usées « huileuses ». Les concentrations de solides flottés sont le principal critère de performance dans les applications de concentration des matières solides par flottation. Ces applications comprennent la flottation des rejets de procédés biologiques, miniers et métallurgiques.

6.3.1 Process Design Considerations and Criteria

The feed solids to a DAF clarifier are typically mixed with a pressurized recycle flow before tank entry. The recycle flow is typically DAF tank effluent, although providing water from another source as a backup is often advisable if poor DAF performance causes an effluent high in SS. The recycle flow is pumped to an air saturation tank where compressed air enters and dissolves into the recycle. As the pressurized recycle containing dissolved air is admitted back into the DAF tank (its surface is at atmospheric pressure), the pressure release from the recycle forms the air bubbles for flotation. A typical bubble-size distribution contains bubbles diameters ranging from 10 to 100µm. Solids and air particles float and form a blanket on the DAF tank surface while the clarified effluent flows under the tank baffle and over the effluent weir. In general, the blanket on top of the DAF tank will be 150 to 300 mm thick.

Chemical conditioning with polymers is frequently used to enhance DAF performance. Polymer use significantly increases applicable solids-loading rates and solids capture but less effectively increases float-solids concentrations. If a polymer is used, it generally is introduced at the point where the recycle flow and the solids feed are mixed. Introducing the polymer solution into the recycle just as the bubbles are being formed are mixed with the solids produces the best results. Good mixing to ensure chemical dispersion while minimizing shearing forces will provide the best solids-air bubble aggregates.

Numerous factors affect DAF process performance, including:

- Type and characteristics of feed solids;
- Hydraulic loading rate;
- Solids-loading rate;
- Air-to-solids ratio;
- Chemical conditioning;
- Operating policy;
- Float-solids concentration; and
- Effluent clarity.

6.3.1.1 Types of Solids

A variety of solids can be effectively removed by flotation. Among these are conventional activated sludge, solids from extended aeration and aerobic digestion, pure-oxygen activated sludge, and dual biological (trickling filter plus activated-sludge) processes.

6.3.1 Facteurs et critères de conception

Les solides acheminés vers un clarificateur par FAD sont ordinairement mélangés à un flux de recyclage avant de pénétrer dans le bassin. Le flux de recyclage est ordinairement un effluent de FAD, mais il est souvent préférable d'utiliser de l'eau d'une autre source comme source de réserve si, en raison d'une performance médiocre, le procédé de FAD produit un effluent à forte concentration de matières en suspension. Le flux de recyclage est pompé vers un bassin de saturation dans lequel pénètre de l'air comprimé qui est dissous dans le flux de recyclage. À mesure que le flux de recyclage qui contient de l'air dissous est réadmis dans le bassin de FAD (dont la surface est à la pression atmosphérique), le relâchement de la pression dans le flux de recyclage forme les bulles d'air nécessaire à la flottation. Une distribution type comprend des bulles de diamètre variant de 10 à 100 µm. Les solides et les particules d'air flottent et forment un lit à la surface du bassin de FAD tandis que l'effluent clarifié s'écoule sous le déflecteur du bassin et sur le déversoir à effluents. En général, le lit qui flotte à la surface du bassin fait de 150 à 300 mm d'épaisseur.

On utilise souvent le conditionnement chimique à l'aide de polymères pour améliorer la performance de la flottation à l'air dissous. L'utilisation de polymères augmente de beaucoup les taux de charge de solides applicables et le captage des solides mais est moins efficace lorsqu'il s'agit d'augmenter les concentrations de solides flottés. Lorsqu'un polymère est utilisé, il est généralement ajouté à l'endroit où le flux de recyclage et les solides sont mélangés. Pour de meilleurs résultats, il est préférable d'ajouter la solution de polymère au flux de recyclage au moment où les bulles sont formées et mélangées aux solides. Un bon mélange assurant une dispersion chimique appropriée tout en réduisant les forces de cisaillement produira les meilleurs agrégats solides-bulles d'air.

De nombreux facteurs influent sur la performance du procédé de FAD, notamment :

- la nature et les caractéristiques des solides;
- le taux de charge hydraulique;
- le taux de charge de solides;
- le rapport air-solides;
- le conditionnement chimique;
- la politique d'exploitation;
- la concentration de solides flottés;
- la clarté des effluents.

6.3.1.1 Types de solides

Divers solides peuvent être efficacement éliminés par flottation, notamment les boues activées classiques, les solides obtenus par aération prolongée et digestion aérobie, les boues activées à l'oxygène pur et les boues produites par des procédés biologiques doubles (lits bactériens et boues activées).

Effects of the DAF process factors listed in the previous section make it difficult to document the specific performance characteristics of each of these types of solids. In other words, the specific conditions at each plant (for example, types of process, SRT, and SVI in the aeration basin) dictate DAF performance to a greater extent than can be compensated for by flotation equipment adjustments such as air-to-solids ratio.

6.3.1.2 Hydraulic Loading Rate

Hydraulic loading rate refers to the sum of the feed and recycle flow rates divided by the net available flotation area. Dissolved air flotation clarifiers typically are designed for hydraulic loading rates of 60 to 120 m/d, assuming no use of conditioning chemicals. The additional turbulence in floatators when the hourly hydraulic loading rate exceeds 5m/h may hinder the establishment of a stable float blanket and reduce the attainable float-solids turbulence forces the flow regime away from plug flow and more toward mixed flow. The addition of a polymer flotation aid generally is required to maintain satisfactory performance at hourly hydraulic loading rates greater than 5m/h.

6.3.1.3 Solids-Loading Rate

The solids-loading rate of a DAF clarifier is generally denoted in terms of weight of solids per effective flotation area. With the addition of polymer, the solids-loading rate to a DAF thickener generally can be increased 50 to 100%, with up to a 0.5 to 1% increase in the thickened-solids concentration.

Operational difficulties may arise when the solids-loading rate exceeds approximately 10kg/m²h. The difficulties generally are caused by coincidental operation of excessive hydraulic loading rates and by float-removal difficulties. Even in those instances when the hydraulic-loading rate can be maintained at less than 120 m/d, operation at solids-loading rates more than 10kg/m²h can cause float-removal difficulties. The increased amount of float created at high solids-loading rates necessitates continuous skimming, often at high skimming speeds.

Increased skimming speed, however, can cause float blanket disturbance and increase the amount of solids in the subnatant to unacceptable levels. In these circumstances, the addition of polymer flotation aid to increase the rise rate of the solids and the rate of float-blanket consolidation can alleviate some of the operating difficulties. Although stressed conditions, such as mechanical breakdown, excessive solids wastage, or adverse solids characteristics, may make it necessary to

En raison des effets des facteurs qui influent sur le procédé FAD, mentionnés à la section précédente, il est difficile de documenter les caractéristiques de performance de chacun des ces types de solides. En d'autres termes, les conditions propres à chaque usine (types de procédés, temps de séjour de la boue et indice de volume des boues dans le bassin d'aération) régissent davantage la performance du procédé de FAD que les ajustements apportés au matériel de flottation, comme le rapport air-solides.

6.3.1.2 Taux de charge hydraulique

Le taux de charge hydraulique désigne la somme des débits d'alimentation et de recyclage divisée par l'aire de flottation nette disponible. Les clarificateurs par flottation à l'air dissous sont généralement conçus pour des taux de charge hydraulique de 60 à 120 m/j, sans produits chimiques de conditionnement. Lorsque le taux de charge hydraulique horaire dépasse 5 m/h, une turbulence supplémentaire dans les clarificateurs peut entraver la formation d'un lit stable et réduire les volumes de solides flottés réalisables, car sous l'effet de la turbulence, le régime d'écoulement s'éloigne d'un écoulement en piston et se rapproche d'un écoulement mixte. Il est généralement nécessaire d'ajouter un adjuvant polymérique de flottation pour maintenir une performance satisfaisante à des taux de charge hydraulique horaires de plus de 5 m/h.

6.3.1.3 Taux de charge de solides

Le taux de charge de solides d'un clarificateur par FAD est généralement exprimé en poids de solides par surface utile de flottation. En ajoutant un polymère, on peut ordinairement faire passer de 50 à 100 % le taux de charge de solides d'un épaisseur par FAD et augmenter de 0,5 to 1 % la concentration de solides épaissis.

Des difficultés opérationnelles peuvent survenir lorsque le taux de charge de solides dépasse environ 10 kg/m²h. Ces difficultés sont généralement causées par le traitement concomitant de taux de charge hydraulique excessifs et l'évacuation des matières flottées. Même dans les cas où le taux de charge hydraulique peut être maintenu en deçà de 120 m/j, le fonctionnement des appareils à des taux de charge de solides supérieurs à 10 kg/m²h peut entraîner des problèmes d'évacuation des matières flottées. La quantité accrue de matières flottées produites à des taux de charge de solides élevés nécessite un écumage continu, souvent à de grandes vitesses.

Une vitesse d'écumage élevée risque toutefois de perturber le lit de matières flottées et de porter la concentration en solides du sous-nageant à des niveaux inacceptables. Dans ce cas, l'ajout d'un adjuvant polymérique de flottation augmentant la vitesse de remontée des solides et la vitesse de consolidation du lit de matières flottées peut atténuer certaines difficultés opérationnelles. Bien que certaines conditions difficiles, comme un bris mécanique, une charge excessive de solides ou la présence de solides présentant des

periodically operate in this manner, the flotation system should not be designed on this basis.

6.3.1.4 Feed-Solids Concentration

Changes in feed-solids concentration indirectly affect flotation in connection with the resultant changes in operating conditions. If the feed flow rate, recycle flow, pressure, and skimmer operations remain constant, an increase in feed-solids concentration results in a decrease in the air-to-solids ratio. Changes in feed-solids concentration also result in changes to the float-blanket inventory and depth. Adjustments to the float skimmer speed may be required when operating strategy includes maintenance of a specific float-blanket depth or range of depths.

6.3.1.5 Air-to-Solids Ratio

The air-to-solids ratio is perhaps the single most important factor affecting DAF performance. It refers to the weight ratio of air available for flotation to the solids to be floated in the feed stream. Reported ratios range from 0.01:1 to 0.4:1; adequate flotation is achieved in most municipal wastewater clarification applications at ratios of 0.02:1 to 0.06:1. Pressurization system sizing depends on many variables, including design solids loading, pressurization system efficiency, system pressure, liquid temperature, and concentration of dissolved solids. Pressurization system efficiencies differ among manufacturers and system configurations and can range from as low as 50% to more than 90%. Detailed information is available regarding the design, specification, and testing of pressurization systems.

Because the float from a DAF clarifier contains a considerable amount of entrained air, this pumping application requires positive-displacement or centrifugal pumps that do not air bind, and special consideration of suction conditions. Initial density of the skimmed solids is approximately 700 kg/m³. After the solids are held for a few hours, the air escapes and the solids return to normal densities. Float-solids content increases with increasing air-to-solids ratios up to a point where further increases in air-to-solids ratios result in only a nominal or no increase in float solids. The typical air-to-solids ratio at which float solids are maximized varies from 2 to 4%.

6.3.1.6 Float-Blanket Depth

The float produced during the flotation process must be removed from the flotation tank. The float-removal system usually consists of a variable-speed float skimmer and a beach arrangement. The volume

caractéristiques indésirables, puissent nécessiter périodiquement un tel mode d'exploitation, le système de flottation ne devrait pas être conçu en fonction de ces conditions.

6.3.1.4 Concentration de solides d'apport

Une variation des concentrations de solides d'apport a un effet indirect sur la flottation et entraîne une modification des conditions d'exploitation. Si le débit d'apport, le débit de recyclage, la pression et les opérations d'écumage demeurent constants, une augmentation des concentrations de solides d'apport aura pour effet de réduire le rapport air-solides. Une variation de la concentration de solides d'apport entraînera également une modification de la composition et de l'épaisseur du lit de matières flottées. Il peut être nécessaire de régler la vitesse de l'écumoire lorsque la stratégie d'exploitation prévoit le maintien d'une épaisseur ou d'une plage d'épaisseurs pour le lit de matières flottées.

6.3.1.5 Rapport air-solides

Le rapport air-solides est peut-être le facteur le plus déterminant dans la performance de la FAD. Il désigne le rapport entre le poids de l'air disponible pour la flottation et le poids des solides devant être flottés dans le flux d'apport. Les rapports enregistrés varient entre 0,01:1 et 0,4:1; une flottation adéquate est obtenue dans la plupart des applications de clarification des eaux municipales à des rapports de 0,02:1 à 0,06:1. Le dimensionnement du système de mise en pression dépend de nombreuses variables, notamment les charges de solides de conception, l'efficacité du système de mise en pression, la température du liquide et la concentration de solides dissous. L'efficacité du système de mise en pression varie, selon le fabricant et la configuration, entre 50 et plus de 90 %. On peut trouver des renseignements détaillés sur la conception, les caractéristiques nominales et l'essai des systèmes de mise en pression.

Comme les matières flottées en provenance d'un clarificateur par FAD contiennent une quantité considérable d'air entraîné, il faut utiliser des pompes volumétriques ou centrifuges qui ne sont pas sujettes au colmatage par l'air et accorder une importance particulière aux conditions d'aspiration. La masse volumique initiale des solides écumés est d'environ 700 kg/m³. Après une rétention de quelques heures, l'air s'échappe et les solides reprennent leur masse volumique normale. La teneur en solides flottés augmente en proportion des rapports air-solides jusqu'au point où un nouvel accroissement de ces rapports n'entraîne qu'une augmentation nominale, voire nulle, de solides flottés. Le rapport air-solides type produisant un maximum de solides flottés varie entre 2 et 4 %.

6.3.1.6 Épaisseur du lit de matières flottées

Les matières flottées produites au cours du processus de flottation doivent être retirées du bassin de flottation. Le système d'évacuation des matières flottées est ordinairement constitué d'une écumoire à vitesse variable

of float that must be removed during each skimmer pass depends on the solids-loading rate, the chemical dosage rate, and the consistency of the float material.

Float-removal system skimmers are designed and operated to maximize float drainage time by incrementally removing only the top (driest) portion of the float and preventing the float blanket from expanding to the point where float exits the system in the subnatant. The optimal float depth varies from installation to installation. A float depth of 0.8 to 1.5 cm is typically sufficient to maximize float-solids content.

6.3.1.7 Polymer Addition

Chemical conditioning can enhance the performance of a DAF unit. Conditioning agents can be used to improve clarification and/or increase the float-solids concentration attainable with the unit. The amount of conditioning agent required, the point of addition (in the feed stream or recycle stream), and the method for intermixing should be specifically determined for each installation. Bench-scale flotation tests or pilot-unit tests provide the most effective method of determining the optimal chemical conditioning scheme for a particular installation. Typical polymer doses range from 2 to 5 g dry polymer/kg dry feed solids.

The addition of polymer usually affects solids capture to a greater extent than float-solids content. The float-solids content generally is increased up to 0.5% by the addition of dry polymer at a dosage of 2 to 5 g/kg dry solids.

If the lower ranges of hydraulic and solids loadings are used, the addition of polymer flotation aid typically is unnecessary for well-designed and operated DAF clarifiers. Maintenance of proper design and operating conditions as described in the preceding sections results in stable operation and satisfactory performance in terms of solids capture and float-solids concentration.

Solids recovery without polymer addition generally will be much greater than 90% when the DAF unit is sized as previously discussed. High loadings or adverse solids conditions can reduce solids recovery to 75 to 90%. Polymer-aided recovery can exceed 95%.

Under normal operations, the solids recycled from the DAF unit will not be damaging to the treatment system but will have the effect of increasing the WAS to be processed. In cases where the solids or hydraulic loading already are excessive, the recycled

et d'un dispositif de mise au sec. Le volume de matières flottées devant être évacué au cours de chaque passage d'écumoire dépend du taux de charge de solides, du dosage de produits chimiques et de la consistance des matières flottées.

Les écuimoires du système d'évacuation des matières flottées sont conçues et exploitées de manière à maximiser le temps de décantation des matières en éliminant progressivement la couche supérieure (la plus sèche) du lit et en empêchant le lit de s'étendre au-delà du point où les matières sortent du système pour atteindre le sous-nageant. L'épaisseur optimale du lit varie selon l'installation. Une épaisseur de 0,8 à 1,5 cm suffit ordinairement à maximiser la teneur en solides flottés.

6.3.1.7 Ajout de polymères

Le conditionnement chimique peut améliorer la performance d'un appareil par FAD. Des agents de conditionnement peuvent être utilisés pour améliorer la clarification ou augmenter la concentration de solides flottés pouvant être atteinte par l'appareil. La quantité nécessaire d'agent de conditionnement, le point d'ajout (dans le flux d'apport ou le flux de recyclage) et la méthode employée pour le mélange devraient être déterminés avec précision pour chaque installation. Les essais de flottation à l'échelle du laboratoire ou en installation pilote sont la méthode la plus efficace pour déterminer le plan de conditionnement chimique optimal pour une installation donnée. Les doses types de polymère varient entre 2 et 5 grammes de polymère sec par kilogramme de solides d'apport secs.

L'ajout d'un polymère a ordinairement plus d'effet sur le captage des solides que la teneur en solides flottés. L'ajout d'une dose de polymère sec de 2 à 5 g/kilogramme de solides secs peut augmenter généralement la teneur en solides flottés de 0,5 %.

Si les charges hydrauliques et de solides les plus faibles sont utilisés, il n'est généralement pas nécessaire d'ajouter un adjuvant polymérique de flottation lorsque les clarificateurs par FAD sont bien conçus et exploités. Le maintien de conditions de calcul et d'exploitation appropriées, comme il est expliqué aux sections précédentes, favorisera une bonne stabilité de fonctionnement et une performance satisfaisante au plan du captage des solides et de la concentration de solides flottés.

Sans ajout de polymère, la récupération des solides dépassera largement les 90 % si le clarificateur par FAD est dimensionné de la manière indiquée précédemment. De fortes charges ou la présence de solides indésirables peuvent ramener le taux de récupération entre 75 et 90 %. Avec l'ajout de polymère, le taux de récupération peut dépasser les 95 %.

Dans des conditions normales, les solides recyclés en provenance du clarificateur par FAD n'endommageront pas le système de traitement mais ils auront pour effet d'augmenter les boues activées excédentaires à traiter. Lorsque les charges de solides ou hydrauliques sont déjà

solids pose an additional burden on the system. Polymers should be employed under these conditions to maximize solids capture from the DAF unit.

excessives, les solides recyclés qui se déposent imposent une charge supplémentaire au système. Les polymères devraient être utilisés dans ces conditions pour maximiser le captage des solides en provenance du clarificateur.

6.4 PROTECTIVE AND SERVICE FACILITIES

6.4 PROTECTION ET ENTRETIEN

6.4.1 Operator Protection

All clarification tankage shall be equipped to enhance safety for operators. Such features shall appropriately include machinery covers, life lines, stairways, walkways, handrails and slip-resistant surfaces.

6.4.1 Protection des opérateurs

Tous les décanteurs doivent être dotés des dispositifs nécessaires pour assurer la sécurité des opérateurs. Ces dispositifs comprennent des couvercles de protection pour la machinerie, des lignes de sauvetage, des escaliers, des passerelles, des mains courantes et des surfaces antidérapantes.

6.4.2 Mechanical Maintenance Access

The design shall provide for convenient and safe access to routine maintenance items such as gear boxes, scum removal mechanisms, baffles, weirs, inlet stilling baffle area and effluent channels.

6.4.2 Accès aux installations pour entretien

Il faut prévoir dans la conception un accès pratique et sécuritaire aux éléments qui font l'objet d'un entretien périodique, comme les boîtes d'engrenages, les mécanismes d'évacuation de l'écume, les chicanes, les déversoirs, les déflecteurs de la zone de tranquillisation et les canaux d'effluent.

6.4.3 Electrical Fixtures and Controls

Electrical fixtures and controls in enclosed settling basins shall comply with the Canadian Electrical Code and the applicable Provincial Power Standards. The fixtures and controls shall be located so as to provide convenient and safe access for operation and maintenance. Adequate area lighting shall be provided.

6.4.3 Appareils et commandes électriques

Les appareils et commandes électriques qui se trouvent dans des décanteurs fermés doivent être conformes aux exigences du Code canadien d'électricité et aux exigences applicables des normes provinciales d'électricité. Les appareils et les commandes doivent être situés en un endroit pratique, sécuritaire et facilement accessible à des fins d'exploitation et d'entretien. Il faut prévoir un bon éclairage de la zone.

Footnote References

1. WEF, "Manual of Practice FD – 8, Clarifier Design", 2005
2. Metcalf & Eddy Inc., "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse", 2003.

Références (pieds de page)

1. WEF, "Manual of Practice FD – 8, Clarifier Design", 2005
2. Metcalf & Eddy Inc., "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse", 2003.

CHAPTER 7 BIOLOGICAL TREATMENT

7.1 ACTIVATED SLUDGE

7.1.1 General

7.1.1.1 Applicability

The activated sludge process and its various modifications may be used where sewage is amenable to biological treatment. This process requires close attention and competent operating supervision, including routine laboratory control. These requirements should be considered when proposing this type of treatment.

7.1.1.2 Specific Process Selection

The activated sludge process and its several modifications may be employed to accomplish varied degrees of removal of suspended solids and reduction of five day BOD. Choice of the process most applicable will be influenced by the proposed plant size, type of waste to be treated, degree and consistency of treatment required, anticipated degree of operation and maintenance and operating and capital costs. All designs shall provide for flexibility in operation.

7.1.1.3 Aeration Equipment Selection

Evaluation of aeration equipment alternatives should include the following considerations:

The size of the aeration tank for any particular modification of the process shall be determined by full scale experience, pilot plant studies, or rational calculations based mainly on food to microorganism ratio or mixed liquor suspended solids levels. Other factors, such as size of treatment plant, diurnal load variations, and degree of treatment required, shall also be considered. In addition, temperature, pH, and reactor dissolved oxygen shall be considered when designing for nitrification.

- Costs - capital, maintenance and operating;
- Oxygen transfer efficiency;
- Mixing capabilities;
- Diffuser clogging problems;
- Air pre-treatment requirements;
- Total power requirements;
- Aerator tip speed of mechanical aerators used with activated sludge systems;
- Icing problems;

CHAPITRE 7 TRAITEMENT BIOLOGIQUE

7.1 BOUES ACTIVÉES

7.1.1 Généralités

7.1.1.1 Application

Le procédé de traitement par boues activées et ses nombreuses variantes peuvent être utilisés lorsque les eaux usées peuvent faire l'objet d'un traitement biologique. Ce procédé exige une surveillance attentive par du personnel compétent ainsi que des contrôles périodiques en laboratoire. Il faut tenir compte de ces exigences au moment de proposer ce type de traitement.

7.1.1.2 Choix d'un procédé

Le procédé de traitement par boues activées et ses nombreuses variantes peuvent être utilisés pour obtenir divers degrés d'élimination des solides en suspension et une réduction de la DOB_5 . Le choix du procédé approprié sera dicté par la taille de l'usine proposée, le type d'eaux usées à traiter, le niveau et l'uniformité de traitement exigés, le niveau prévu d'exploitation et d'entretien et le coût des investissements. Toutes les conceptions doivent offrir une bonne souplesse de fonctionnement.

7.1.1.3 Choix de l'équipement d'aération

L'évaluation des équipements d'aération potentiels devrait tenir compte des aspects mentionnés ci-après.

La taille du bassin d'aération pour une variante donnée du procédé doit être déterminée à partir d'un essai en vraie grandeur, d'études en installation pilote ou de calculs rationnels fondés essentiellement sur le rapport éléments nutritifs-biomasse ou les niveaux de matières en suspension dans la liqueur mixte. D'autres facteurs, comme la taille des installations de traitement, les variations de charge diurnes et le niveau d'épuration exigé, doivent aussi être pris en compte. Par ailleurs, la température, le pH et l'oxygène dissous présent dans le réacteur doivent être examinés au moment de concevoir le traitement de nitrification.

- Coûts - investissement, exploitation et entretien
- Efficacité du transfert d'oxygène
- Capacité de mélange
- Problèmes de colmatage du diffuseur
- Exigences de préaération
- Demande énergétique totale
- Vitesse spécifique des aérateurs mécaniques utilisés dans les systèmes de traitement par boues activées
- Problèmes de givrage

- Misting problems; and
- Cooling effects on aeration tank contents.

7.1.1.4 Energy Requirements

This process requires major energy usage to meet aeration demands. Energy costs in relation to critical water quality conditions must be carefully evaluated. Capability of energy usage phase-down while still maintaining process viability, both under normal and emergency energy availability conditions, must be included in the activated sludge design.

7.1.1.5 Winter Protection

Protection against freezing shall be provided to ensure continuity of operation and performance.

7.1.1.6 Pretreatment

Where primary settling tanks are not used, effective removal or exclusion of grit, debris, excessive oil or grease, and comminution or screening of solids shall be accomplished prior to the activated sludge process.

Where primary settling is used, provision shall be made for discharging raw sewage directly to the aeration tanks to facilitate plant start-up and operation during the initial stages of the plant's design life.

7.1.1.7 Waste Activated Sludge Concentration

In the absence of sludge thickeners, other effective means of waste sludge concentration shall be provided.

7.1.2 Process Definitions

The following are brief descriptions of a number of modifications of the activated sludge process. See section 7.2 for Sequencing Batch Reactor.

7.1.2.1 Conventional Plug Flow

The plug flow activated sludge process is a biological mechanism capable of removing 85 to 95% BOD from typical municipal wastewater. The flow pattern is plug-flow-type. The process is characterized by 20 to 45% sludge return. This is the original activated sludge process and was later modified to suit various applications, situations and treatment requirements. One characteristic of the plug flow configuration is a very high organic loading on the mixed liquor suspended solids (MLSS) in the initial part of the tank. Plug flow configurations are often preferred when high effluent DO's are sought.

- Problèmes d'embrun
- Effets du refroidissement sur le contenu des bassins d'aération.

7.1.1.4 Demande énergétique

Ce procédé doit consommer beaucoup d'énergie pour répondre aux besoins d'aération. Il faut évaluer avec soin les coûts énergétiques en regard des conditions critiques de qualité de l'eau. Il faut tenir compte, dans la conception, de la possibilité de réduire progressivement la consommation d'énergie tout en maintenant la viabilité du procédé, tant dans des conditions d'alimentation normale que dans des conditions d'alimentation de secours.

7.1.1.5 Protection pendant l'hiver

Il faut protéger l'installation contre le gel pour en maintenir le fonctionnement et la performance.

7.1.1.6 Prétraitement

En l'absence de bassins de décantation primaire, il faut éliminer ou séparer les sables, les débris, les excès d'huile ou de graisse et procéder à la dilacération ou au dégrillage des solides avant de passer au traitement par boues activées.

Aux endroits où on utilise une décantation primaire, il faut prendre des mesures pour amener les eaux usées brutes directement dans les bassins d'aération pour faciliter le démarrage et le fonctionnement des installations au cours des premiers stades de fonctionnement de l'usine.

7.1.1.7 Concentration des boues en retrait

En l'absence d'épaississeurs de boues, il faut prévoir d'autres moyens efficaces de concentration des boues.

7.1.2 Définition des procédés

On trouvera ci-après de brèves définitions des variantes du procédé de traitement par boues activées. Voir la section 7.2 pour plus de détails sur le réacteur biologique séquentiel.

7.1.2.1 Réacteur classique à écoulement en piston

Le traitement par boues activées dans un réacteur à écoulement en piston est un mécanisme biologique qui permet d'éliminer de 85 à 95 % de la DBO des eaux usées municipales types. Le modèle d'écoulement est en piston. Le procédé est caractérisé par un retour de 20 à 45 % des boues. Il s'agit là du procédé original de traitement par boues activées; il a été par la suite adapté aux différentes applications, conditions et exigences d'épuration. L'une des caractéristiques de ce procédé est la charge organique très élevée des matières en suspension dans la liqueur mixte (MSLM) dans la première partie du processus. On choisit souvent ce procédé lorsqu'on désire obtenir un effluent à haute teneur en O.D.

7.1.2.2 Complete Mix Activated Sludge

In a complete mix activated sludge process, the characteristics of the mixed liquor are similar throughout the aeration tank. That is, the influent waste is rapidly distributed throughout the tank and the operating characteristics measured in terms of solids, oxygen uptake rate (OUR), MLSS, and soluble BOD₅ concentration are identical throughout the tank. Because the entire tank contents are the same quality as the tank effluent, there is a very low level of food available at any time to a large mass of microorganisms. This is the major reason why the complete mix modification can handle surges in the organic loading without producing a change in effluent quality.

7.1.2.3 Step Feed

Step feed is a modification of the plug flow configuration in which the secondary influent is fed at two or more points along the length of the aeration tank. With this arrangement, oxygen uptake requirements are relatively even, resulting in better utilization of the oxygen supplied. Step feed configurations generally use diffused aeration equipment. Secondary influent flow is usually added in the first 50 to 75% of the aeration tank's length.

7.1.2.4 Contact Stabilization

Contact stabilization activated sludge is both a process and a specific tankage configuration. Contact stabilization encompasses a short-term contact tank, secondary clarifier, and a sludge stabilization tank with about six times the detention time used in the contact tank.

This unit operation was developed to take advantage of the fact that BOD removal occurs in two stages. The first is the absorptive phase and the second is the stabilization of the absorbed organics.

Contact stabilization is best for smaller flows in which the mean cell residence time (MCRT) desired is quite long. Therefore, aerating return sludge can reduce tank requirements by as much as 30 to 40% versus that required in an extended aeration system.

7.1.2.5 Extended Aeration

The extended aeration process used the same flow scheme as the complete mix or plug flow processes but retains the wastewater in the aeration tank for long periods of time. This process operates at a high MCRT (low F/M) resulting in a condition where there is not enough food in the system to support all the microorganisms present. The microorganisms therefore compete very actively for the remaining food and even use their own cell structure for food.

7.1.2.2 Réacteur à mélange homogène

Dans le traitement par boues activées dans un réacteur à mélange homogène, les caractéristiques de la liqueur mixte sont identiques dans tout le bassin d'aération. En d'autres termes, les eaux usées influentes sont rapidement réparties dans tout le bassin et les caractéristiques opérationnelles, mesurées en termes de solides, de consommation d'oxygène (CO), de MSLM et de DBO₅ soluble, sont identiques dans tout le bassin. Étant donné que tout le contenu du bassin présente la même qualité que l'effluent, très peu d'éléments nutritifs sont disponibles à un moment donné pour une grande quantité de biomasse. C'est surtout pour cette raison qu'une modification du mélange homogène permet de traiter les afflux de charges organiques sans modification de la qualité de l'effluent.

7.1.2.3 Alimentation étagée

L'alimentation étagée est une variante de la configuration à écoulement en piston dans laquelle l'égout décanté est ajouté en deux ou plusieurs points le long du bassin d'aération. Dans cette configuration, les besoins en oxygène sont relativement uniformes, ce qui favorise une meilleure utilisation de l'oxygène fourni. Dans les configurations à alimentation étagée, on utilise généralement de l'équipement d'aération par diffusion d'air. L'influent secondaire est ordinairement ajouté dans les premiers 50 à 75 % de longueur du bassin d'aération.

7.1.2.4 Stabilisation par contact

La stabilisation par contact est à la fois un procédé et une configuration précise de bassin. Elle utilise un bassin de contact rapide, un décanteur secondaire et un bassin de stabilisation des boues qui offre un temps de séjour six fois plus long que le bassin de contact.

On a mis au point cette opération unitaire pour tirer parti du fait que l'élimination de la DBO se fait en deux étapes. La première étape correspond à la phase d'absorption et la seconde, à la stabilisation des matières organiques absorbées.

La stabilisation par contact convient tout particulièrement dans le cas de faibles débits pour lesquels on désire obtenir un temps moyen de séjour dans le bassin (TMSB) assez long. Ainsi, l'aération des boues recyclées permet de réduire le séjour en bassin de 30 à 40 % par rapport au temps de séjour nécessaire dans un système d'aération prolongée.

7.1.2.5 Aération prolongée

Le procédé d'aération prolongée utilise le même schéma d'écoulement que le procédé de traitement à mélange homogène ou à écoulement en piston, mais les eaux usées séjournent pour une plus longue période de temps dans le bassin d'aération. Ce procédé repose sur un long temps de rétention moyen cellulaire, (TRMC), faible rapport éléments nutritifs-biomasse, qui crée des conditions dans lesquelles la quantité d'éléments nutritifs n'est pas suffisante pour soutenir tous les micro-organismes

This highly competitive situation results in a highly treated effluent with low sludge production. However, extended aeration plant effluents generally have significant concentrations of "pin floc" resulting in BOD₅ and SS removals of about 85%. Many extended aeration systems do not have primary clarifiers. Also, many are package plants used by small communities.

The main disadvantages of this system are the large oxygen requirements per unit of waste entering the plant and the large tank volume needed to hold the wastes for the extended period.

7.1.2.6 Oxidation Ditch

The oxidation ditch is a variation of the extended aeration process. The wastewater is forced around a circular or oval pathway by a mechanical aerator/pumping device at one or more points along the flow pathway. In the aeration tank, the mixed liquor velocity is maintained between 0.2 to 0.37 m/s in the channel to prevent solids from settling.

Oxidation ditches use mechanical brush disk aerators, surface aerators, or jet aerator devices to aerate and propel the liquid flow.

7.1.2.7 High Rate Aeration

This is a type of short-term aeration process in which relatively high concentrations of MLSS are maintained, by utilizing high sludge recirculation rates (100 to 500%), and low hydraulic retention times. Depending on the excess sludge wasting procedure, 60 to 90% BOD removal is achieved for normal domestic wastes. This process is usually (but not necessarily) accomplished in "combined-tank" units.

7.1.2.8 High Purity Oxygen

The most common high purity oxygen activated sludge process uses a covered and staged aeration tank configuration. The wastewater, return sludge, and oxygen feed gas enter the first stage of this system and flow concurrently through the tank. The tanks in this system are covered to retain the oxygen gas and permit a high degree of oxygen use. A prime advantage of the staged reactor configuration of the oxygenation system is the system's ability to match approximately the biological uptake rate with the available oxygen gas purity.

présents. Les micro-organismes se livrent une forte concurrence pour les éléments nutritifs et utilisent même leur propre structure cellulaire pour se nourrir. Cette situation hautement concurrentielle produit un effluent très épuré et une faible quantité de boues. Cependant, l'effluent d'un bassin d'aération prolongée présente généralement de fortes concentrations de floc peu cohérent (pin floc), ce qui produit des rendements d'élimination de la DBO₅ et des matières en suspension d'environ 85 %. De nombreux systèmes d'aération prolongée ne comportent pas de décanteurs primaires. Par ailleurs, la plupart de ces systèmes sont des usines compactes utilisées par de petites collectivités.

Les principaux inconvénients de ce système sont les grands besoins en oxygène par unité d'eaux usées qui pénètre dans l'usine et l'important volume de bassin nécessaire au séjour prolongé des eaux usées.

7.1.2.6 Fossé d'oxydation

Le fossé d'oxydation est une variation du bassin d'aération prolongée. Les eaux usées sont entraînées dans une trajectoire circulaire ou ovale par un aérateur mécanique ou un dispositif de pompage en un ou plusieurs points le long du circuit d'écoulement. Dans le bassin d'aération, la vitesse de la liqueur mixte est maintenue entre 0,2 et 0,37 m/s dans le fossé, de manière à prévenir la décantation des solides.

Les fossés d'oxydation utilisent des aérateurs mécaniques à brosse, des aérateurs de surface ou des aérateurs à jet pour oxygéner et propulser le flux de liquide.

7.1.2.7 Aération à forte charge

Il s'agit ici d'un procédé d'aération rapide dans lequel des concentrations relativement élevées de MSLM sont maintenues grâce à de forts taux de recirculation des boues (de 100 à 500 %) et de faibles temps de séjour hydraulique. Selon le procédé d'élimination des boues excédentaires, on peut atteindre un rendement d'enlèvement de la DBO de 60 à 90 % pour les eaux usées domestiques ordinaires. Ce procédé est ordinairement (mais pas nécessairement) réalisé dans des systèmes à bassins combinés.

7.1.2.8 Oxygène pur

Le procédé le plus courant de traitement par boues activées à l'oxygène pur utilise un bassin d'aération étagée couvert. Les eaux usées, les boues en retour et l'oxygène pénètrent dans le premier étage de ce système et s'écoulent simultanément dans le bassin. Dans ce système, les bassins sont couverts pour retenir l'oxygène et en permettre une utilisation intensive. L'un des principaux avantages de la configuration étagée est que le système d'oxygénation peut apparier approximativement la demande biologique en oxygène et l'oxygène pur disponible.

7.1.2.9 Countercurrent Aeration¹

Countercurrent aeration is a unique aeration basin configuration which involves using a circular aeration basin with a centre-pivoted, traveling bridge supporting air diffusers. Rotating aerators continually re-suspend mixed liquor suspended solids while leaving a veil of fine bubbles providing the aeration. Another set of fixed bubble aerators can also be provided. Its rising bubbles are swept along with the rotating liquid current induced by traveling diffusers. The rotating velocity of the liquid causes bubbles from both sources to lead or trail away from their point of release. Clean water efficiencies are typically lower than those of fine-pore disc/dome grid systems and similar to tube-grid arrangements. Because additional energy is required to drive the bridge, it is likely that standard aeration efficiencies will be lower than those for more conventional activated sludge systems.

7.1.3 Return Sludge Equipment

7.1.3.1 Return Sludge Rate

The minimum permissible return sludge rate of withdrawal from the final settling tank is a function of the concentration of suspended solids in the mixed liquor entering it, the sludge volume index of these solids and the length of time these solids are retained in the settling tank. Since undue retention of solids in the final settling tank may be deleterious to both the aeration and sedimentation phases of the activated sludge process, the rate of return activated sludge (RAS) expressed as a percentage of the average design flow of sewage should generally be variable between the limits set forth in the final column of table 7.1.

The rate of sludge return shall be varied by means of variable speed motors, drives or timers (small plants) to pump sludge at the above rates.

7.1.3.2 Return Sludge Pumps

If motor driven return sludge pumps are used, the maximum return sludge capacity shall be obtained with the largest pump out of service. A positive head should be provided on pump suction. Pumps should have at least 75 mm suction and discharge openings.

If air lifts are used for returning sludge from each settling tank hopper, no standby unit will be required, provided the design of the air lifts are such as to facilitate their rapid and easy cleaning and provided other suitable standby measures are provided. Air lifts should be at least 75 mm in diameter.

7.1.2.9 Aération à contre-courant¹

L'aération à contre-courant est une configuration à un seul bassin qui utilise un bassin d'aération circulaire et un pont roulant à pivot central qui supporte les diffuseurs d'air. Les aérateurs rotatifs remettent continuellement en circulation les solides en suspension dans la liqueur mixte tout en laissant un voile de fines bulles qui assure l'oxygénation. Un autre ensemble d'aérateurs par barbotage fixes peut aussi être prévu. Les bulles qui remontent sont balayées avec le courant de liquide produit par les diffuseurs rotatifs. Sous l'effet de la vitesse de rotation du liquide, les bulles provenant des deux sources prennent de l'avance ou du retard par rapport à leur point d'introduction. Le système offre un rendement d'épuration généralement plus faible que les systèmes de disques à pores fins ou à dôme, et comparable à celui des configurations à tubes. Comme il faut davantage d'énergie pour entraîner le pont roulant, le rendement d'aération standard sera moins élevé que dans les systèmes plus classiques de traitement par boues activées.

7.1.3 Équipement de recyclage des boues

7.1.3.1 Taux de retour des boues activées

Le taux minimal admissible de retour des boues du bassin de décantation secondaire est fonction de la concentration en solides suspendus dans la liqueur mixte qui pénètre dans le bassin, de l'indice de volume des boues que représentent ces solides et du temps de séjour des solides dans le bassin de décantation. Comme un séjour excessif des solides dans le bassin de décantation secondaire peut être nuisible à l'aération et à la décantation des boues, le taux de retour des boues activées (RBA), exprimé en pourcentage du débit moyen de conception des eaux usées, devrait ordinairement varier entre les limites indiquées à la dernière colonne du tableau 7.1.

On doit pouvoir faire varier le taux de recirculation des boues à l'aide de moteurs à vitesse variable, d'entraînements ou de minuteriers (pour les petites usines) permettant de pomper les boues aux taux recommandés.

7.1.3.2 Pompes pour le retour des boues

Si des pompes entraînées par moteur sont utilisées pour le retour des boues, la capacité maximale de recirculation des boues doit pouvoir être atteinte lorsque la pompe qui présente le plus fort débit est hors service. Il convient de prévoir une pression de refoulement positive pour les pompes d'aspiration. Les pompes devraient comporter des orifices d'aspiration et de refoulement d'au moins 75 mm.

Si des pompes à émulsion d'air sont utilisées pour renvoyer les boues à partir des trémies des bassins de décantation, aucun équipement de secours ne sera exigé, dans la mesure où ces pompes peuvent être rapidement et facilement nettoyés et où d'autres mesures de secours sont prévues. Les pompes à émulsion d'air devraient avoir au moins 75 mm de diamètre.

7.1.3.3 *Return Sludge Piping*

Suction and discharge piping should be at least 100 mm in diameter and should be designed to maintain a velocity of not less than 0.6 m/s and not more than 2 m/s, when return sludge facilities are operating at normal return sludge rates.

Suitable devices for observing, sampling and controlling return activated sludge flow from each settling tank shall be provided.

7.1.3.4 *Waste Sludge Facilities*

Waste sludge control facilities should be designed for the maximum sludge production of the process. Means for observing, measuring, sampling and controlling waste activated sludge flow shall be provided. Waste sludge may be discharged to the primary settling tank, concentration or thickening tank, sludge digestion tank, mechanical dewatering facilities or any practical combination of these units.

7.1.3.5 *Froth Control Units*

It is essential to include some means of controlling froth formation in all aeration tanks. A series of spray nozzles may be fixed on top of the aeration tank. Screened effluent or tap water may be sprayed through these nozzles (either continuously or on a time clock on-off cycle) to physically break up the foam. Provision may be made to use antifoaming chemical agents into the inlet of the aeration tank or preferably into the spray water.

7.2 **SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR)**

The Sequencing Batch Reactor (SBR) is a fill-and-draw activated sludge treatment system. All SBR systems utilize five steps that occur sequentially within the same tank as follows: (1) fill, (2) react (aeration), (3) settle (clarification), (4) decant, and (5) idle. Process modifications can be made by varying the times associated with each step in order to achieve specific treatment objectives. When designing or evaluating SBR systems, care must be taken with the processes that are unique to the SBR. These include:

- a. Fill Method
- b. Hydraulic Control Systems
- c. Aeration Control Systems
- d. Method of Decant
- e. Sizing of Disinfection Equipment for Decant Flows
- f. Sludge Wasting Methods

One of the main strengths of the SBR process is the process flexibility that can be achieved. Therefore, the above processes can be performed using a variety of

7.1.3.3 *Tuyauterie de retour des boues*

Les canalisations d'aspiration et de refoulement devraient avoir au moins 100 mm de diamètre et être conçues pour maintenir une vitesse d'au moins 0,6 m/s et d'au plus 2 m/s, lorsque les installations de recirculation des boues fonctionnent aux débits normaux de recirculation.

Il faut prévoir des dispositifs appropriés d'observation, d'échantillonnage et de contrôle du débit des boues activées de chaque bassin de décantation.

7.1.3.4 *Installations pour les boues en retrait*

Les installations de contrôle des boues en retrait devraient être conçues en fonction de la production maximale de boues. Il faut prévoir des dispositifs d'observation, de mesure, d'échantillonnage et de contrôle du débit des boues activées en retrait. Les boues excédentaires peuvent être évacuées dans le bassin de décantation primaire, le concentrateur ou l'épaississeur, le digesteur, les installations mécaniques d'assèchement ou toute combinaison utile de ces appareils.

7.1.3.5 *Abat-mousse*

Il est essentiel de prévoir des moyens de contrôler la formation de mousse dans tous les bassins d'aération. Une série de tuyères de pulvérisation peut être fixée au sommet du bassin d'aération. Ces tuyères peuvent pulvériser l'effluent tamisé ou de l'eau non-potable (soit en continu ou suivant un cycle de marche-arrêt chronométré) pour abattre physiquement la mousse. On peut utiliser des agents antimoissants à l'entrée du bassin d'aération ou, de préférence, dans l'eau de pulvérisation.

7.2 **RÉACTEUR BIOLOGIQUE SÉQUENTIEL (RBS)**

Le réacteur biologique séquentiel (RBS) est un système de traitement par boues activées à remplissage et à évacuation. Tous les systèmes RBS comportent cinq étapes qui se déroulent successivement à l'intérieur d'un même bassin : 1) remplissage, 2) réaction (aération), 3) sédimentation (clarification), (4) décantation et 5) repos. On peut modifier le procédé en faisant varier la durée de chaque étape en fonction des objectifs d'épuration. Au moment de concevoir ou d'évaluer les systèmes RBS, il faut accorder une attention particulière aux procédés qui sont propres à ces systèmes, notamment :

- a. la méthode de remplissage;
- b. les systèmes de commande hydraulique;
- c. les systèmes de commande d'aération;
- d. la méthode de décantation;
- e. le dimensionnement de l'équipement de désinfection en fonction des débits de décantation;
- f. les méthodes d'élimination des boues.

L'un des principaux avantages du procédé RBS est sa souplesse. Les opérations mentionnées ci-dessus peuvent donc être exécutées à l'aide de différentes méthodes. Les

methods. Designers of SBR systems must be prepared to supply sufficient detailed information at the request of regulatory authorities.

7.2.1 Process Configurations

One classification of SBR systems distinguishes those that operate with continuous feed and intermittent discharge (CFID) from those that operate with intermittent feed and intermittent discharge (IFID).

7.2.2 Continuous Influent Systems

Continuous feed—intermittent discharge reactors receive influent wastewater during all phases of the treatment cycle. When there is more than one reactor, as is typically the case for municipal systems, the influent flow is split equally to the various reactors on a continuous basis. For two-reactor systems, it is normal to have the reactor cycle operations displaced so that one reactor is aerating while the second SBR is in the settling and decant phases. This makes it possible to aerate both reactors with one blower continuously in operation and also spreads the decant periods so that there is no overlap. The dry weather flow cycle time for most CFID systems is generally 3 to 4 hours. Each cycle typically devotes 50% of the cycle time to aeration, 25% to settling, and 25% to decant. Stormwater flows are accommodated by reducing cycle time. Under extreme flow condition, the reactor may operate as a primary clarifier (no aeration phase) with the decanters set at top water level (TWL).

With a CFID system, TWL occurs at the start of the decant phase. Because CFID systems generally operate on the basis of preset time cycles, TWL varies for each cycle as a function of the influent flow for that particular cycle. The actual effluent flow rate during the discharge event depends on the number of reactors and the percentage of each cycle devoted to decant.

A key design consideration with CFID systems is to minimize short-circuiting between influent and effluent. Influent and effluent discharges are typically located at opposite ends of rectangular reactors, with length-to-width ratios of 2:1 to 4:1 being common. Installation of a prereaction chamber separated by a baffle wall from the main reaction chamber is also a standard feature of some systems.

7.2.3 Intermittent Influent Systems

IFID types of systems are sometimes referred to as the conventional, or "true," SBR systems. The one common characteristic of all IFID systems is that the influent flow to the reactor is discontinued for some portion of each cycle.

concepteurs de systèmes RBS doivent être en mesure de fournir des renseignements détaillés à la demande des organismes de réglementation.

7.2.1 Configurations

Dans une classification des systèmes RBS, on distingue les systèmes à alimentation continue et à évacuation intermittente (ACÉI) et les systèmes à alimentation et à évacuation intermittentes (AIÉI).

7.2.2 Systèmes à influent continu

Les réacteurs à alimentation continue et à évacuation intermittente reçoivent des eaux usées influentes à toutes les étapes du cycle de traitement. Lorsqu'il y a plus d'un réacteur, comme dans le cas de la plupart des usines d'épuration des eaux municipales, le débit influent est réparti également entre les réacteurs en continu. Dans les systèmes à deux réacteurs, il est de pratique courante de décaler les opérations du cycle du réacteur de manière qu'un réacteur assure l'aération pendant que l'autre exécute les étapes de sédimentation et de décantation. On peut ainsi aérer les deux réacteurs en faisant fonctionner un ventilateur en continu et étaler les périodes de décantation de manière à éviter les chevauchements. Dans la plupart des systèmes ACÉI, la durée du cycle pour le débit d'étiage est généralement de 3 à 4 heures. À l'intérieur de chaque cycle, 50 % du temps est consacré à l'aération, 25 % à la sédimentation et 25 % à la décantation. Le système prend en charge les débits d'eau pluviale en réduisant la durée du cycle. Lorsque les débits sont extrêmement élevés, le réacteur peut agir comme décanteur primaire (sans aération), et les décanteurs peuvent être réglés au niveau d'eau maximal (NEmax).

Dans le cas des systèmes ACÉI, le NEmax est observé au début de l'étape de décantation. Comme le fonctionnement des systèmes ACÉI repose généralement sur des cycles à durée déterminée, le NEmax varie à chaque cycle en fonction du débit d'influent enregistré pour le cycle. Le débit réel d'effluent au cours de l'évacuation dépend du nombre de réacteurs et du pourcentage de chaque cycle consacré à la décantation.

Un des principaux points à prendre en compte dans la conception de systèmes ACÉI est la réduction des court-circuitages entre l'influent et l'effluent. L'évacuation de l'influent et de l'effluent se fait généralement aux deux extrémités des réacteurs rectangulaires, dont les rapports longueur-largeur sont ordinairement de 2:1 à 4:1. L'installation d'une chambre de pré réaction séparée par un mur déflecteur du réacteur principal est également une caractéristique courante de certains systèmes.

7.2.3 Systèmes à influent intermittent

Les systèmes AIÉI sont souvent considérés comme des systèmes classiques, ou des systèmes RBS « véritables ». Une caractéristique commune à tous les systèmes AIÉI est que l'écoulement de l'influent dans le réacteur est interrompu pendant une certaine partie de chaque cycle.

In IFID systems each reactor operates with five discrete phases during a cycle. During the period of reactor fill, any combination of aeration, mixing, and quiescent filling may be practiced. Mixing independent of aeration can be accomplished by using jet aeration pumps or separate mixers. Some systems distribute the influent over a portion of the reactor bottom so that it will contact settled solids during unaerated and unmixed fill. The end of the fill cycle is controlled either by time (that is, fill for a preset length of time) or by volume (that is, fill until the water level rises a fixed amount). Flow information from the WWTP influent flow measurement or from the rise rate in the reactor determined by a series of floats may be used to control the time allocated to aeration, mixing, or filling in accordance with previously programmed instructions.

At the end of the fill cycle, all influent flow to the first reactor is stopped, and flow is diverted to the second reactor. Continuous aeration occurs during the react phase for a predetermined time period (typically 1 to 3 hours). Again, the time devoted to reaction in any given cycle may automatically be changed as a function of influent flow rate. At the completion of the reaction phase, aeration and any supplemental mixing is stopped, and the mixed liquor is allowed to settle under quiescent conditions (typically 30 to 60 minutes). Next, clarified effluent is decanted until the bottom water level (BWL) is reached. The idle period represents that time period between the end of decant and the time when influent flow is again redirected to a given reactor. During high-flow periods, the time in idle will typically be minimal.

The actual flow rate during discharge has the potential to be several times higher than the influent flow rate. Discharge flow rates are critical design parameters for the downstream hydraulic capacity of sewers (in the case of industrial treatment facilities) or processes such as disinfection or filtration.

Another variation of the IFID approach dispenses with a dedicated reaction phase and initiates the settling cycle at the end of aerated fill. Yet another IFID approach allows influent to enter the reactor at all times except for the decant phase so that normal system operation consists of the following phases: (1) fill-aeration, (2) fill-settling, (3) no fill-decant, and (4) fill-idle; these systems also include an initial selector compartment that operates either at constant or variable volume and serves as a flow splitter in multiple-basin systems. Biomass is directed from the main aeration zone to the selector.

Sequencing batch reactor systems can also be designed for nitrification-denitrification and enhanced

Dans les systèmes AIÉI, chaque réacteur exécute cinq étapes discrètes au cours d'un cycle. Pendant le remplissage du réacteur, n'importe quelle combinaison des phases d'aération, de mélange et de remplissage quiescent peut être réalisée. On peut effectuer un mélange indépendant de l'aération en utilisant des pompes d'aération à jet ou des agitateurs distincts. Certains systèmes répartissent l'influent sur une partie du fond du réacteur de manière qu'il soit en contact avec les solides décantés au cours d'un remplissage sans aération ni mélange. La fin du cycle de remplissage est commandée soit par le temps (la durée du remplissage est prédéterminée), soit par le volume (le remplissage se poursuit jusqu'à ce que l'eau ait atteint un niveau prédéterminé). On peut utiliser l'information transmise sur le débit par le dispositif de mesure du débit d'influent de l'usine d'épuration ou le taux d'élévation de l'eau dans le réacteur, déterminée par un ensemble de flotteurs, pour contrôler le temps alloué à l'aération, au mélange ou au remplissage, selon les instructions préalablement programmées.

À la fin du cycle de remplissage, l'écoulement de l'influent dans le premier réacteur est interrompu et dérivé vers le deuxième réacteur. Une aération continue est assurée au cours de l'étape de réaction pendant une période prédéterminée (généralement de 1 à 3 heures). Ici encore, le temps alloué à la réaction à l'intérieur d'un cycle donné peut être automatiquement modifié en fonction du débit de l'influent. À la fin de l'étape de réaction, on interrompt l'aération et tout mélange supplémentaire et on laisse la liqueur mixte sédimenter dans des conditions de repos (pendant 30 à 60 minutes). L'effluent clarifié est ensuite décanté jusqu'à ce que le niveau d'eau minimal (NEMin) soit atteint. La période de repos correspond à l'intervalle qui sépare la fin de l'étape de décantation et le moment où l'influent est de nouveau acheminé vers un réacteur donné. Pendant les périodes de fort débit, la durée de repos est ordinairement très courte.

Le débit réel au cours de l'évacuation peut être de plusieurs fois plus élevé que le débit de l'influent. Les débits d'évacuation sont des paramètres critiques de conception pour ce qui est de la capacité hydraulique des égouts (dans le cas des usines d'épuration d'effluent industriels) ou des procédés en aval, comme la désinfection ou la filtration.

Dans une autre variante AIÉI, on renonce à l'étape de réaction et on amorce le cycle de sédimentation à la fin du remplissage avec aération. Dans une autre variante encore, on permet à l'influent de pénétrer dans le réacteur en tout temps sauf à l'étape de la décantation, de sorte que le fonctionnement normal du système comporte quatre étapes : 1) remplissage-aération, 2) remplissage-sédimentation, 3) pas de remplissage-décantation et 4) remplissage-repos. Ces systèmes comportent également un compartiment de séparation initiale à volume constant ou variable qui sert de répartiteur de débit dans les systèmes à plusieurs bassins. La biomasse est acheminée de la zone d'aération principale vers le sélecteur.

Les réacteurs biologiques séquentiels peuvent aussi être conçus pour assurer une nitrification-dénitrification et une

biological phosphorus removal. In these cases, the cycle times devoted to such processes as anaerobic fill, anoxic fill, mixed/unmixed fill, aerobic fill, and dedicated reaction depend on the treatment objectives. Mineral addition may also be practiced to achieve effluent objectives more stringent than typical secondary effluent requirements. Systems can also be configured to switch from IFID operation to CFID operation when necessary to accommodate stormwater flows or to allow a basin to be removed from service while still treating the entire WWTP flow in a remaining basin. The one common factor behind all SBRs is that aeration, settling, and decant occur within the same reactor.

7.2.4 Sequencing Batch Reactor Equipment

7.2.4.1 Process Control

The programmable logic controller (PLC) is the optimum tool for SBR control and all present-day vendors use this approach. Sequencing batch reactor manufacturers supply both the PLC and required software. Typically, programs are developed and modified by the SBR vendor using a desk-top computer and software supplied by the PLC vendor. Vendor-developed programs are proprietary and may not be modified by the design engineer or the WWTP operator. Depending on the proprietary software design and type of system, the operator may independently select such variables as solids waste rates; storm cycle times; and aeration, mixing, settling and idle times. In addition, human-machine-interface (HMI) programs are available to present operating data and trends to the operator, to allow the operator to make adjustments in setpoints, to respond to alarm annunciation, and to generate reports. Through high-speed internet or telephone/modem access, the operator is able to monitor and adjust the plant operations remotely.

Programmable logic controller hardware is of modular construction. Troubleshooting procedures are well defined, and replacement of a faulty module is not difficult. An internal battery protects the software in the event of power failure. The software is backed up by a memory chip (EPROM) and can be easily reloaded if the battery fails. The PLC expertise required of the owner is limited to maintenance and repair functions that are well within the capability of a competent electrician.

déphosphatation biologique avancée. Dans ce cas, les temps de cycles alloués au remplissage anaérobie, au remplissage anoxique, au remplissage avec ou sans mélange, au remplissage aérobie et à une réaction spécialisée dépendent des objectifs d'épuration. On peut ajouter des minéraux pour atteindre des objectifs de qualité de l'effluent plus rigoureux que ceux qui sont généralement imposés pour des effluents secondaires. On peut également configurer les systèmes de manière à passer d'un fonctionnement AIÉI à un fonctionnement ACÉI pour permettre la prise en charge des débits d'eaux pluviales ou la mise hors service d'un bassin tout en continuant à épurer la totalité du débit d'eaux usées de l'usine dans le bassin restant. La caractéristique commune de tous les RBS est que l'aération, la sédimentation et la décantation se produisent dans le même réacteur.

7.2.4 Équipement des réacteurs biologiques séquentiels

7.2.4.1 Commande de procédé

Le contrôleur programmable est l'outil optimal de commande des RBS, et tous les fournisseurs actuels utilisent cette approche. Les fabricants de réacteurs biologiques séquentiels fournissent le contrôleur programmable et le logiciel connexe. Le plus souvent, les programmes sont développés et modifiés par le fournisseur de RBS à l'aide d'un ordinateur de bureau et du logiciel offert par le fournisseur du contrôleur programmable. Les programmes développés par le fournisseur sont exclusifs et ne peuvent être modifiés par l'ingénieur concepteur ou l'exploitant de l'usine d'épuration. Suivant la conception du logiciel exclusif et le type de système, l'exploitant peut sélectionner séparément certaines variables, comme les taux de retrait des boues activées, les temps de cycle pour les débits d'orage et la durée des phases d'aération, de mélange, de sédimentation et de repos. On propose par ailleurs des programmes d'interface homme-machine pour permettre à l'exploitant de visualiser les données d'exploitation et les tendances, d'ajuster les points de consigne, de répondre aux alarmes et de produire des rapports. Au moyen d'un accès Internet haute vitesse, par téléphone ou modem, l'exploitant peut surveiller et régler les opérations de l'usine à distance.

Le matériel des contrôleurs programmables est de construction modulaire. Les procédures de dépannage sont bien définies, et les modules défectueux sont faciles à remplacer. Une pile interne protège le logiciel en cas de panne de courant. Le logiciel est sauvegardé sur une puce mémoire (reprogrammable) et peut être aisément rechargé en cas de défaillance de la pile. L'expertise que doit posséder le propriétaire se limite aux fonctions d'entretien et de réparation, dont peut facilement se charger un électricien compétent.

7.2.4.2 Reactors

Reactor shapes include rectangular, oval, circular, sloped sidewall, and other unique approaches. Design TWLs and BWLs often allow decanting from 20 to 30% of the reactor contents per cycle.

7.2.4.3 Decanters

Some decanters are mechanically actuated surface skimmers that typically rest above the TWL. The decanter is attached to the discharge pipe by smaller pipes that both support and drain the decanter. The discharge pipe is coupled at each end through seals that allow it to rotate. A screw-type jack attached to a worm gear, sprocket, and chain to an electric motor rotates the decanter from above the TWL to BWL. The speed of rotation is adjustable.

Other decanters are floated on the reactor surface. These decanters may approximate a large-diameter plug valve, whereby the top portion acts as the valve seat (and provides flotation). The bottom is the plug that is connected to a hydraulic operator that moves it away from the seat to allow discharge, or back to the seat to stop discharge. Other floating decanters consist of a length of pipe suspended on floats, with the pipe having a number of orifices bored in the bottom. The number of orifices (and length of pipe) is flow dependent. Each orifice is blocked by a flapper or plugs to prevent solids entry during aeration. There are also decanter configurations that float an effluent discharge pump.

Other decanters are typically fixed-position siphons located on the reactor wall. The bottom of the decanter (collection end of the siphon) is positioned at the BWL. Flow into the decanter is under a front lip (scum baffle), over an internal dam, and out through a valve. When the water level in the reactor falls below the front lip, air enters the decanter, breaking the siphon and stopping flow. The trapped air prevents mixed liquor from entering during the reaction and settling modes. At the end of settling, the trapped air is released through a solenoid valve and the siphon is started.

7.2.4.4 Solids Wasting

The wasting of both aerated mixed liquor suspended solids (MLSS) and settled MLSS is practiced. The wasting systems frequently consist of a submersible pump with a single point for withdrawal. Gravity flow waste systems are also used. Another approach uses influent distribution piping for multiple-point with withdrawal of the settled solids.

7.2.4.2 Réacteurs

Les réacteurs peuvent être de forme rectangulaire, ovale, circulaire, à parois inclinées et avoir d'autres formes spéciales. Les NEmax et NEmin de conception permettent souvent une décantation de 20 à 30 % du contenu du réacteur par cycle.

7.2.4.3 Décanteurs

Certains décanteurs sont des écumeurs de surface mécaniques qui demeurent généralement au-dessus du NEmax. Le décanteur est relié à la canalisation d'évacuation par de plus petites canalisations qui supportent et vidangent le décanteur. La canalisation d'évacuation est raccordée à chaque extrémité au moyen de garnitures qui en permettent la rotation. Un vérin à vis relié par une vis sans fin, un pignon et une chaîne à un moteur électrique fait tourner le décanteur depuis le NEmax jusqu'au NEmin. La vitesse de rotation est réglable.

D'autres décanteurs flottent à la surface du réacteur. Ces décanteurs peuvent être comparés à des robinets à tournant conique de fort diamètre, dont la partie supérieure fait office de siège et leur permet de flotter. La partie inférieure est le tournant; ce dernier est relié à un actionneur hydraulique qui l'éloigne du siège pour permettre l'évacuation et le repositionne sur le siège pour interrompre l'évacuation. D'autres décanteurs flottants sont composés d'un tronçon de tuyau suspendu à des flotteurs et dont le fond comporte un certain nombre d'orifices forés. Le nombre d'orifices (et la longueur du tuyau) est fonction du débit. Chaque orifice est obturé par un clapet ou des bouchons qui empêchent les solides de pénétrer dans le tuyau pendant l'aération. Il existe aussi des configurations de décanteurs qui comportent une pompe de refoulement à flotteur.

D'autres décanteurs sont essentiellement des siphons stationnaires installés sur la paroi du réacteur. Le fond du décanteur (côté captage du siphon) est situé au NEmin. Le flux passe sous une lèvre antérieure (pare-écume) et au-dessus d'une digue interne puis sort par une soupape. Lorsque le niveau d'eau dans le réacteur tombe sous le niveau de la lèvre antérieure, l'air pénètre dans le décanteur, brise le vide du siphon et interrompt l'écoulement. L'air emprisonné empêche la liqueur mixte de pénétrer pendant les phases de réaction et de sédimentation. Après la sédimentation, l'air emprisonné est libéré par une vanne électromagnétique et le siphon redevient opérationnel.

7.2.4.4 Évacuation des solides

On peut évacuer à la fois les solides en suspension dans la liqueur mixte (SSLM) aérée et les SSLM déposés. Les systèmes d'évacuation sont souvent composés d'une pompe submersible avec un seul point d'extraction. Des systèmes d'évacuation par gravité sont également utilisés. Une autre démarche consiste à utiliser les canalisations de répartition du débit pour une extraction en plusieurs points avec évacuation des solides déposés.

7.2.4.5 Aeration/Mixing Systems

A variety of aeration and mixing systems are in use with SBRs. These include jet aeration, fine- and coarse-bubble aeration, and turbine mechanical aeration. Some systems use a floating mixer to provide mixing independent of aeration. Other diffused aeration facilities do not have any mixing capability independent of aeration. Independent mixing is readily obtained with a jet aeration system.

7.3 ACTIVATED SLUDGE DESIGN PARAMETERS

Table 7.1 shows typical design parameters and efficiencies for various activated sludge process modifications.

7.4 AERATION

7.4.1 Arrangement of Aeration Tanks

7.4.1.1 General Tank Configuration

a. Dimensions

The dimensions of each independent mixed liquor aeration tank or return sludge re-aeration tank shall be such as to maintain effective mixing and utilization of air.

Aeration basin depth is an important consideration in the design of aeration systems because of the effect that depth has on the aeration efficiency and air pressure requirements of diffused aeration devices and mixing capabilities of mechanical aerators. A minimum aeration basin depth of 3.0 to 4.6 m is recommended for typical sewage treatment plants. Oxidation ditches should have minimum depth of 1.6 m.

b. Short-circuiting

For very small tanks or tanks with special configuration, the shape of the tank, the location of the influent and sludge return and the installation of aeration equipment should provide for positive control of short-circuiting through the tank.

c. Number of Units

Total aeration tank volume shall be divided among two or more units, capable of independent operation, when the total aeration tank volume required exceeds 140 m³.

7.2.4.5 Systèmes d'aération et de mélange

Divers systèmes d'aération et de mélange sont utilisés avec le RBS, dont les systèmes d'aération à jet, d'aération à petites et à grosses bulles et d'aération mécanique à turbine. Certains systèmes utilisent un agitateur flottant pour assurer un mélange indépendant de l'aération. D'autres installations d'aération par diffusion d'air ne peuvent pas assurer un mélange indépendant de l'aération. Un mélange indépendant peut facilement être obtenu à l'aide d'un système d'aération à jet.

7.3 PARAMÈTRES DE CONCEPTION DES PROCÉDÉS PAR BOUES ACTIVÉES

Le tableau 7.1 présente les paramètres de conception types et le niveau d'efficacité des diverses variantes du procédé de traitement par boues activées.

7.4 AÉRATION

7.4.1 Disposition des bassins d'aération

7.4.1.1 Configuration générale des bassins

a. Dimensions

Les dimensions de chaque bassin d'aération de la liqueur mixte ou bassin de réaération des boues en retour doivent optimiser le mélange et l'utilisation de l'air.

La profondeur du bassin d'aération est un aspect important de la conception des systèmes d'aération en raison de l'effet de la profondeur sur le rendement d'aération et des exigences de pression d'air des dispositifs d'aération par diffusion d'air ainsi que sur la capacité de mélange des aérateurs mécaniques. Une profondeur minimale de 3,0 à 4,6 m est recommandée pour les bassins d'aération d'une usine d'épuration type. Les fossés d'oxydation devraient faire au moins 1,6 m de profondeur.

b. Court-circuitage

Dans le cas des bassins de très petites dimensions ou des bassins qui présentent une configuration spéciale, la forme du bassin, le point d'entrée de l'influent et des boues en retour et l'installation de l'équipement d'aération devraient permettre de contrôler le court-circuitage dans tout le bassin.

c. Nombre d'unités

Le volume total d'un bassin d'aération doit être divisé en deux ou plusieurs compartiments pouvant fonctionner indépendamment, lorsque le volume total exigé du bassin d'aération dépasse 140 m³.

TABLE 7.1		TYPICAL DESIGN PARAMETERS FOR ACTIVATED SLUDGE PROCESS MODIFICATIONS					
Process name	Type of Reactor	SRT (days)	F/M (kg BOD/kg MLVSS·d)	Volumetric Loading (kg BOD/m ³ /day)	MLSS, mg/l	Detention Time (hrs)	RAS % of influent ^b
High Rate Aeration	Plug Flow	0.5 - 2	1.5 - 2.0	1.2 - 2.4	200 - 1000	1.5 - 3	100 - 150
Contact Stabilization	Plug Flow	5 - 10	0.2 - 0.6	1.0 - 1.3	1000 - 3000 ^c 6000 - 10,000 ^d	0.5 - 1 ^c 2 - 4 ^d	50 - 150
High-Purity Oxygen	Plug Flow	1 - 4	0.5 - 1.0	1.3 - 3.2	2000 - 5000	1 - 3	25 - 50
Conventional Plug Flow	Plug Flow	3 - 15	0.2 - 0.4	0.3 - 0.7	1000 - 3000	4 - 8	25 - 75 ^e
Step Feed	Plug Flow	3 - 15	0.2 - 0.4	0.7 - 1.0	1500 - 4000	3 - 5	25 - 75
Complete Mix	CMAS	3 - 15	0.2 - 0.6	0.3 - 1.6	1500 - 4000	3 - 5	25 - 100 ^e
Extended Aeration	Plug Flow	20 - 40	0.04 - 0.1	0.1 - 0.3	2000 - 5000	20 - 30	50 - 150
Oxidation Ditch	Plug Flow	15 - 30	0.04 - 0.1	0.1 - 0.3	3000 - 5000	15 - 30	75 - 150
Sequencing Batch Reactor, SBR	Batch	10 - 30	0.04 - 0.1	0.1 - 0.3	2000 - 5000 ^f	15 - 40	NA
Counter-Current Aeration System	Plug Flow	10 - 30	0.04 - 0.1	0.1 - 0.3	2000 - 4000	15 - 40	25 - 75 ^e

a WEF, "Wastewater Treatment Plant Design", 2003.

b Based on average Flow

c MLSS and detention time in contact basin

d MLSS and detention time in stabilization basin

e For nitrification, rates may be increased by 25 to 50%

f Also used at intermediate SRTs

CMAS – Complete-Mix Activated Sludge.

SRT – Solids Retention Time

MLSS – Mixed Liquor Suspended Solids

RAS – Return Activated Sludge

F/M – Food-to-Microorganism Ratio

MLVSS – Mixed Liquor Volatile Suspended Solids

NA – not applicable

The size of the aeration tank for any particular adaptation of the process shall be determined by full scale experience, pilot plant studies, or rational calculations based mainly on food to microorganism ratio and mixed liquor suspended solids levels. Other factors, such as size of treatment plant, diurnal load variations, and degree of treatment required, shall also be considered. In addition, temperature, pH, and reactor dissolved oxygen shall be considered when designing for nitrification.

TABLEAU 7.1		PARAMÈTRES DE CONCEPTION TYPES POUR LES VARIANTES DU PROCÉDÉ DE TRAITEMENT PAR BOUES ACTIVÉES					
Nom du procédé	Type de réacteur	TSS (j)	ÉN/B (kg DBO/kg MVSLM·j)	Charge volumétrique (kg DBO/m ³ /j)	MSLM, mg/ℓ	Temps de séjour (heures)	% BAR de l'influent ^b
Aération à forte charge	Écoulement en piston	0,5 - 2	1,5 - 2,0	1,2 - 2,4	200 - 1000	1,5 - 3	100 - 150
Stabilisation par contact	Écoulement en piston	5 - 10	0,2 - 0,6	1,0 - 1,3	1000 - 3000 ^c 6000 - 10,000 ^d	0,5 - 1 ^c 2 - 4 ^d	50 - 150
Oxygène pur	Écoulement en piston	1 - 4	0,5 - 1,0	1,3 - 3,2	2000 - 5000	1 - 3	25 - 50
Écoulement en piston classique	Écoulement en piston	3 - 15	0,2 - 0,4	0,3 - 0,7	1000 - 3000	4 - 8	25 - 75 ^e
Alimentation étagée	Écoulement en piston	3 - 15	0,2 - 0,4	0,7 - 1,0	1500 - 4000	3 - 5	25 - 75
Mélange homogène	BAMH	3 - 15	0,2 - 0,6	0,3 - 1,6	1500 - 4000	3 - 5	25 - 100 ^e
Aération prolongée	Écoulement en piston	20 - 40	0,04 - 0,1	0,1 - 0,3	2000 - 5000	20 - 30	50 - 150
Chenal d'oxydation	Écoulement en piston	15 - 30	0,04 - 0,1	0,1 - 0,3	3000 - 5000	15 - 30	75 - 150
Réacteur biologique séquentiel (RBS)	Séquentiel	10 - 30	0,04 - 0,1	0,1 - 0,3	2000 - 5000 ^f	15 - 40	S. O.
Système d'aération à contre-courant	Écoulement en piston	10 - 30	0,04 - 0,1	0,1 - 0,3	2000 - 4000	15 - 40	25 - 75 ^e

- a WEF, « Wastewater Treatment Plant Design », 2003.
b Fondé sur le débit moyen
c MSLM et temps de séjour dans le bassin de contact
d MSLM et temps de séjour dans le bassin de stabilisation
e Pour la nitrification, les taux peuvent être majorés de 25 à 50 %
f Également utilisé aux temps intermédiaires de séjour des solides

BAMH – Boues activées en mélange homogène
TSS – Temps de séjour des solides
MSLM – Matières en suspension dans la liqueur mixte
BAR – Boues activées recyclées
ÉN/B – Rapport éléments nutritifs-biomasse
MVSLM – Matières volatiles en suspension dans la liqueur mixte
S. O. – sans objet

On doit déterminer la taille du bassin d'aération pour une variante donnée du processus à partir d'une expérience en vraie grandeur, d'études en installation pilote ou de calculs rationnels fondés essentiellement sur le rapport éléments-nutritifs-biomasse et les niveaux de solides en suspension dans la liqueur mixte. D'autres facteurs, comme la taille de l'usine d'épuration, les variations de charge diurnes et le niveau d'épuration exigé, doivent aussi être pris en compte. Lorsqu'on conçoit une usine qui assure la nitrification, il faut également tenir compte de la température, du pH et de la teneur en oxygène dissous du réacteur.

7.4.1.1.1 Inlets and Outlets

a. Controls

Inlets and outlets for each aeration tank unit shall be suitably equipped with valves, gates, stop plates, weirs or other devices to permit controlling the flow to any unit and to maintain a reasonably constant liquid level. The hydraulic properties of the system shall permit the design peak instantaneous hydraulic load to be carried with any single aeration tank unit out of service. The effluent weir for an oxidation ditch must be easily adjustable by mechanical means.

b. Conduits

Channels and pipes carrying liquids with solids in suspension shall be designed to maintain self-cleansing velocities or shall be agitated to keep such solids in suspension at all rates of flow within the design limits. Adequate provisions should be made to drain segments of channels which are not being used due to alternate flow patterns.

7.4.1.1.2 Measuring Devices

Devices should be installed for indicating flow rates of raw sewage or primary effluent, return sludge and air to each tank unit. For plants designed for sewage flows of 5000 m³/d or more, these devices should totalize and record, as well as indicate flows. Where the design provides for all return sludge to be mixed with the raw sewage (or primary effluent) at one location, then the mixed liquor flow rate to each aeration unit should be measured.

7.4.1.1.3 Freeboard

All aeration tanks should have a freeboard of not less than 450 mm. Additional freeboard or windbreak may be necessary to protect against freezing or windblown spray. If a mechanical surface aerator is used, the freeboard should not be less than 900 mm.

7.4.1.2 Aeration Equipment

7.4.1.2.1 General

Oxygen requirements generally depend on maximum BOD loading, degree of treatment and level of suspended solids concentration to be maintained in the aeration tank mixed liquor. Aeration equipment shall be capable of maintaining a minimum of 2.0 mg/l of dissolved oxygen in the mixed liquor at all times and providing thorough mixing of the mixed liquor. In the absence of experimentally determined values, the design oxygen requirements for all activated

7.4.1.1.1 Entrées et sorties

a. Régulation

Les entrées et les sorties de chaque compartiments d'un bassin d'aération doivent être munies de soupapes, de vannes, de plaques de butée, de déversoirs ou d'autres dispositifs permettant de réguler le débit acheminé vers chaque compartiments et de maintenir un niveau de liquide relativement constant. Les propriétés hydrauliques du système doivent permettre le traitement de la charge hydraulique instantanée de pointe théorique lorsqu'un compartiment est hors service. Le déversoir de sortie pour un fossé d'oxydation doit pouvoir être facilement réglé par des moyens mécaniques.

b. Tuyauterie

Les canaux, conduites et canalisations qui transportent des liquides chargés de solides en suspension doivent être conçus pour maintenir les vitesses d'autocurage ou subir une agitation permettant de maintenir ces solides en suspension à tous les débits, à l'intérieur des limites de conception. Il convient de prendre des mesures appropriées pour drainer les tronçons de canaux inutilisés en raison de l'alternation des circuits d'écoulement.

7.4.1.1.2 Dispositifs de mesure

L'installation devrait comprendre des dispositifs qui indiquent le débit d'eaux usées brutes ou d'effluents primaires, des boues de retour et de l'air acheminé vers chaque bassin. Dans le cas des usines conçues pour épurer des débits d'eaux usées de 5 000 m³/j ou plus, ces dispositifs devraient non seulement indiquer les débits mais aussi les totaliser et les enregistrer. Lorsqu'on prévoit dans la conception le mélange de toutes les boues en retour avec les eaux brutes (ou effluents primaires) à un emplacement, le débit de la liqueur mixte vers chaque cuve devrait alors être mesuré.

7.4.1.1.3 Franc-bord

Tous les bassins d'aération devraient avoir un franc-bord d'au moins 450 mm. Il peut être nécessaire de prévoir un franc-bord plus importante ou l'installation d'un brise-vent pour protéger le bassin contre le gel ou prévenir la formation d'embrun sous l'effet du vent. Si un aérateur de surface mécanique est utilisé, le franc-bord ne devrait pas être inférieur à 900 mm.

7.4.1.2 Équipement d'aération

7.4.1.2.1 Généralités

La demande d'oxygène dépend généralement de la charge maximale de DBO, du niveau de traitement et de la concentration de solides en suspension à maintenir dans la liqueur mixte du bassin d'aération. L'équipement d'aération doit pouvoir maintenir en tout temps une teneur en oxygène dissous d'au moins 2,0 mg/l dans la liqueur mixte et assurer un mélange homogène de la liqueur. En l'absence de valeurs déterminées de façon expérimentale, la demande nominale en oxygène dissous pour tous les procédés de traitement par boues activées

sludge processes shall be 1.1 kg O₂/kg peak BOD₅ applied to the aeration tanks with the exception of the extended aeration process, for which the value shall be 1.5. In the case of nitrification, the oxygen requirement for oxidizing ammonia must be added to the above requirement for carbonaceous BOD removal. The nitrogen oxygen demand (NOD) shall be taken as 4.6 times the diurnal peak TKN content of the influent. In addition, the oxygen demands due to recycle flows - heat treatment supernatant, vacuum filtrate, elutriates, etc. - must be considered due to the high concentrations of BOD and TKN associated with such flows.

Careful consideration should be given to maximizing oxygen utilization per unit power input. Unless flow equalization is provided, the aeration system should be designed to match diurnal organic load variation while economizing on power input.

7.4.1.2.2 Variable Oxygenation Capacity

Consideration should be given to reducing power requirements of aeration systems by varying oxygenation capacity to match oxygen demands within the system. Such a system would utilize automatic D.O. probes in each aeration basin to measure dissolved oxygen levels.

7.4.1.2.3 Mixing Requirements

The aeration system which is selected must not only satisfy the oxygen requirements of the mixed liquor, but must also provide sufficient mixing to ensure that the mixed liquor remains in suspension. The power levels necessary to achieve uniform dissolved oxygen and mixed liquor suspended solids concentrations are shown in Table 7.2.

doit être de 1,1 kg O₂ par kilogramme de DBO₅ de pointe, appliquée aux bassins d'aération, à l'exception du procédé d'aération prolongée, pour lequel cette valeur doit être portée à 1,5. Dans le cas de la nitrification, la demande d'oxygène pour l'oxydation de l'ammoniac doit s'ajouter aux valeurs ci-dessus pour l'élimination de la DBO des matières carbonées. La demande en oxygène azoté (D.O.A.) doit être égale à 4,6 fois la teneur diurne de pointe en ATK de l'influent. Il faut par ailleurs tenir compte de la demande en oxygène due aux débits de recyclage — surnageant de traitement thermique, filtrat de filtre à vide, boues éluutriées, etc. — en raison des fortes concentrations d'ATK et de DBO associées à ces débits.

Il faudrait s'efforcer de maximiser l'utilisation de l'oxygène par unité de puissance appelée. À moins qu'un équilibrage du débit soit prévu, le système d'aération devrait être conçu en fonction des variations diurnes de la charge organique et favoriser une réduction de la consommation d'énergie.

7.4.1.2.2 Capacité d'oxygénation variable

On devrait envisager de réduire la demande énergétique des systèmes d'aération en faisant varier la capacité d'oxygénation en fonction des demandes en oxygène à l'intérieur du système. Des sondes automatiques à O.D. seraient alors installées dans chaque bassin pour mesurer les niveaux d'oxygène dissous.

7.4.1.2.3 Exigences de mélange

Le système d'aération retenu doit non seulement satisfaire à la demande en oxygène de la liqueur mixte mais aussi assurer un mélange qui garantira le maintien en suspension de la liqueur. Le tableau 7.2 indique la consommation d'énergie nécessaire pour obtenir des niveaux uniformes d'oxygène dissous et des matières en suspension dans la liqueur mixte.

TABLE 7.2 TABLEAU 7.2	AERATION MIXING REQUIREMENTS DEMANDE ÉNERGÉTIQUE POUR L'AÉRATION ET LE MÉLANGE	
AERATION SYSTEM SYSTÈME D'AÉRATION	FOR UNIFORM D.O. LEVELS POUR DES NIVEAUX D'O.D. UNIFORMES	FOR UNIFORM MLSS LEVELS POUR DES NIVEAUX DE SSLM UNIFORMES
MECHANICAL MÉCANIQUE	1.6 - 2.5 W/m ³	16 - 25 W/m ³
DIFFUSED (COARSE BUBBLE, SPIRAL ROLL) PAR DIFFUSION D'AIR (GROSSES BULLES, MOUVEMENT DE ROULEAU)	---	0.33 l/m ³ ·s
DIFFUSED (FINE BUBBLE DOMES, FULL FLOOR COVERAGE) PAR DIFFUSION D'AIR (DÔMES À PETITES BULLES, COUVERTURE COMPLÈTE DU FOND)	---	0.6 l/m ² ·s

NOTES:

1. Mixing requirements vary with basin geometry, MLSS concentrations, placement of aeration devices, pumping efficiency of aerators, etc. Wherever possible, refer to full-scale testing results for the particular aerator being considered.
2. l/m³·s refers to volume of air per second per volume of aeration tank.
3. l/m²·s refers to volume of air per second per horizontal cross-sectional area of aeration tank.

7.4.1.2.4 Back-up Requirements

Aeration systems will require facilities to permit continuous operation, or minimal disruption, in the event of equipment failure. The following factors should be considered when designing the back-up requirements for aeration systems:

- effect on the aeration capacity if a piece of equipment breaks down, or requires maintenance (for instance, the breakdown of one or two blowers will have a greater effect on capacity than the breakdown of one or four mechanical aerators);
- time required to perform the necessary repair and maintenance operations;
- the general availability of spare parts and the time required to obtain delivery and installation; and
- means other than duplicate equipment to provide the necessary capacity in the event of a breakdown (for instance, using over-sized mechanical aerators with adjustable weirs to control power draw and oxygenation capacity,

NOTES :

1. Les exigences de mélange varient selon la géométrie du bassin, les concentrations de MSLM, l'emplacement des dispositifs d'aération, l'efficacité de pompage des aérateurs, etc. Dans la mesure du possible, il faut consulter les résultats des essais en vraie grandeur pour l'aérateur considéré.
2. l/m³·s désigne le volume d'air par seconde par unité de volume du bassin d'aération.
3. l/m²·s désigne le volume d'air par seconde par unité d'aire transversale horizontale du bassin d'aération.

7.4.1.2.4 Fonctionnement d'urgence

Les installations des systèmes d'aération doivent permettre d'assurer un fonctionnement ininterrompu ou de réduire au minimum les interruptions, en cas de défaillance d'un équipement. Il convient de tenir compte des facteurs suivants au moment d'élaborer les exigences relatives à l'équipement d'appoint des systèmes d'aération :

- l'effet sur la capacité d'aération du bris ou de l'entretien d'une pièce d'équipement (par exemple, le bris d'un des deux soufflantes aura un effet plus marqué sur la capacité que le bris d'un des quatre aérateurs mécaniques);
- le temps nécessaire à l'exécution des travaux de réparation ou d'entretien;
- la disponibilité générale des pièces de rechange et les délais de livraison et d'installation; et
- les moyens autres que la fourniture d'équipement en double pour maintenir la capacité d'aération en cas de bris (par exemple, l'utilisation d'aérateurs mécaniques surdimensionnés avec entré d'air réglables pour réguler la consommation de courant et

or using two speed mechanical aerators, etc.).

Generally considerations such as the above will mean that diffused aeration systems will require a standby blower but mechanical aeration systems may not require standby units, depending upon the number of duty units, availability of replacement parts, etc.

7.4.1.2.5 *Oxygen Transfer and Oxygen Transfer Efficiency*

Aeration equipment must be designed to carry out its functions under conditions much different than those under which it may be tested by the equipment supplier. The bulk of oxygen transfer tests are conducted under conditions commonly referred to as standard or are corrected to standard conditions.

The designer, therefore, must test the unit under standard conditions and project its efficiency to the mixed liquor, or conduct the test in the mixed liquor. In either case, there are intricacies (related to aerator testing) involved in making this conversion from one condition to another. It is good practice to work with the suppliers when selecting aerators to discuss and agree on, at the time of design, the planned test procedure and interpretation of results.

It is most common to express the oxygenation rate of a particular activated sludge aeration device either as standard oxygen rate (SOR) or actual oxygen rate (AOR), both in Kg of oxygen transferred per hour. Either value is considered to be determinable, given the other and its transfer environment. Methods used to calculate oxygen transfer for conditions other than standard, or to correct to standard conditions the results obtained by mixed liquor testing are as follows:

Mechanical surface aerators:

$$AOR = \alpha(SOR) (\beta(C_{sw}-C_0)/C_s) \theta^{(T-20)} \quad (1)$$

Diffused air and submerged turbine aerators:

$$AOR = \alpha(SOR) (\beta(C_{sc}-C_0)/C_s) \theta^{(T-20)} \quad (2)$$

α = relative rate of oxygen transfer as compared to clean water, dimensionless [equal to 1.0 under standard conditions. Mixed liquor range is 0.6 (near basin influent) to 0.94, with the higher value representative of well-treated wastes; values generally range from 0.8 to 0.94; initial stages of plug flow systems may have very low α ; industrial wastes may reduce α];

la capacité d'oxygénation ou d'aérateurs mécaniques à deux vitesses, etc.).

En général, les facteurs mentionnés ci-dessus supposent que les systèmes d'aération par diffusion d'air devront être dotés d'une soufflante de secours, mais il peut ne pas être nécessaire de prévoir de l'équipement de secours pour les systèmes d'aération mécaniques, selon le nombre d'unités en service, la disponibilité des pièces de rechange, etc.

7.4.1.2.5 *Transfert d'oxygène et efficacité du transfert*

L'équipement d'aération doit être conçu pour remplir ses fonctions dans des conditions très différentes de celles dans lesquelles il peut être mis à l'essai par le fournisseur. La plus grande partie des essais de transfert d'oxygène sont menés dans des conditions dites normalisées ou ramenées à des conditions normalisées.

Le concepteur doit donc mettre l'équipement à l'essai dans des conditions normalisées et faire une projection de l'efficacité en fonction de la liqueur mixte ou effectuer l'essai dans la liqueur mixte. Dans les deux cas, la conversion d'un système à l'autre pose des difficultés (liées à l'essai des aérateurs). Il est recommandé de consulter les fournisseurs au moment de choisir les aérateurs et de déterminer conjointement, au moment de la conception, la méthode d'essai à utiliser et s'entendre sur l'interprétation des résultats.

Le taux d'oxygénation d'un dispositif donné d'aération des boues activées est exprimé sous forme de « capacité d'oxygénation standard » (COS) ou de « capacité effective d'oxygénation » (CEO), exprimées en kilogrammes d'oxygène transférés par heure. L'une ou l'autre de ces deux valeurs peut être déterminée si l'on connaît l'autre valeur et le milieu de transfert. On peut utiliser les méthodes suivantes pour calculer le transfert d'oxygène dans des conditions autres que les conditions normalisées ou pour ramener aux conditions normalisées les résultats obtenus dans les essais sur la liqueur mixte :

Aérateurs mécaniques de surface :

$$CEO = \alpha(COS) (\beta(C_{sw}-C_0)/C_s) \theta^{(T-20)} \quad (1)$$

Aérateurs de diffusion d'air et à turbine noyée :

$$CEO = \alpha(COS) (\beta(C_{sc}-C_0)/C_s) \theta^{(T-20)} \quad (2)$$

α = taux relatif de transfert d'oxygène par rapport à l'eau saine, sans dimension [égal à 1,0 dans des conditions normalisées. La plage pour la liqueur mixte est de 0,6 (près du point d'entrée de l'influent) à 0,94, la valeur la plus élevée correspondant aux eaux usées bien épurées; les valeurs varient généralement de 0,8 à 0,94; les stades initiaux des systèmes à écoulement en piston peuvent afficher une valeur de α très faible; la présence de rejets industriels peut réduire la valeur de α];

β = relative oxygen saturation value as compared to clean water, dimensionless [equal to 1.0 under standard conditions. Mixed liquor range to 0.9 to 0.97, with upper level seen in well-treated wastes];

θ = temperature correction constant, 1.024;

C_s = oxygen saturation value of clean water at standard conditions, 9.17 mg/l;

C_{sw} = saturation value of clean water at the surface, at site conditions of temperature, T, and actual barometric pressure, P_a ;

C_{sc} = corrected C_s value for water depth, D, and oxygen content of gaseous phase, mg/l;

C_0 = initial (or steady state) DO level mg/l [equal to 0.0 mg/l under standard conditions. Mixed liquor values range from 1.5 to 2.0 mg/l at average oxygen uptake conditions], and

T = Temperature of bulk liquid, °C [equal to 20°C under standard conditions. Mixed liquor values range from 5° to 30°C; highest operating temperature is most conservative in terms of design (C_s and $\theta^{(20-T)}$ to self-correct)].

In the absence of experimentally determined alpha and beta factors, wastewater transfer efficiency shall be assumed to be 50% of clean water efficiency for plants treating primarily (90% or greater) domestic sewage. Treatment plants where the waste contains higher percentages of industrial wastes shall use a correspondingly lower percentage of clean water efficiency and shall have calculations submitted to justify such a percentage.

Oxygen transfer efficiencies are generally represented in terms of kg of O_2 transferred per MJ. Manufacturers of aeration equipment will generally designate the specific equipment O_2 transfer rate as Ns (the standard transfer efficiency or rated capacity). The rated capacity can be expressed as:

$$Ns = \frac{SOR}{\text{Total Power Consumed}} \quad (3)$$

(by mixer/aerator, pump, blower)

The designer must therefore use equation (3) to determine the AOR as described in equation (1) or (2).

β = saturation relative en oxygène par rapport à l'eau saine, sans dimension [égal à 1,0 dans des conditions normalisées. Pour la liqueur mixte, les valeurs varient de 0,9 à 0,97, la valeur la plus élevée correspondant à des eaux usées bien épurées];

θ = constante de correction de température, 1,024;

C_s = valeur de saturation en oxygène de l'eau saine dans des conditions normalisées, 9.17 mg/l;

C_{sw} = valeur de saturation de l'eau saine en surface, dans les conditions locales de température, T, et à la pression barométrique réelle, P_a ;

C_{sc} = valeur C_s corrigée en fonction de la profondeur d'eau, D, et de la teneur en oxygène de la phase gazeuse, en mg/l;

C_0 = niveau initial (ou à l'état stationnaire) d'O.D., en mg/l [égal à 0,0 mg/l dans des conditions normalisées. Pour la liqueur mixte, les valeurs varient de 1,5 à 2,0 mg/l dans des conditions de consommation moyenne d'oxygène];

T = température de la phase liquide, en °C [égal à 20°C dans des conditions normalisées. Pour la liqueur mixte, les valeurs varient de 5 à 30°C; la température de service la plus élevée est la plus prudente pour les besoins de la conception (C_s et $\theta^{(20-T)}$ à auto-corriger)].

En l'absence de facteurs alpha et bêta déterminés de façon expérimentale, on doit utiliser pour les eaux usées un rendement hypothétique de transfert correspondant à 50 % du rendement de transfert de l'eau saine pour les usines qui épurent essentiellement (dans une proportion de 90 % ou plus) des eaux usées domestiques. Dans les usines d'épuration où les eaux usées contiennent des pourcentages plus élevés de rejets industriels, on doit réduire proportionnellement le pourcentage de rendement et soumettre les calculs qui justifient l'utilisation de ce pourcentage.

Le rendement de transfert d'oxygène est généralement exprimé en kilogrammes d' O_2 transférés par mégajoule. Les fabricants d'équipement d'aération désigneront généralement le taux de transfert d' O_2 d'un équipement donné par la mention Ns (rendement de transfert normalisé ou capacité nominale). La capacité nominale peut être exprimée par l'équation suivante :

$$Ns = \frac{COS}{\text{Puissance totale consommée}} \quad (3)$$

(par les mélangeurs, les aérateurs, les pompes et les ventilateurs)

Le concepteur doit donc employer l'équation (3) pour déterminer la CEO, comme il est indiqué dans l'équation (1) ou (2).

7.4.1.2.6 *Characteristics of Aeration Equipment*

Table 7.3 outlines various characteristics of some typical aeration equipment.

7.4.1.2.7 *Diffused Air Systems*

Typical air requirements for all activated sludge processes except extended aeration (assuming equipment capable of transmitting to the mixed liquor the amount of oxygen required in Section 7.4.1.2.1) is 100 cu. metres per kg of BOD₅ peak aeration tank loading. For the extended aeration process the value is 125 m³.

Air requirements for diffused air systems should be augmented as required by consideration of the following items:

- a. To the air requirements calculated shall be added air required for channels, pumps, aerobic digesters or other air-use demand.
- b. The specified capacity of blowers or air compressors, particularly centrifugal blowers, should take into account that the air intake temperature may reach 40°C or higher and the pressure may be less than normal. The specified capacity of the motor drive should also take into account that the intake air may be -30°C or less and may require oversizing of the motor or a means of reducing the rate of air delivery to prevent overheating or damage to the motor.
- c. The blowers shall be provided in multiple units, so arranged and in such capacities as to meet the maximum air demand with the single largest unit out of service. The design shall also provide for varying the volume of air delivered in proportion to the load demand of the plant. Aeration equipment shall be easily adjustable in increments and shall maintain solids suspension within these limits.
- d. Diffuser systems shall be capable of providing for the diurnal peak oxygen demand or 200% of the design average day oxygen demand, whichever is larger. The air diffusion piping and diffuser system shall be capable of delivering normal air requirements with minimal friction losses.

7.4.1.2.6 *Caractéristiques de l'équipement d'aération*

Le tableau 7.3 indique les caractéristiques de certains équipements d'aération types.

7.4.1.2.7 *Systèmes d'aération par diffusion d'air*

La demande d'air type pour tous les procédés de traitement par boues activées, sauf l'aération prolongée (dans l'hypothèse où l'équipement peut transmettre à la liqueur mixte la quantité d'oxygène exigée à la section 7.4.1.2.1), est de 100 m³/m par kilogramme de charge de pointe de DBO₅ dans le bassin d'aération. Pour le procédé d'aération prolongée, la valeur est de 125 m³.

Pour les systèmes d'aération par diffusion d'air, il convient d'augmenter au besoin la demande d'air en tenant compte des éléments suivants :

- a. À la demande d'air calculée, il faut ajouter l'air nécessaire aux canaux, aux pompes et aux digesteurs aérobies ainsi que les autres demandes d'air.
- b. Le débit exigé des soufflantes ou des compresseurs d'air, en particulier des soufflantes centrifuges, devrait tenir compte du fait que la température de l'air à l'admission peut atteindre 40°C ou plus et que la pression peut être inférieure à la normale. La puissance exigée de l'entraînement du moteur devrait aussi tenir compte du fait que la température de l'air à l'admission peut être de -30°C ou moins et qu'il peut être nécessaire de surdimensionner le moteur ou de prendre des mesures pour réduire le débit d'air pour éviter que le moteur ne surchauffe ou ne soit endommagé.
- c. Il faut prévoir plusieurs soufflantes, dont la configuration et le débit permettront de satisfaire à la demande d'air maximale lorsque le plus gros appareil est hors service. Il faut aussi prévoir, dans la conception, la possibilité de faire varier le volume d'air fourni en proportion de la charge de l'usine. L'équipement d'aération doit être facilement réglable par incréments et il doit pouvoir maintenir les solides en suspension à l'intérieur de ces limites.
- d. Les systèmes de diffusion doivent pouvoir satisfaire à la demande diurne maximale en oxygène ou à 200 % de la demande quotidienne moyenne d'oxygène, suivant la valeur la plus élevée. Les conduites de diffusion d'air et le système de diffusion doivent pouvoir fournir la quantité normale d'air exigée avec un minimum de pertes par friction.

TABLE 7.3 - CHARACTERISTICS OF SOME AERATION EQUIPMENT					
EQUIPMENT TYPE	EQUIPMENT CHARACTERISTICS	PROCESS WHERE USED	ADVANTAGES	DISADVANTAGES	REPORTED TRANSFER EFFICIENCY* (kg/MJ) FOR STD. CONDITIONS, 0 DO, 20°C, 101 KPa, AND CLEAN WATER
DIFFUSED AIR: A. BUBBLER POROUS DIFFUSERS	PRODUCE FINE-TO-MEDIUM BUBBLES. MADE OF CERAMIC DOMES, PLATES, TUBES, OR PLASTIC-CLOTH TUBE OR BAG.	HIGH RATE. CONVENTIONAL EXTENDED, STEP, MODIFIED, CONTACT-STABILIZATION, ACTIVATED SLUDGE PROCESS.	GOOD MIXING; MAINTAINS LIQUID TEMPERATURE; VARYING AIR-FLOW PROVIDES GOOD OPERATIONAL FLEXIBILITY.	HIGH INITIAL AND MAINTENANCE COSTS; AIR FILTERS NEEDED; SPIRAL CONFIGURATION LIMITS TANK GEOMETRY.	0.31 - 0.42
NONPOROUS DIFFUSERS	MADE IN BUBBLE CAP, NOZZLE, VALVE, ORIFICE, OR SHEAR TYPES. THEY PRODUCE COARSE OR LARGE BUBBLES. SOME MADE OF PLASTIC WITH CHECK VALVE DESIGN.	SAME AS FOR POROUS DIFFUSERS.	NON-CLOGGING; MAINTAINS LIQUID TEMPERATURE; LOW MAINTENANCE COST.	HIGH INITIAL COST; LOW OXYGEN TRANSFER EFFICIENCY; HIGH POWER COST. FOULING MAY OCCUR.	0.2 - 0.31
B. TUBULAR	PRODUCES HIGH SHEAR AND ENTWINMENT AS WATER-AIR MIXTURE IS FORCED THROUGH VERTICAL CYLINDER CONTAINING STATIC MIXING ELEMENTS. CYLINDER CONSTRUCTION IS METAL OR PLASTIC.	PRIMARILY AERATED LAGOON APPLICATIONS.	ECONOMICALLY ATTRACTIVE; LOW MAINTENANCE; HIGH TRANSFER EFFICIENCIES FOR DIFFUSED AIR SYSTEMS. WELL SUITED FOR AERATED LAGOON APPLICATIONS.	ABILITY TO ADEQUATELY MIX REACTOR FEEDS. CONTENTS IS QUESTIONABLE. APPLICATION FOR USE IN HIGH RATE BIOLOGICAL SYSTEMS UNCONFIRMED.	0.31 - 0.44
C. JET	COMPRESSED AIR AND PUMPED LIQUID ARE VIOLENTLY INTERMIXED IN NOZZLE AND AT DISCHARGE INTO VESSEL.	SAME AS FOR BUBBLER DIFFUSER.	SUITED FOR DEEP TANKS; MODERATE COST.	TANK GEOMETRY LIMITED. CLOGGING OF NOZZLE REQUIRES BLOWER AND PUMP. PRIMARY TREATMENT REQUIRED.	0.43 - 0.60
MECHANICAL SURFACE: A. RADIAL FLOW, LOW SPEED 20 - 60 RPM	LOW OUTPUT SPEED; LARGE DIAMETER TURBINE, FLOATING, FIXED-BRIDGE OR PLATFORM MOUNTED. USED WITH GEAR REDUCER.	SAME AS FOR BUBBLER DIFFUSER.	TANK DESIGN FLEXIBILITY; HIGH PUMPING CAPACITY.	SOME ICING IN COLD CLIMATES. INITIAL COST HIGHER THAN AXIAL FLOW AERATORS. GEAR REDUCER MAY CAUSE MAINTENANCE PROBLEMS.	0.34 - 0.76
B. AXIAL FLOW 300 - 1200 RPM	HIGH OUTPUT SPEED. SMALL DIAMETER PROPELLER. THEY ARE DIRECT, MOTOR DRIVEN UNITS MOUNTED ON FLOATING STRUCTURE.	AERATED LAGOONS AND REAERATION.	LOW INITIAL COST; EASY TO ADJUST TO VARYING WATER LEVEL FLEXIBLE OPERATION.	SOME ICING IN COLD CLIMATES; POOR MAINTENANCE ACCESSIBILITY. MIXING CAPACITY MAY BE INADEQUATE.	0.34 - 0.43
C. BRUSH ROTOR	LOW OUTPUT SPEED; USED WITH GEAR REDUCER.	OXIDATION DITCH, APPLIED EITHER AS AN AERATED LAGOON OR AS AN ACTIVATED SLUDGE.	MODERATE INITIAL COST. GOOD MAINTENANCE ACCESSIBILITY.	SUBJECT TO OPERATIONAL VARIABLES WHICH MAY AFFECT EFFICIENCY. TANK GEOMETRY IS LIMITED.	0.43 - 0.60
SUBMERGED TURBINE	UNITS CONTAIN A LOW SPEED TURBINE AND PROVIDE COMPRESSED AIR TO DIFFUSER RINGS OR OPEN PIPE. FIXED-BRIDGE APPLICATION.	SAME AS FOR BUBBLER DIFFUSER.	GOOD MIXING; HIGH CAPACITY INPUT PER UNIT VOLUME; DEEP TANK APPLICATION; OPERATIONAL FLEXIBILITY. NO ICING OR SPLASH.	REQUIRE BOTH GEAR REDUCER AND BLOWER; HIGH TOTAL POWER REQUIREMENTS; HIGH COST.	0.29 - 0.43

* REPORTED EFFICIENCY VARIES BECAUSE OF TANK GEOMETRY, DESIGN AND OTHER FACTORS.

TABLEAU 7.3 — CARACTÉRISTIQUES DE CERTAINS ÉQUIPEMENTS D'AÉRATION

TYPE D'ÉQUIPEMENT	CARACTÉRISTIQUES	APPLICATIONS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	RENDEMENT DE TRANSFERT OBSERVÉ* (KG/MJ) DANS DES CONDITIONS NORMALISÉES, 0 OD, 20°C, 101 kPa, EAU PROPRE
DIFFUSION D'AIR : A. BARBOTEURS POREUX	PRODUISENT DES BULLES FINES À MOYENNES; DÔMES, PLAQUES, TUBES EN CÉRAMIQUE OU TUBE OU SAC EN TOILE PLASTIQUE	PROCÉDÉS D'AÉRATION OU DE STABILISATION PAR BOUES ACTIVÉES À FORTE CHARGE, CLASSIQUE, PROLONGÉE, ÉTAGÉE, PAR CONTACT	BON MÉLANGE, MAINTIENNENT LA TEMPÉRATURE DU LIQUIDE, LE DÉBIT D'AIR VARIABLE OFFRE UNE BONNE SOUPLESSE DE FONCTIONNEMENT	COÛT INITIAL ET D'ENTRETIEN ÉLEVÉS, EXIGENT DES FILTRES À AIR, LA CONFIGURATION EN SPIRALE NE CONVIENT PAS À TOUTES LES GÉOMÉTRIES DE BASSIN	0,31 – 0,42
DIFFUSEURS NON POREUX	CALOTTE DE BARBOTAGE, BUSE, SOUPAPE, ORIFICE OU DE TYPE À CISAILEMENT, PRODUISENT DE GROSSES BULLES OU DES BULLES GROSSIÈRES, CERTAINS SONT FAITS DE PLASTIQUE AVEC CLAPET ANTI-RETOUR	COMME POUR LES DIFFUSEURS POREUX	NON COLMATABLES, MAINTIENNENT LA TEMPÉRATURE DU LIQUIDE, FAIBLE COÛTS D'ENTRETIEN	COÛT INITIAL ÉLEVÉ, FAIBLE RENDEMENT DE TRANSFERT D'OXYGÈNE, COÛT ÉNERGÉTIQUE ÉLEVÉ, ENCRASSEMENT POTENTIEL	0,2 – 0,31
B. TUBULAIRES	PRODUISENT DES FORCES DE CISAILEMENT ET D'ENTRAÎNEMENT ÉLEVÉES LORSQUE LE MÉLANGE AIR-EAU EST PROPULSÉ DANS LE CYLINDRE VERTICAL CONTENANT DES ÉLÉMENTS DE MÉLANGE STATIQUES, CONSTRUCTION EN MÉTAL OU EN PLASTIQUE	SURTOUT DANS LES ÉTANGS AÉRÉS	ÉCONOMIQUES, ENTRETIEN MINIMAL, RENDEMENT DE TRANSFERT ÉLEVÉ POUR LES SYSTÈMES À DIFFUSION D'AIR, CONVIENT AUX ÉTANGS AÉRÉS	CAPACITÉ DISCUTABLE À BIEN MÉLANGER LE CONTENU DU BASSIN, APPLICATION DANS LES SYSTÈMES BIOLOGIQUES À FORTE CHARGE NON CONFIRMÉE	0,31 – 0,44
C. À JET	L'AIR COMPRIMÉ ET LE LIQUIDE POMPÉ SONT VIGOREUSEMENT MÉLANGÉS DANS LA BUSE AVANT D'ÊTRE INTRODUITS DANS LE BASSIN	COMME POUR LES AÉRATEURS À BARBOTAGE	CONVIENNENT AUX BASSINS PROFONDS, COÛT MODÉRÉ	NE CONVIENT PAS À TOUTES LES GÉOMÉTRIES DE BASSIN, COLMATAGE DES BUSES, NÉCESSITENT UN SOUFFLEMENT ET UNE POMPE, TRAITEMENT PRIMAIRE NÉCESSAIRE	0,43 – 0,60
AGITATEURS MÉCANIQUES DE SURFACE : A. ÉCOULEMENT RADIAL, FAIBLE VITESSE — 20 À 60 TR/MIN	FAIBLE VITESSE DE SORTIE, TURBINE DE FORT DIAMÈTRE, PONT FLOTTANT FIXE OU MONTÉ SUR PLATE-FORME, AVEC RÉDUCTEUR DE VITESSE	COMME POUR LES AÉRATEURS À BARBOTAGE	SOUPLESSE EN MATIÈRE DE CONCEPTION DU BASSIN, CAPACITÉ DE POMPAGE ÉLEVÉE	GIVRAGE POTENTIEL DANS LES CLIMATS FROIDS, COÛT INITIAL PLUS ÉLEVÉ QUE POUR LES AÉRATEURS À FLUX AXIAL, LE RÉDUCTEUR DE VITESSE PEUT CAUSER DES PROBLÈMES D'ENTRETIEN	0,34 – 0,76
B. ÉCOULEMENT AXIAL — 300 À 1200 TR/MIN	VITESSE DE SORTIE ÉLEVÉE, HÉLICE DE FAIBLE DIAMÈTRE, ENTRAÎNEMENT DIRECT PAR MOTEUR, MONTÉS SUR UN OUVRAGE FLOTTANT	ÉTANGS AÉRÉS ET PRÉAÉRATION	FAIBLE COÛT INITIAL, FACILEMENT AJUSTABLES À DES NIVEAUX D'EAU VARIABLES, SOUPLESSE DE FONCTIONNEMENT	GIVRAGE POTENTIEL DANS LES CLIMATS FROIDS, PEU ACCESSIBLES AUX FINS D'ENTRETIEN, LA CAPACITÉ DE MÉLANGE PEUT ÊTRE INSUFFISANTE	0,34 – 0,43
C. À BROSEE	FAIBLE VITESSE DE SORTIE, AVEC RÉDUCTEUR DE VITESSE	FOSSÉS D'OXYDATION SERVANT D'ÉTANGS AÉRÉS OU AU TRAITEMENT PAR BOUES ACTIVÉES	COÛT INITIAL MODÉRÉ, ACCESSIBLES AUX FINS D'ENTRETIEN	SOUJETS À DES VARIABLES DE FONCTIONNEMENT POUVANT RÉDUIRE L'EFFICACITÉ, NE CONVIENT PAS À TOUTES LES GÉOMÉTRIES DE BASSIN	0,43– 0,60
TURBINES IMMERGÉES	TURBINES À FAIBLE VITESSE, FOURNISSENT DE L'AIR COMPRIMÉ AUX BAGUES DE DIFFUSEUR OU AUX CONDUITES OUVERTES, AVEC PONT FIXE	COMME POUR LES AÉRATEURS À BARBOTAGE	BON MÉLANGE, RENDEMENT ÉLEVÉ PAR UNITÉ, POUR BASSINS PROFONDS, SOUPLESSE DE FONCTIONNEMENT, PAS DE GIVRAGE OU D'ÉCLABOUSSURES	NÉCESSITENT UN RÉDUCTEUR DE VITESSE ET UNE SOUFFLANTE, DEMANDE ÉNERGÉTIQUE TOTALE ÉLEVÉE, COÛT ÉLEVÉ	0,29 – 0,43

* Le rendement de transfert observé varie en fonction des caractéristiques de conception, de la forme du bassin et d'autres facteurs

Air piping systems should be designed such that total head loss from the blower outlet (or silencer outlet where used) to the diffuser inlet does not exceed 3.4 kPa at average operating conditions.

The spacing of diffusers should be in accordance with the oxygen requirements through the length of the channel or tank and should be designed to facilitate adjustment of their spacing without major revision to air header piping. Fifty per cent blanks should be provided in at least the first half of the aeration system, for possible addition of more diffusers if found necessary.

All plants shall be designed to incorporate removable diffusers that can be serviced and/or replaced without dewatering the tank.

- e. Individual assembly units of diffusers shall be equipped with control valves, preferably with indicator markings for throttling, or for complete shutoff. Diffusers in any single assembly shall have substantially uniform pressure loss.
- f. Air filters shall be provided in numbers, arrangements and capacities to furnish at all times an air supply sufficiently free from dust to prevent damage to blowers and clogging of the diffuser system used. Blowers must have silencers, flexible connections and gauges.
- g. Blowers which require internal lubrication are not desirable because of the danger of diffuser clogging from oil being carried in the air stream. Water-piston-type compressors are not desirable because they increase the condensation in the air system, resulting in a more severe corrosion problem in the piping and greater pressure loss required to pass the condensate through the diffusers.

7.4.1.2.8 Mechanical Aeration Systems

a. Oxygen Transfer Performance

The mechanism and drive unit shall be designed for the expected conditions in the aeration tank in terms of the power performance. Certified testing shall verify mechanical aerator performance. In the absence of specific design information, the oxygen requirements shall be calculated using a transfer rate not to exceed 1.22 kg O₂/kW·h in clean water under standard conditions.

b. Design Requirements

- 1. maintain a minimum of 2.0 mg/l dissolved oxygen in the mixed liquor at all times throughout the tank or basin.

Les réseaux de conduits d'air devraient être conçus de manière que la perte de charge totale entre la sortie de la soufflante (ou à la sortie du silencieux, le cas échéant) et l'entrée du diffuseur ne dépasse pas 3,4 kPa dans les conditions moyennes de service.

L'espacement des diffuseurs devrait être compatible avec la demande d'oxygène sur toute la longueur du canal ou du bassin et devrait être calculé de manière qu'il puisse être facilement modifié sans révision importante des conduits d'air. Cinquante pour cent d'emplacements de réserve devraient être prévus dans au moins la première moitié du système d'aération pour permettre l'ajout de diffuseurs si le besoin s'en fait sentir.

Toutes les usines doivent comporter des diffuseurs amovibles pour pouvoir en faire l'entretien ou le remplacement sans avoir à assécher le bassin.

- e. Les ensembles de diffuseurs doivent être dotés de vannes de régulation, de préférence avec indicateurs de ralenti et d'arrêt complet. À l'intérieur de chaque ensemble, les diffuseurs doivent présenter une perte de charge à peu près uniforme.
- f. On doit prévoir des filtres à air dont le nombre, la configuration et la capacité permettront de fournir en tout temps de l'air raisonnablement exempt de poussière pour prévenir les dommages aux soufflantes et le colmatage du système de diffusion utilisé. Les soufflantes doivent être munies de silencieux, de raccords flexibles et de manomètres.
- g. Les soufflantes qui nécessitent une lubrification interne ne sont pas souhaitables parce que les diffuseurs risquent d'être colmatés par l'huile entraînée dans le flux d'air. Les compresseurs à piston hydraulique ne sont pas souhaitables parce qu'ils favorisent la condensation dans le circuit d'air, ce qui aggrave les problèmes de corrosion dans les conduits et augmente les pertes de pression lorsque le condensat traverse les diffuseurs.

7.4.1.2.8 Systèmes d'aération mécaniques

a. Rendement du transfert d'oxygène

Le mécanisme et l'entraînement doivent être conçus en fonction des conditions prévues dans le bassin d'aération pour ce qui est du rendement énergétique. Des essais certifiés doivent confirmer la performance des aérateurs mécaniques. En l'absence d'information précise de conception, il faut calculer la demande en oxygène à partir d'un taux de transfert d'au plus 1,22 kg O₂/kW·h dans l'eau saine, dans des conditions normalisées.

b. Exigences de conception

- 1. L'équipement doit permettre de maintenir en tout temps une concentration d'oxygène dissous d'au moins 2,0 mg/l dans la liqueur mixte, dans tous les compartiments ou tout le bassin.

2. maintain all biological solids in suspension.
3. meet maximum oxygen demand and maintain process performance with the largest unit out of service.
4. provide for varying the amount of oxygen transferred in proportion to the load demand on the plant.
5. provide that motors, gear housing, bearings, grease fittings, etc., be easily accessible and protected from inundation and spray as necessary for the proper functioning of the unit.

c. Winter Protection

Due to high heat loss, the mechanism as well as subsequent treatment units shall be protected from freezing where extended cold weather conditions occur.

7.5 ROTATING BIOLOGICAL CONTACTORS

7.5.1 General

7.5.1.1 Applicability

The Rotating Biological Contactor (RBC) process may be used where sewage is amenable to biological treatment. The process may be used to accomplish carbonaceous and/or nitrogenous oxygen demand reductions.

Considerations for the rotating biological contactor (RBC) process should include:

- Raw sewage amenability to biological treatment;
- Pretreatment effectiveness including scum and grease removal;
- Expected organic loadings, including variations;
- Expected hydraulic loadings, including variations;
- Treatment requirements, including necessary reduction of carbonaceous and/or nitrogenous oxygen demand;
- Sewage characteristics, including pH, temperature, toxicity, nutrients;
- Maximum organic loading rate of active disc surface area;
- Minimum detention time at maximum design flow.

2. L'équipement doit permettre de maintenir en suspension tous les solides biologiques.
3. L'équipement doit satisfaire la demande maximale en oxygène et maintenir le rendement du procédé lorsque le plus gros appareil est hors service.
4. L'équipement doit pouvoir faire varier la quantité d'oxygène transféré en proportion de la charge de l'usine.
5. Les moteurs, les carters d'engrenages, les paliers, les raccords graisseurs, etc. doivent être facilement accessibles et protégés contre les inondations et les embruns, s'il y a lieu, afin que le bon fonctionnement des appareils soit assuré.

c. Protection par temps froid

En raison d'importantes pertes de chaleur, le mécanisme ainsi que les unités de traitement subséquentes doivent être protégés contre le gel pendant les périodes de froid prolongées.

7.5 DISQUES BIOLOGIQUES ROTATIFS

7.5.1 Généralités

7.5.1.1 Application

Le procédé des disques biologiques rotatifs peut être utilisé lorsque les eaux usées peuvent être soumises à un traitement biologique. On peut employer ce procédé pour réduire la demande en oxygène des matières carbonées ou la demande en oxygène azoté.

Dans le cas des disques biologiques rotatifs, il convient de tenir compte des facteurs suivants :

- la possibilité de soumettre les eaux usées brutes à un traitement biologique;
- l'efficacité du prétraitement, notamment pour ce qui est l'évacuation du chapeau d'écume et des graisses;
- les charges organiques prévues, ainsi que les variations de charge;
- les charges hydrauliques prévues, ainsi que les variations de charge;
- les exigences d'épuration, notamment la réduction de la demande d'oxygène des matières carbonées et de la demande en oxygène azoté;
- les caractéristiques des eaux usées, dont le pH, la température, la toxicité, les éléments nutritifs;
- le taux de charge organique maximal imposé à la surface active du disque;
- le temps de séjour minimal au débit maximal de conception.

7.5.1.2 Winter Protection (Enclosures)

Wastewater temperature affects rotating contactor performance. Year-round operation requires that rotating contactors be covered to protect the biological growth from cold temperatures and the excessive loss of heat from the wastewater with the resulting loss of performance.

Enclosures shall be constructed of a suitable corrosion resistant material. Windows or simple louvred mechanisms which can be opened in the summer and closed in the winter shall be installed to provide adequate ventilation. To minimize condensation, the enclosure should be adequately insulated and/or heated. Mechanical ventilation should be supplied when the RBC's are contained within a building provided with interior access for personnel.

7.5.1.3 Required Pretreatment

RBC's must be preceded by effective settling tanks equipped with scum and grease collecting devices, unless substantial justification is submitted for other pretreatment devices which provide for effective removal of grit, debris and excessive oil or grease prior to the RBC units. Bar screening or comminution are not sole means of pretreatment.

7.5.1.4 Flow Equalization

For economy of scale, the peaking factor of maximum flow to average daily flow should not exceed 3. Flow equalization should be considered in any instance where the peaking factor exceeds 2.5.

7.5.1.5 Operating Temperature

The temperature of wastewater entering any RBC should not drop below 13°C unless there is sufficient flexibility to decrease the hydraulic loading rate or the units have been increased in size to accommodate the lower temperature. Otherwise, insulation or additional heating must be provided to the plant.

7.5.1.6 Design Flexibility

Adequate flexibility in process operation should be provided by considering one or more of the following:

- a) Variable rotational speeds in first and second stages;
- b) Multiple treatment trains;
- c) Removable baffles between all stages;

7.5.1.2 Protection par temps froid (enceintes)

La température des eaux usées a un effet sur la performance des disques biologiques rotatifs. Un fonctionnement à l'année exige que les disques biologiques soient recouverts pour protéger les micro-organismes contre les températures froides et prévenir les pertes de chaleur excessives des eaux usées et donc une réduction de la performance.

Les enceintes doivent être faites d'un matériau approprié, résistant à la corrosion. Il faut prévoir des fenêtres ou de simples ouvertures à lames qui peuvent être ouvertes pendant l'été et fermées pendant l'hiver pour assurer une ventilation adéquate. Pour prévenir la condensation, l'enceinte devrait être bien isolée ou chauffée. Une ventilation mécanique devrait être assurée lorsque les disques biologiques rotatifs sont logés dans un bâtiment comportant un accès intérieur pour le personnel.

7.5.1.3 Prétraitement

Les disques biologiques rotatifs doivent être précédés de bassins de sédimentation efficaces dotés de dispositifs d'évacuation du chapeau d'écume et des graisses, à moins qu'une justification détaillée ne soit soumise pour d'autres dispositifs de prétraitement qui permettent d'évacuer efficacement les sables, les débris et les excès d'huile et de graisse avant que les eaux ne soient acheminées vers les disques biologiques. Les grilles à barreaux et les délacérateurs ne sont pas les seules méthodes de prétraitement.

7.5.1.4 Équilibrage du débit

Pour réaliser des économies d'échelle, le coefficient de pointe correspondant au rapport du débit maximal au débit quotidien moyen ne devrait pas dépasser 3. Il convient de prévoir un équilibrage du débit lorsque le coefficient de pointe dépasse 2,5.

7.5.1.5 Température de fonctionnement

La température des eaux usées qui pénètrent dans un disque biologique rotatifs ne devrait pas tomber sous les 13°C à moins que les installations n'offrent la souplesse nécessaire pour réduire le taux de charge hydraulique ou qu'on ait augmenté la taille des installations pour tenir compte de températures plus basses. Sinon, il faut isoler les installations ou prévoir un chauffage supplémentaire.

7.5.1.6 Souplesse de conception

Il convient de prévoir une souplesse suffisante de fonctionnement et d'envisager l'utilisation d'un ou de plusieurs des caractéristiques suivantes :

- a) vitesses de rotation variables dans le premier et le deuxième étage;
- b) trains de traitement multiples;
- c) déflecteurs amovibles entre tous les étages;

- d) Positive influent flow control to each unit or flow train;
- e) Positively controlled alternate flow distribution systems;
- f) Positive airflow metering and control to each shaft when supplemental operation or air drive units are used;
- g) Recirculation of secondary clarifier effluent.

7.5.1.7 *Hydrogen Sulphide*

When higher than normal influent or sidestream hydrogen sulphide concentrations are anticipated, appropriate modifications in the design should be made.

7.5.2 *Unit Sizing*

The Designer of an RBC system shall conform to the following design criteria, unless it can be shown by thorough documentation that other values or procedures are appropriate. This documentation may include detailed design calculations, pilot test results, and/or manufacturer's empirical design procedures. It should be noted that use of manufacturer's design procedures should be tempered with the realization that they are not always accurate and in some cases can substantially overestimate attainable removals.

7.5.2.1 *Unit Sizing Considerations*

Unit sizing shall be based on experience at similar full-scale installations or thoroughly documented pilot testing with the particular wastewater. In determining design loading rates, expressed in units of volume per day per unit area of media covered by biological growth, the following parameters must be considered:

- a) design flow rate and influent waste strength;
- b) percentage of BOD to be removed;
- c) media arrangement, including number of stages and unit area in each stage;
- d) rotational velocity of the media;
- e) retention time within the tank containing the media;
- f) wastewater temperature; and
- g) percentage of influent BOD which is soluble.

In addition to the above parameters, loading rates for nitrification will depend upon influent total Kjeldahl nitrogen (TKN), pH and allowable effluent ammonia nitrogen concentration.

- d) régulation directe du débit de l'influent vers chaque unité ou train de traitement;
- e) autres systèmes de répartition du débit à régulation directe;
- f) mesure directe du débit d'air et régulation de chaque arbre lorsqu'un fonctionnement d'appoint des appareils pneumatiques est nécessaire;
- g) recirculation de l'effluent du décanteur secondaire.

7.5.1.7 *Sulfure d'hydrogène*

Lorsque des concentrations de sulfure d'hydrogène supérieures à la normale sont prévues dans l'influent ou les flux secondaires, il y a lieu de modifier la conception en conséquence.

7.5.2 *Dimensionnement des appareils*

Le concepteur de disques biologiques rotatifs doit respecter les critères de conception suivants, à moins qu'il ne puisse être démontré par une documentation détaillée que d'autres valeurs ou méthodes sont appropriées. Cette documentation peut comprendre des calculs de conception détaillés, des résultats d'essais pilotes et les méthodes empiriques de conception du fabricant. Il importe de souligner que les méthodes de conception du fabricant ne sont pas toujours exactes et qu'elles peuvent, dans certains cas, surestimer considérablement les taux de rendement réalisables.

7.5.2.1 *Paramètres de dimensionnement des appareils*

Le dimensionnement des appareils doit être fondé sur l'expérience d'autres installations semblables entièrement équipées ou sur des essais pilotes bien documentés menés sur les eaux usées visées. Au moment de déterminer les taux de charge de conception, exprimés en unités de volume par jour par unité de surface du substrat recouvert de micro-organismes, il faut tenir compte des paramètres suivants :

- a) débit de conception et concentration en matières organiques de l'influent;
- b) pourcentage de DBO à éliminer;
- c) configuration du substrat, notamment le nombre d'étages et l'aire unitaire de chaque étage;
- d) vitesse de rotation du substrat;
- e) temps de séjour dans le bassin de disques;
- f) température des eaux usées;
- g) pourcentage de la DBO de l'influent qui est soluble.

Outre les paramètres ci-dessus, les taux de charge pour la nitrification dépendront de la teneur en azote total Kjeldahl (ATK) et du pH de l'influent et de la teneur admissible en azote ammoniacal de l'effluent.

7.5.2.2 Hydraulic Loading

Hydraulic loading to the RBC's should range between 75 to 155 $\ell/\text{m}^2\cdot\text{d}$ of media surface area without nitrification, and 30 to 80 $\ell/\text{m}^2\cdot\text{d}$ with nitrification.

7.5.2.3 Organic Loading

The RBC process is approximately first order with respect to BOD removal; ie., for a given hydraulic loading (or retention time) a specific percent BOD reduction will occur, regardless of the influent BOD concentration. However, BOD concentration does have a moderate effect on the degree of treatment, and thus the possibility of organic overloading in the first stage. With this in mind, organic loading to the first stage of an RBC train should not exceed 0.03 to 0.04 kg BOD/ $\text{m}^2\cdot\text{d}$ or 0.012 to 0.02 kg BOD soluble/ $\text{m}^2\cdot\text{d}$.

Loadings in the higher end of these ranges will increase the likelihood of developing problems such as heavier than normal biofilm thickness, depletion of dissolved oxygen, nuisance organisms, and deterioration of overall process performance. The structural capacity of the shaft; provisions for stripping biomass; consistently low influent levels of sulphur compounds to the RBC units; the media surface area required in the remaining stages; and the ability to vary the operational mode of the facility may justify choosing a loading in the high end of the range, but the operator must carefully monitor process operations.

7.5.2.4 Tank Volume

For purposes of plant design, the optimum tank volume is measured as wastewater volume held within a tank containing a shaft of media per unit of growth covered surface on the shaft, or litres per square metre. The optimum tank volume determined when treating domestic wastewater up to 300 mg/ ℓ BOD is 4.9 ℓ/m^2 , which takes into account wastewater displaced by the media and attached biomass. The use of tank volumes in excess of 4.9 ℓ/m^2 does not yield corresponding increases in treatment capacity when treating wastewater in this concentration range.

7.5.2.5 Detention Time

Based on a tank volume of 4.9 ℓ/m^2 , the detention time in each RBC stage should range between 40 to 120 minutes without nitrification, and 90 to 250 minutes with nitrification.

7.5.2.2 Charge hydraulique

La charge hydraulique des disques biologiques rotatifs devrait varier entre 75 et 155 $\ell/\text{m}^2\cdot\text{j}$ d'unité de surface du substrat, en l'absence de nitrification, et entre 30 et 80 $\ell/\text{m}^2\cdot\text{j}$, lorsqu'il y a nitrification.

7.5.2.3 Charge organique

Le procédé des disques biologiques rotatifs est de premier ordre pour l'élimination de la DBO; ainsi, pour une charge hydraulique (ou un temps de séjour) donnée, un pourcentage précis de réduction de la DBO sera observé, quelle que soit la charge en DBO de l'influent. Cependant, la charge en DBO a un effet modéré sur le niveau de traitement et donc, sur le risque de surcharge organique au premier étage. C'est pourquoi la charge organique du premier étage d'un train de disques biologiques ne devrait pas dépasser 0,03 à 0,04 kg DBO/ $\text{m}^2\cdot\text{j}$ ou 0,012 à 0,02 kg DBO soluble/ $\text{m}^2\cdot\text{j}$.

Les valeurs de charge qui se rapprochent des limites supérieures de ces plages augmenteront le risque de certains problèmes, comme une surépaisseur du film biologique, une raréfaction de l'oxygène dissous, l'apparition d'organismes nuisibles et une détérioration de la performance globale du procédé. La capacité structurale de l'arbre, les mesures prévues pour extraire la biomasse, les concentrations toujours basses de composés de soufre dans l'influent acheminé vers les disques biologiques, la superficie de substrat nécessaire dans les autres étages et la possibilité de faire varier le mode de fonctionnement de l'installation peuvent justifier le choix d'une valeur de charge se rapprochant des limites supérieures de la plage, mais l'exploitant doit surveiller étroitement les opérations de traitement.

7.5.2.4 Volume du bassin

Pour les besoins de la conception, le volume optimal du bassin correspond au volume des eaux usées contenues dans le bassin avec batterie de disques par unité de surface couverte par les cultures biologiques, ou mesuré en litres par mètre carré. Le volume optimal d'un bassin destiné au traitement d'eaux usées domestiques présentant une charge de DBO d'au plus 300 mg/ ℓ est de 4,9 ℓ/m^2 , valeur qui tient compte des eaux usées déplacées par le substrat et la biomasse qui y est fixée. La capacité de traitement d'un bassin d'un volume supérieur à 4,9 ℓ/m^2 n'augmente pas en proportion de l'accroissement de volume lorsqu'il est utilisé pour le traitement d'eaux usées qui s'inscrivent dans cette plage de concentrations.

7.5.2.5 Temps de séjour

Pour un bassin d'un volume de 4,9 ℓ/m^2 , le temps de séjour à chaque étage de disque biologique devrait varier entre 40 et 120 minutes, en l'absence de nitrification, et entre 90 et 250 minutes, s'il y a nitrification.

7.5.2.6 Media Submergence and Clearance

RBC's should operate at a submergence of approximately 40 percent based on total media surface area. To avoid possible shaft overstressing and inadequate media wetting, the liquid operating level should never drop below 35 percent submergence. Media submergence of up to 95 percent may be allowed if supplemental air is provided. A clearance of 10 to 23 cm. between the tank floor and the bottom of the rotating media should be provided so as to maintain sufficient bottom velocities to prevent solids deposition in the tank.

7.5.3 Design Considerations

7.5.3.1 Unit Staging

The arrangement of media in a series of stages has been shown to significantly increase treatment efficiency. It is therefore recommended that an RBC plant be constructed in at least four stages for each flow path (or four zones of media area).

Four stages may be provided on a single unit by providing baffles within the tank. For small installations where the total area requirements dictate two units per flow path, two units may be placed in series with a single baffle in each tank, thus providing the minimum of four stages. For larger installations requiring four or more units per flow path, the units may be placed in a series within the flow path, with each unit itself serving as a single stage. Generally, though, plants requiring more than four stages should be constructed in a series of parallel floor trains, each comprised of four separate stages.

Wastewater flow to RBC units may be either perpendicular or parallel to the media shafts.

7.5.3.2 Tankage

RBC units may be placed in either steel or concrete tankage with baffles when required, and constructed of a variety of materials. The design of the tankage must include:

1. Adequate structural support for the RBC and drive unit;
2. Elimination of the "dead" areas;
3. Satisfactory hydraulic transfer capacity between stages of units; and
4. Considerations for operator safety.

The structure should be designed to withstand the increased loads which could result if the tank were to be suddenly dewatered with a full biological growth on the RBC units. The sudden loss of buoyancy resulting from unexpected tank

7.5.2.6 Immersion du substrat et dégagements

Les disques biologiques rotatifs devraient être immergés à environ 40 % de la superficie totale du substrat. Pour prévenir une surcharge de l'arbre et un mouillage insuffisant du substrat, le niveau de liquide en service ne devrait jamais baisser en deçà d'une immersion de 35 %. Une immersion de 95 % du substrat peut être permise s'il y a un apport d'air supplémentaire. Un dégagement de 10 à 23 cm devrait être prévu entre le fond du bassin et le fond du substrat rotatif de manière à maintenir des vitesses de fond suffisantes pour prévenir le dépôt des solides dans le bassin.

7.5.3 Conception

7.5.3.1 Disposition en étages

Il a été démontré que la disposition du substrat en une série d'étages augmente considérablement l'efficacité du traitement. Il est donc recommandé de construire les installations de disques biologiques en au moins quatre étages pour chaque circuit du flux (soit quatre zones de surface de substrat).

On peut obtenir quatre étages sur une seule unité de traitement en installant des déflecteurs dans le bassin. Pour les petites installations dont la superficie totale dicte l'utilisation de deux unités par circuit du flux, on peut installer ces deux unités en série et un seul déflecteur dans chaque bassin, ce qui permet de répondre à l'exigence minimale de quatre étages. Dans les grandes installations qui nécessitent quatre unités ou plus par circuit du flux, on peut installer les unités en série à l'intérieur du circuit, chaque unité desservant un seul étage. Règle générale toutefois, les usines qui nécessitent plus de quatre étages devraient être montées en séries de rangées parallèles, comprenant chacune quatre étages distincts.

L'écoulement des eaux usées vers les disques biologiques rotatifs peut être perpendiculaire ou parallèle aux arbres.

7.5.3.2 Bassins

Les disques biologiques rotatifs peuvent être placés dans un bassin en acier ou en béton muni au besoin de déflecteurs et faits de divers matériaux. Les paramètres de conception du bassin sont les suivants :

1. support structural adéquat pour les disques biologiques et le mécanisme d'entraînement;
2. élimination des zones mortes;
3. capacité satisfaisante de transfert hydraulique entre les étages des unités;
4. mesures de sécurité pour l'opérateur.

La structure devrait être conçue pour résister aux charges accrues qui pourraient être produites si le bassin était brusquement asséché alors que toutes les cultures biologiques se trouvent encore sur les disques. La perte subite de flottabilité qu'entraînerait un assèchement

dewatering could increase the bearing support loadings by as much as 40%.

Provisions for operator protection can be included in the tankage design by setting the top of the RBC tankage about 300 mm above the surrounding floor and walkways, with handrails placed along the top of the tankage, to provide an effective barrier between the operator and exposed moving equipment. The high tank walls will also prevent loss or damage by any material accidentally dropped in the vicinity of the units and entering the tankage.

7.5.3.3 High Density Media

Except under special circumstances, high density media should not be used in the first stage. Its use in subsequent stages should be based on appropriate loading criteria, structural limitations of the shaft and media, and media configuration.

7.5.3.4 Shaft Rotational Speed

The shafts are rotated (1 to 2 revolutions per minute) by either mechanical or compressed air drive. Provision should also be made for rotational speed control and reversal.

7.5.3.5 Biomass Removal

A means for removing excess biofilm growth should be provided, such as air or water stripping, chemical additives, etc.

7.5.3.6 Dissolved Oxygen Monitoring

First-stage dissolved oxygen (DO) monitoring should be provided. The RBC should be able to maintain a positive DO level in all stages.

7.5.3.7 Supplemental Air

Periodic high organic loadings may require supplemental aeration in the first stage to promote sloughing of biomass.

7.5.3.8 Side Stream Inflows

The type and nature of side stream discharges to an RBC must be evaluated, and the resulting loads must be added to the total facility influent loads. Anaerobic digesters increase ammonia nitrogen loadings, and sludge conditioning processes such as heat treatment contribute increased organic and ammonia nitrogen loadings. Whenever septic tank discharges comprise part of the influent wastewater or any unit processes are employed that may produce sulphide ahead of the RBC units, the additional oxygen demand associated with sulphide must be considered in system design.

imprévu du bassin pourrait accroître de 40 % les charges exercées sur la surface d'appui.

On peut, au moment de la conception, prendre des mesures pour protéger l'opérateur. Ainsi, on peut s'assurer que le sommet du bassin se trouve à environ 300 mm au-dessus du sol environnant et des passerelles et installer des mains courantes autour du bassin, ce qui constitue une barrière efficace entre l'opérateur et les pièces mobiles exposées. Les hauts murs du bassin préviendront également les pertes et les dommages que pourrait causer la chute accidentelle de matériel à proximité des unités et dans le bassin.

7.5.3.3 Substrat à haute densité

Sauf dans certaines circonstances, on ne devrait pas utiliser de substrat à haute densité dans le premier étage. Son utilisation dans les étages subséquents devrait être fondée sur des critères de charge appropriés, les limites structurales de l'arbre et du substrat et la configuration du substrat.

7.5.3.4 Vitesse de rotation des arbres

La rotation des arbres (1 à 2 tours par minute) est assurée par un mécanisme d'entraînement mécanique ou à air comprimé. Il convient aussi de prévoir des dispositifs de commande de la vitesse de rotation et d'inversion du sens de rotation.

7.5.3.5 Extraction de la biomasse

Il convient de prévoir un moyen d'extraire le film biologique excédentaire, par exemple par décapage à l'air ou à l'eau, au moyen d'additifs chimiques, etc.

7.5.3.6 Surveillance de l'oxygène dissous

Il convient de prévoir une surveillance de l'oxygène dissous (O.D.) au premier étage. Les disques biologiques devraient pouvoir maintenir un niveau positif d'air dissous à tous les étages.

7.5.3.7 Aération supplémentaire

Il peut être nécessaire d'assurer une aération supplémentaire des fortes charges organiques périodiques du premier étage pour favoriser la desquamation de la biomasse.

7.5.3.8 Flux secondaires

Le type et la nature des flux secondaires acheminés vers les disques biologiques doivent être évalués, et les charges calculées doivent être ajoutées aux charges influentes totales de l'installation. Les digesteurs anaérobies augmentent les charges d'azote ammoniacal, et les procédés de conditionnement des boues, comme le traitement thermique, accroissent les charges organiques et les charges d'azote ammoniacal. Lorsque des effluents de fosse septique font partie des eaux usées influentes ou qu'un des procédés utilisés peut produire des sulfures en amont des disques biologiques, il faut tenir compte, dans la conception du système, de la demande supplémentaire en oxygène associée aux sulfures.

7.5.3.9 *Recirculation*

Consideration should be given to providing recirculation of RBC effluent flow. This may be necessary during initial start-up and when the inflow rate is reduced to extremes.

For small installations, such as those serving an industrial park or school, the inflow over weekends or at holiday periods may drop to zero. During such periods, the lack of incoming organic load will cause the media biogrowth to enter the endogenous respiration phase where portions of the biogrowth become the food source or substrate for other portions of the biogrowth. If this condition lasts long enough, all of the biogrowth will eventually be destroyed. When this condition is allowed to exist, the RBC process does not have adequate biogrowth to provide the desired treatment when the inflow restarts.

If flow can be recycled through the sludge holding/treatment units and then to the RBC process, an organic load from the sludge units can be imposed on the RBC process. This imposed load will help to maintain the biogrowth and, as a secondary benefit, help stabilize and reduce the sludge.

When any new facility is first started, the biogrowth is slow to establish. If it is desired to build up the biogrowth before directing all of the inflow to the RBC process (as when the RBC is replacing an older existing process) some inflow may be directed to the RBC process and recycled.

In the first few days, minimal biogrowth will develop with only minimal removal of the organic load. By recycling, the unused organic load again becomes available to the biogrowth. As the biogrowth develops, the recycle rate should be reduced, with new inflow added to increase the organic load. As the biogrowth develops further, the recycle is eventually reduced to zero with all of the inflow being the normal RBC influent.

7.5.3.10 *Load Cells*

Load cells, especially in the first stage(s), can provide useful operating and shaft load data. Where parallel trains are in operation, they can pinpoint overloaded or underloaded trains. Stop motion detectors, rpm indicators and clamp-on ammeters are also potentially useful monitoring instruments.

Therefore, load cells shall be provided for all first and second stage shafts. Load cells for all other shafts in an installation are desirable.

7.5.3.9 *Recirculation*

Il convient d'envisager la recirculation de l'effluent des disques biologiques. Cette mesure peut être nécessaire au moment du démarrage initial et lorsque le débit entrant est au plus bas.

Dans le cas des petites installations, comme celles qui desservent un parc industriel ou une école, le débit entrant peut être nul pendant les fins de semaine et les périodes de vacances. Pendant ces périodes, en l'absence de charge organique entrante, la culture biologique du substrat entre dans une phase de respiration endogène où certaines parties de la biomasse deviennent une source de nourriture ou un substrat pour d'autres parties de la biomasse. Si ces conditions perdurent, toute la biomasse finira par être détruite. Si ces conditions sont tolérées, les disques biologiques rotatifs ne présenteront pas une biomasse suffisante pour assurer le traitement voulu lorsque le débit entrant sera rétabli.

Si le flux peut être recyclé dans les unités de rétention et de traitement des boues, puis dans le bassin de disques, le procédé des disques biologiques peut devoir supporter la charge organique provenant des bassins à boues. Cette charge imposée contribuera à maintenir la biomasse et aura aussi l'avantage de contribuer à stabiliser et à réduire les boues.

Lors du premier démarrage d'une nouvelle installation, la biomasse prend un certain temps à se constituer. Pour constituer le film bactérien avant d'acheminer tous les eaux entrantes vers les disques (lorsque le disque biologique rotatif remplace un ancien procédé), une partie du flux entrant peut être acheminée vers les disques puis recyclée.

Au cours des premiers jours, une couche biologique minime se formera, et un très faible pourcentage de la charge organique sera éliminé. Avec le recyclage du flux, la charge organique inutilisée est de nouveau disponible pour constituer la culture bactérienne. À mesure que la couche se développe, on devrait réduire le taux de recyclage et ajouter un nouveau flux entrant pour augmenter la charge organique. À mesure que la couche biologique se développe, le recyclage est progressivement éliminé, et la totalité du flux entrant est composée de l'influent normal des disques biologiques.

7.5.3.10 *Cellules de mesure*

Des cellules de mesure, en particulier dans les premiers étages, peuvent fournir des données utiles sur le fonctionnement et la charge des arbres. Lorsque les trains parallèles sont en service, les cellules peuvent repérer les arbres surchargés ou insuffisamment chargés. Les détecteurs d'arrêt de mouvement, les indicateurs de tours-minute et les pinces ampèremètres sont aussi des instruments de surveillance utiles.

Par conséquent, des cellules de mesure doivent être prévues pour tous les arbres du premier et du deuxième étage. Il est également souhaitable de prévoir des cellules de mesure pour tous les autres arbres de l'installation.

7.5.3.11 Shaft Access

In all RBC designs, access to individual shafts for repair or possible removal must be considered. Bearings should also be accessible for easy removal and replacement if necessary. Where all units in a large installation are physically located very close together, it may be necessary to utilize large off-the-road cranes for shaft removal. Crane reach, crane size, and the impact of being able to drain RBC tankage and dry a unit prior to shaft removal should all be considered when designing the RBC layout.

7.5.3.12 Structural Design

The designer should require the manufacturer to provide adequate assurance that the shaft and media support structures are protected from structural failure for the design life of the facility. Structural designs should be based on appropriate American Welding Society (AWS) stress category curves modified as necessary to account for the expected corrosive environment. All fabrication during construction should conform to AWS welding and quality control standards.

7.5.3.13 Energy Requirements

Energy estimates used for planning and design should be based on expected operating conditions such as temperature, biofilm thickness, rotational speed, type of unit (either mechanical or air driven), and media surface area instead of normalized energy data sometimes supplied by equipment manufacturers. Care should be taken to assure that manufacturers' data are current and reflect actual field-validated energy usage.

Only high efficiency motors and drive equipment should be specified. The designer should also carefully consider providing power factor correction for all RBC units.

7.5.3.14 Nitrification Consideration

Effluent concentrations of ammonia nitrogen from the RBC process designed for nitrification are affected by diurnal load variations. Therefore, it may be necessary to increase the design surface area proportional to the ammonia nitrogen diurnal peaking rates to meet effluent limitations. An alternative is to provide flow equalization sufficient to insure process performance within the required effluent limitations.

7.5.3.11 Accès aux arbres

Dans toutes les conceptions de disques biologiques, il faut prévoir un accès aux arbres à des fins de réparation ou d'extraction. Les paliers devraient également être accessibles aux fins d'extraction et de remplacement au besoin. Lorsque toutes les unités d'une grande installation sont très rapprochées, il peut être nécessaire d'utiliser une grosse grue tout terrain pour déposer les arbres. Au moment de déterminer la configuration des disques biologiques, il convient de tenir compte de la portée et de la taille de la grue ainsi que de la possibilité de vidanger les bassins des disques et d'assécher une unité avant de déposer un arbre.

7.5.3.12 Calcul structural

Le concepteur devrait exiger que le fabricant fournisse une assurance adéquate que l'arbre et la structure de support du substrat sont protégés contre une défaillance structurale pendant toute la vie utile de l'installation. Les calculs structuraux devraient être fondés sur les courbes des classes de contraintes appropriées de l'American Welding Society (AWS), modifiées au besoin pour tenir compte du milieu corrosif prévu. Toutes les opérations de fabrication effectuées en cours de construction devraient être conformes aux normes d'assurance de la qualité et de soudage de l'AWS.

7.5.3.13 Demande énergétique

Les estimations de la consommation d'énergie utilisées dans la planification et la conception devraient être fondées sur les conditions de service prévues, comme la température, l'épaisseur du film biologique, la vitesse de rotation, le type d'appareil (à entraînement mécanique ou pneumatique) et la superficie de substrat plutôt que sur les données normalisées sur la consommation énergétique fournies par les fabricants d'équipement. Il convient de s'assurer que les données des fabricants sont à jour et représentatives de la consommation énergétique réelle, validée sur place.

On ne devrait prescrire que des moteurs et des mécanismes d'entraînement à haute efficacité. Le concepteur devrait aussi prévoir une correction du facteur de puissance pour toutes les unités de disques biologiques rotatifs.

7.5.3.14 Nitrification

Les variations diurnes de charge ont un effet sur les concentrations d'azote ammoniacal de l'effluent des disques biologiques conçus pour assurer la nitrification. Il peut donc être nécessaire d'augmenter la surface de calcul en proportion des concentrations diurnes de pointe d'azote ammoniacal pour respecter les limites applicables aux effluents. On peut aussi prévoir un équilibrage du débit suffisant pour maintenir la performance du procédé dans les limites prescrites.

7.6 WASTE STABILIZATION PONDS

7.6.1 Supplement to Pre-Design Report

7.6.1.1 General

The Pre-Design report shall contain pertinent information on location, geology, soil conditions, area for expansion and any other factors that will affect the feasibility and acceptability of the proposed project.

The following information must be submitted in addition to that required in Section 1.3.

7.6.1.2 Location in Relation to Nearby Facilities

The location and direction of all residences, commercial developments, recreational areas and water supplies within two kilometres of the proposed pond shall be included in the Pre-Design report.

7.6.1.3 Land Use Zoning

Land use zoning adjacent to the proposed pond site shall be included.

7.6.1.4 Soil Borings

Data from soil borings, conducted by an independent soil testing laboratory to determine subsurface soil characteristics and groundwater characteristics (including elevation and flow) of the proposed site and their effect on the construction and operation of a pond, shall also be provided. At least one boring shall be a minimum of 7.5 m in depth or into bedrock, whichever is shallower. If bedrock is encountered, rock type, structure and corresponding geological formation data should be provided. The boring shall be filled and sealed. The permeability characteristics of the pond bottom and pond seal materials shall also be studied.

7.6.1.5 Percolation Rates

Data demonstrating anticipated percolation rates at the elevation of the proposed pond bottom shall be included. Insitu permeability testing should be done to measure the percolation rates.

7.6.1.6 Site Description

A description, including maps showing elevations and contours of the site and adjacent area suitable for expansion shall be identified. Due consideration shall be given to additional treatment units and/or increased waste loadings or determining load requirements.

7.6 ÉTANGS DE STABILISATION

7.6.1 Complément au rapport d'avant-projet

7.6.1.1 Généralités

Le rapport d'avant-projet doit contenir les renseignements pertinents sur l'emplacement, la géologie, les conditions de sol, la superficie disponible pour un agrandissement et tout autre facteur qui aura une incidence sur la faisabilité et l'acceptabilité du projet.

L'information suivante doit être soumise en plus des renseignements exigés à la section 1.3.

7.6.1.2 Emplacement par rapport aux installations avoisinantes

L'emplacement et la direction des habitations, des lotissements commerciaux, des aires récréatives et des sources d'approvisionnement en eau dans un rayon de deux kilomètres de l'étang proposé doivent être indiqués dans le rapport d'avant-projet.

7.6.1.3 Utilisations du sol

Il faut indiquer les utilisations des terres aux environs de l'étang proposé.

7.6.1.4 Sondages

Il faut également fournir les données recueillies au cours de sondages effectués par un laboratoire d'essai indépendant afin de déterminer les caractéristiques du sous-sol et des eaux souterraines (notamment la hauteur et le débit) de l'emplacement proposé et leur effet sur la construction et l'exploitation d'un étang. Au moins un sondage doit avoir au moins 7,5 m de profondeur ou se prolonger jusqu'au substrat rocheux, selon la valeur la plus faible. Si le substrat rocheux est atteint, on devrait fournir des données sur le type de roche, la structure et la formation géologique correspondante. Le sondage doit être rempli et obturé. Les caractéristiques de perméabilité du fond de l'étang et les matériaux d'étanchéité de l'étang doivent aussi être étudiées.

7.6.1.5 Vitesses de percolation

Il faut soumettre des données montrant les vitesses de percolation prévues à l'élévation du fond de l'étang proposé. Il convient de procéder à des essais de perméabilité sur place pour mesurer les vitesses de percolation.

7.6.1.6 Description de l'emplacement

Il faut fournir une description, ainsi que des cartes montrant les élévations et les contours, de l'emplacement et de la zone adjacente disponible pour un agrandissement. Il faut accorder une attention particulière à l'ajout d'unités de traitement ou à l'augmentation des charges de déchet au moment de déterminer les charges.

7.6.1.7 Location of Field Tile

The location, depth, and discharge point of any field tile (subsurface drainage systems) in the immediate area of the proposed site shall be identified so that proper separation distances from proposed facilities can be maintained.

7.6.1.8 Sulphate Content of Water Supply

Sulphate content of the basic water supply shall be determined.

7.6.1.9 Well Survey

A pre-construction survey of all nearby wells (water level and water quality) is mandatory.

7.6.2 Location

7.6.2.1 Distance From Habitation

For separation distances, see Section 4.3.2.

7.6.2.2 Prevailing Winds

If practicable, ponds should be located so that local prevailing winds will be in the direction of uninhabited areas.

7.6.2.3 Surface Runoff

Location of ponds in watersheds receiving significant amounts of storm water runoff is discouraged. Adequate provision must be made to divert storm water runoff around the ponds and protect pond embankments from erosion.

7.6.2.4 Groundwater Pollution

Existing wells which serve as drinking water sources should be protected from health hazards. Possible travel of pollutants through porous soils and fissured rocks should be objectively evaluated to safeguard the wells. A pond shall be located as far as practicable, with a minimum of 300 m from any well used as a drinking water source.

A minimum separation of 1.2m between the bottom of the pond and the maximum groundwater elevation should be maintained; however, less separation may be acceptable when supported by appropriate hydrogeological and engineering designs/investigations upon acceptance of the regulatory authority having jurisdiction.

A minimum separation of 1.5m between the bottom of the pond and bedrock is recommended; however, less separation may be acceptable when supported by appropriate hydrogeological and engineering designs/investigations upon acceptance of the regulatory authority having jurisdiction.

7.6.1.7 Emplacement des drains

Il faut indiquer l'emplacement, la profondeur et le point d'évacuation de drains souterrains situés à proximité de l'emplacement proposé de manière que les distances de séparation appropriées par rapport aux installations proposées puissent être maintenues.

7.6.1.8 Teneur en sulfates de la source d'alimentation en eau

Il faut déterminer la teneur en sulfates de la source d'alimentation en eau de base.

7.6.1.9 Études des puits

Une étude préalable à la construction de tous les puits avoisinants (niveau d'eau et qualité de l'eau) est obligatoire.

7.6.2 Emplacement

7.6.2.1 Distance par rapport aux habitations

Pour connaître les distances de séparation, voir la section 4.3.2.

7.6.2.2 Vents dominants

Dans la mesure du possible, les étangs devraient être situés de manière que les vents dominants locaux soufflent en direction de zones inhabitées.

7.6.2.3 Eaux de ruissellement

Il n'est pas recommandé de situer les étangs dans des bassins hydrographiques qui reçoivent d'importantes quantités d'eaux d'orage. Il faut prendre des mesures appropriées pour détourner les eaux d'orage des étangs et protéger la digue de l'étang contre l'érosion.

7.6.2.4 Pollution des eaux souterraines

Les puits existants qui constituent une source d'eau potable devraient être protégés contre les risques à la santé publique. Il faudrait évaluer objectivement le transport potentiel des polluants à travers les sols poreux et la roche fissurée pour protéger les puits. L'étang doit être situé le plus loin possible et à au moins 300 m des puits utilisés comme source d'eau potable.

Une séparation d'au moins 1,2 m devrait être maintenue entre le fond de l'étang et la hauteur maximale des eaux souterraines; cependant, une séparation moindre peut être acceptable si elle est justifiée par des calculs et des études hydrogéologiques et techniques appropriées, sous réserve de l'approbation de l'organisme de réglementation compétent.

On recommande de prévoir une séparation d'au moins 1,5 m entre le fond de l'étang et le substrat rocheux; cependant, une séparation moindre peut être acceptable si elle est justifiée par des calculs et des études hydrogéologiques et techniques appropriées, sous réserve de l'approbation de l'organisme de réglementation compétent.

7.6.2.5 Protection of Surface Water Supplies

Stabilization basins shall be located downhill, downstream and remote from all sources of surface water supplies (lakes and rivers). The following minimum distances shall be employed as the criteria:

7.6.2.5 Protection des sources d'alimentation en eau de surface

Les étangs de stabilisation doivent être situés en contrebas, en amont et à bonne distance de toutes les sources d'alimentation en eau de surface (lacs et cours d'eau). Les distances minimales suivantes doivent être utilisées comme critères :

Minimum Distance from a Lake or River to the Centre of a Dyke of a Proposed Stabilization Basin Distance minimale entre un lac ou un cours d'eau et le centre de la digue du bassin de stabilisation proposé	Remarks Remarques
120 m	Lined stabilization basin, pervious soil Étang de stabilisation revêtu, sol perméable
75 m	Lined stabilization basin, impervious soil Étang de stabilisation revêtu, sol imperméable

7.6.2.6 Geology

Ponds shall not be located in areas which may be subjected to karstification (i.e. sink holes or underground streams generally occurring in areas underlain by limestone or dolomite).

7.6.2.6 Géologie

Les étangs ne doivent pas être situés dans des zones pouvant présenter une karstification (fondrières ou cours d'eau souterrains généralement observés dans les zones dont le sous-sol est constitué de calcaire ou de dolomite).

7.6.2.7 Floodplains

A pond shall not be located within the 100 year floodplain.

Design considerations should be made to minimize damages from the impacts of storm surges in coastal areas.

7.6.2.7 Plaines inondable

L'étang ne devrait pas être situé dans une plaine inondable présentant une probabilité de crue de 1 :100 ans.

Des mesures doivent être envisagées, au moment de la conception, pour réduire au minimum les dommages que pourraient causer les ondes de tempête dans les zones côtières.

7.6.3 Definitions¹

7.6.3.1 Aerobic Stabilization Basin

Aerobic lagoons are shallow basins which use natural processes involving both algae and bacteria. Aerobic lagoons have a minimum depth of 1 m. Oxygen is provided by algae during photosynthesis and wind aided surface aeration. The physical dimensions, temperature, amount of sunlight, and amount of natural or artificial turbulence are used to maintain a desired dissolved oxygen concentration. In practice it is not possible to maintain a completely aerobic lagoon. The bottom sediments will contain some facultative bacteria.

7.6.3 Définitions¹

7.6.3.1 Étangs de stabilisation aérobies

Les étangs aérobies sont des bassins de faible profondeur qui utilisent des processus naturels faisant intervenir les algues et les bactéries. Les bassins aérobies font au moins 1 m de profondeur. L'oxygène est fourni par les algues au cours de la photosynthèse et l'aération de surface sous l'action du vent. Les dimensions physiques, la température, la quantité de lumière solaire et la quantité de turbulence naturelle ou artificielle permettent de maintenir la concentration voulue d'oxygène dissous. En pratique, il n'est pas possible de maintenir des conditions aérobies dans la totalité du bassin. Les sédiments du fond renfermeront une certaine quantité de bactéries facultatives.

7.6.3.2 Facultative Stabilization Basins

Facultative lagoons are the most common type and are also referred to as oxidation lagoons. These lagoons are typically 1.5 m deep, with detention times ranging from 25 to more than 180 days. Depths are kept at 1.5 m or more to avoid the growth of emergent plants. Surface layers of the lagoon are aerobic with an aerobic layer near the bottom. Oxygen is supplied by surface aeration and photosynthetic algae. Facultative lagoons are designed in series with a minimum of three cells to reduce short circuiting. The primary problem with facultative lagoons is the production of algae that remains in the effluent, which sometimes causes effluent suspended solids to exceed discharge requirements.

7.6.3.3 Aerated Stabilization Basins

Aerated lagoons can be either partially mixed or completely mixed. Oxygen is supplied by mechanical floating aerators or diffused aeration. Aerated lagoons have a minimum depth of 3 m, with detention times ranging from 5 to 30 days. Aerated lagoons accept higher biochemical oxygen demand (BOD) loadings than facultative lagoons, are less susceptible to odours, and typically require less land. Aerated lagoons are followed by a facultative lagoon or a settling lagoon (1-day detention or less) to reduce suspended solids before discharge.

7.6.3.4 Anaerobic Stabilization Basins

Anaerobic lagoons are heavily loaded with organics and do not have an aerobic zone. They have a minimum depth of 3 m and detention times of 20 to 50 days. Biological activity is typically low when compared to that of a mixed anaerobic digester. Anaerobic lagoons have been used as pretreatment to facultative and aerobic lagoons for strong industrial wastewater and for rural communities with a significant organic load from industries such as food processing.

7.6.3.2 Lagunes facultatives

Les lagunes facultatives sont le type le plus courant d'étang de stabilisation et sont parfois appelées « bassins d'oxygénation ». Ces lagunes ont généralement 1,5 m de profondeur et sont associées à des temps de séjour qui varient entre 25 et plus de 180 jours. On maintient la profondeur à 1,5 m ou plus pour prévenir la croissance de plantes émergentes. Les couches superficielles de la lagune sont aérobies et la couche du fond est anaérobie. L'oxygène est fourni par l'aération de surface et les algues photosynthétiques. Les lagunes facultatives sont conçues en série à raison d'au moins trois cellules pour réduire le court-circuitage. Le principal problème des lagunes facultatives est qu'elles produisent des algues qui demeurent dans l'effluent et que les concentrations de matières en suspension peuvent parfois dépasser les concentrations permises pour l'effluent.

7.6.3.3 Étangs de stabilisation aérés

Les étangs aérés peuvent être partiellement ou complètement mélangés. L'oxygène est fourni par des aérateurs mécaniques flottants ou un système d'aération par diffusion d'air. Les étangs aérés ont une profondeur d'au moins 3 m et sont associés à des temps de séjour de 5 à 30 jours. Ils tolèrent une demande biochimique en oxygène (DBO) plus importante que les lagunes facultatives, sont moins susceptibles de dégager des odeurs et nécessitent généralement une moins grande superficie de terrain. Les étangs aérés sont suivis d'une lagune facultative ou d'un bassin de décantation (temps de séjour d'un jour ou moins), ce qui permet de réduire la concentration des matières en suspension avant le rejet.

7.6.3.4 Étangs de stabilisation anaérobies

Les étangs anaérobies sont fortement chargés de matières organiques et ne comportent pas de zone aérobie. Ils ont au moins 3 m de profondeur, et les temps de séjour varient de 20 à 50 jours. L'activité biologique y est généralement beaucoup plus faible que dans un digesteur anaérobie mélangé. Les étangs anaérobies ont été utilisés en amont des lagunes facultatives et des étangs aérobies pour le prétraitement des eaux usées industrielles fortement concentrées et dans les collectivités rurales dont les eaux usées présentent une charge organique importante, provenant par exemple d'usines de transformation des aliments.

7.6.4 Application, Advantages and Disadvantages of Different Stabilization Basin Types

Table 7.4 presents advantages and disadvantages of the different pond and stabilization basin types for various applications.

7.6.4 Application, avantages et inconvénients de différents types de bassins de stabilisation

Le tableau 7.4 présente les avantages et les inconvénients de différents types d'étangs et de bassins de stabilisation pour diverses applications.

TABLE 7.4 APPLICATION, ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE DIFFERENT STABILIZATION BASIN TYPES					
PARAMETER	UNAERATED AEROBIC	FACULTATIVE	ANAEROBIC	AERATED	
				AEROBIC	FACULTATIVE
APPLICATION	NUTRIENT REMOVAL; TREATMENT OF SOLUBLE ORGANIC WASTES; SECONDARY EFFLUENTS	TREATMENT OF RAW DOMESTIC AND INDUSTRIAL WASTES	PRETREATMENT FOR STRONG INDUSTRIAL WASTEWATER AND AREAS WITH LARGE ORGANIC LOAD	TREATMENT OF RAW DOMESTIC AND INDUSTRIAL WASTES	TREATMENT OF RAW DOMESTIC AND INDUSTRIAL WASTES
ADVANTAGES	LOW OPERATING AND MAINTENANCE COSTS	LOW OPERATING AND MAINTENANCE COSTS;	SMALL VOLUME AND AREA; EFFECTIVE FOR HIGH STRENGTH WASTEWATER	SMALL VOLUME AND AREA; RESISTANCE TO UPSETS	SMALL VOLUME AND AREA; RESISTANCE TO UPSETS
DISADVANTAGES	LARGE VOLUME AND AREA; POSSIBLE ODOURS	LARGE VOLUME AND AREA; POSSIBLE ODOURS	SIGNIFICANT MAINTENANCE; GAS SAFETY; POSSIBLE ODOURS	SIGNIFICANT MAINTENANCE AND OPERATING COSTS; HIGH SOLIDS IN EFFLUENT; FOAMING	MAINTENANCE AND OPERATION COSTS; FOAMING

TABLEAU 7.4 APPLICATIONS, AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES DIFFÉRENTS TYPES DE BASSINS DE STABILISATION					
PARAMÈTRE	ÉTANGS AÉROBES NON AÉRÉS	LAGUNES FACULTATIVES	ÉTANGS ANAÉROBES	ÉTANGS AÉRÉS	
				AÉROBES	FACULTATIFS
APPLICATION	ÉLIMINATION DES NUTRIMENTS; TRAITEMENT DES MATIÈRES ORGANIQUES SOLUBLES; EFFLUENTS SECONDAIRES	TRAITEMENT DES EAUX USÉES DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES BRUTES	PRÉTRAITEMENT DES EAUX USÉES INDUSTRIELLES FORTEMENT CONCENTRÉES ET ZONES AFFICHANT UNE CHARGE ORGANIQUE ÉLEVÉE	TRAITEMENT DES EAUX USÉES DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES BRUTES	TRAITEMENT DES EAUX USÉES DOMESTIQUES ET INDUSTRIELLES BRUTES
AVANTAGES	FAIBLES COÛTS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN	FAIBLES COÛTS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN	VOLUME ET SUPERFICIE RÉDUITS; EFFICACES POUR LES EAUX USÉES FORTEMENT CONCENTRÉES	VOLUME ET SUPERFICIE RÉDUITS; RÉSISTANCE AUX PERTURBATIONS	VOLUME ET SUPERFICIE RÉDUITS; RÉSISTANCE AUX PERTURBATIONS
INCONVÉNIENTS	VOLUME ET SUPERFICIE IMPORTANTS; DÉGAGEMENT POSSIBLE D'ODEURS	VOLUME ET SUPERFICIE IMPORTANTS; DÉGAGEMENT POSSIBLE D'ODEURS	ENTRETIEN INTENSIF; INOCUITÉ DES GAZ; DÉGAGEMENT POSSIBLE D'ODEURS	COÛTS ÉLEVÉS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN; EFFLUENT À FORTE TENEUR EN SOLIDES; MOUSSAGE	COÛTS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN; MOUSSAGE

7.6.5 Basis of Design

7.6.5.1 Waste Stabilization Basins

7.6.5.1.1 Holding Capacity Requirements

Before the design of a waste stabilization pond system can be initiated, the designer shall determine the following:

- whether the stabilization basin can be continuously discharged or must operate on a fill-and-draw basis (Intermittent Discharge);
- the period of the year if any, when discharge will not be permitted;
- what discharge rates will be permitted with fill-and-draw stabilization basin and what, if any, provision must be made for controlling effluent discharge rates in proportion to receiving stream flow rates;
- what the minimum time for discharge of stabilization basin cell contents should be for fill-and-draw systems.

The holding capacity of ponds shall be based upon average daily sewage flow rates, making a special allowance for net precipitation entering the cells.

7.6.5.1.2 Area and Loadings

One hectare of water surface should be provided for each 250 design population or population equivalent. In terms of BOD, a loading of 22 kg BOD₅/ha-day should not be exceeded. Higher or lower design loadings will be judged after review of material contained in the Pre-Design report and after a field investigation of the proposed site by the regulatory authority having jurisdiction.

Due consideration shall be given to possible future municipal expansion and/or additional sources of wastes when the original land acquisition is made. Suitable land should be available at the site for increasing the size of the original construction.

Where substantial ice cover may be expected for an extended period, it may be desirable to operate the facility to completely retain winter-time flows.

Design variables such as pond depth, multiple units, detention time and additional treatment units must be considered with respect to applicable standards for BOD₅, total suspended solids (TSS), fecal coliforms, dissolved oxygen (DO) and pH.

7.6.5 Base de conception

7.6.5.1 Étangs de stabilisation

7.6.5.1.1 Capacité

Avant de pouvoir amorcer la conception d'un étang de stabilisation, le concepteur doit déterminer :

- si l'étang de stabilisation peut être déversé en continu ou s'il doit fonctionner en mode remplissage-vidange (déversement intermittent);
- la période de l'année, le cas échéant, où les rejets ne seront pas permis;
- les taux de rejet qui seront autorisés dans le cas d'un étang de type remplissage-vidange et les mesures à prendre, le cas échéant, pour ajuster les taux de rejet d'effluent aux débits des cours d'eau récepteurs;
- le temps minimal d'évacuation du contenu d'un étang de stabilisation de type remplissage-vidange.

La capacité des étangs doit être fondée sur les débits quotidiens moyens d'eaux usées, et une marge spéciale doit être prévue pour tenir compte des précipitations nettes qui pénètrent dans l'étang.

7.6.5.1.2 Superficie et charges

Une surface d'eau d'un hectare devrait être prévue pour chaque population de conception de 250 personnes ou l'équivalent. Pour ce qui est de la DBO, la charge maximale devrait être de 22 kg DBO₅/ha-jour. Des charges de conception plus élevées ou plus faibles seront évaluées après l'examen du rapport d'avant-projet et une étude sur place de l'emplacement proposé par l'organisme de réglementation compétent.

Il faut tenir compte d'une expansion possible de la municipalité ou de l'apparition de nouvelles sources d'eaux usées au moment de faire l'acquisition du terrain d'origine. Un terrain approprié devrait être disponible sur le site pour un agrandissement de la construction d'origine.

Lorsqu'une couverture de glace importante et prévue pendant une période prolongée, il peut être souhaitable d'exploiter l'installation de manière à retenir complètement les débits d'hiver.

Les variables de calcul, comme la profondeur de l'étang, la multiplicité des unités, le temps de séjour et les unités de traitement supplémentaires, doivent être examinées en regard des normes applicables en matière de DBO₅, de matières solides totales en suspension (MSTS), de coliformes fécaux, d'oxygène dissous (O.D.) et de pH.

7.6.5.1.3 Flow Distribution

The main inlet sewer or forcemain should terminate at a chamber which permits hydraulic and organic load splitting between the stabilization basin cells. The ability to introduce raw sewage to all cells is desirable but as a minimum, there must be a capability to divide raw sewage flows between enough cells to reduce the BOD₅ loading to 22 kg BOD₅/ha·day, or less.

The inlet chamber should be provided with a lockable aluminum cover plate or grating, divided into small enough sections to permit easy handling.

7.6.5.1.4 Controlled -Discharge Stabilization Ponds

For controlled-discharge systems, the area specified as the primary ponds should be equally divided into two cells. The third or secondary cell volume should, as a minimum, be equal to the volume of each of the primary cells.

In addition, the design should permit for adequate elevation difference between primary and secondary ponds to permit gravity filling of the secondary from the primary. Where this is not feasible, pumping facilities may be provided.

7.6.5.1.5 Flow-Through Pond Systems

At a minimum, primary cells shall provide adequate detention time to maximize BOD removal. Secondary cells should then be provided for additional detention time with depths to two metres to facilitate both solids and pathogens reduction.

7.6.5.1.6 Tertiary Pond

When ponds are used to provide additional treatment for effluents from existing or new secondary sewage treatment works, the reviewing authority will, upon request, establish BOD loadings for the pond after due consideration of the efficiencies of the preceding treatment units.

7.6.5.2 Aerated Stabilization Basins

7.6.5.2.1 General

Aerated ponds can be either aerobic or facultative. An aerated aerobic pond contains dissolved oxygen through the whole system with no anaerobic zones. The pond shape and the aerating power provides complete mixing. The aerated facultative pond provides a partially mixed condition which will cause an anaerobic zone to develop at the bottom as suspended solids settle due to low velocity in the system.

7.6.5.1.3 Répartition du débit

Le principal égout d'entrée, ou conduite d'égout sous pression, devrait aboutir dans une chambre qui permet une répartition de la charge hydraulique et organique entre les réacteurs de stabilisation. Il est souhaitable de pouvoir acheminer les eaux usées brutes vers tous les réacteurs, mais il faut, pour le moins, pouvoir répartir le débit d'eaux usées brutes entre un nombre suffisant de réacteurs pour que la charge de DBO₅ puisse être ramenée à 22 kg DBO₅/ha-jour ou moins.

La chambre d'entrée devrait être munie d'un couvercle en aluminium verrouillable, ou d'une grille, divisée en sections suffisamment petites pour faciliter la manipulation.

7.6.5.1.4 Étangs de stabilisation à déversement contrôlé

Dans le cas des systèmes à déversement contrôlé, la superficie prescrite pour les étangs primaires devrait être divisée également entre deux cellules. Le volume du troisième bassin ou de l'étang secondaire, devrait être au moins égal à celui de chaque étang principal.

Il faudrait par ailleurs prévoir dans la conception une dénivellation suffisante entre les étangs principaux et l'étang secondaire pour permettre le remplissage par gravité de ce dernier à partir d'un étang principal. Lorsque cette configuration ne peut être obtenue, on peut prévoir des installations de pompage.

7.6.5.1.5 Étangs à circulation continue

Les étangs principaux doivent au moins fournir un temps de séjour adéquat pour maximiser l'élimination de la DBO. Des étangs secondaires d'une profondeur de 2 mètres devraient ensuite assurer un temps de séjour supplémentaire favorisant une réduction des solides et des agents pathogènes.

7.6.5.1.6 Étangs tertiaires

Lorsqu'on prévoit des étangs pour assurer un traitement supplémentaire des effluents des ouvrages de traitement secondaire des eaux usées, existants ou nouvellement construits, l'organisme d'examen établira, sur demande, les charges de DBO pour ces étangs en tenant compte du rendement des unités de traitement précédentes.

7.6.5.2 Bassins de stabilisation aérés

7.6.5.2.1 Généralités

Les bassins aérés peuvent être aérobies ou facultatifs. Dans les bassins aérés aérobies, la totalité du système contient de l'oxygène dissous, et il n'y a pas de zones anaérobies. La forme du bassin et la puissance d'aération assurent un mélange homogène. Les bassins aérés facultatifs présentent des conditions de mélange partiel qui permettent la formation d'une zone anaérobie dans le fond à mesure que les solides en suspension se déposent sous l'effet de la faible vitesse qui caractérise le système.

a. Aerated Aerobic Stabilization Basins

In general, an aerated pond can be classified as an aerobic pond (complete mixed) if the mechanical aeration power level is above six watts per cubic metres of maximum storage.

Aerated aerobic ponds should be designed to maintain complete mixing with bottom velocities of at least 0.15 m/s. It is important that sufficient mixing power be provided.

Quiescent settling areas adjacent to the aerated cell outlets or the addition of suspended solids removal processes such as a clarifier must follow aerated aerobic treatment, to insure compliance with suspended solids discharge requirements. In most cases, a minimum detention time of one day is required to achieve solids separation. Algae growth should be limited by controlling the hydraulic detention time to two days or less. Water depth of not less than one metre shall be maintained to control odours arising from anaerobic decomposition. Adequate provision must be made for sludge storage so that the accumulated solids will not reduce the actual detention time.

b. Aerated Facultative Stabilization Basins

Aerated facultative ponds should be designed to maintain a minimum of 2 mg/l of dissolved oxygen (DO) in the upper zone of the liquid.

The aeration system must be able to transfer up to 1.0 kilogram of oxygen per kilogram of BOD₅ applied uniformly throughout the pond when the water temperature is 20°C. The organic loading rate should be maintained between 0.031 and 0.048 kg/m³·day.

The escape of algae into the effluent should be controlled by providing a quiescent area adjacent to each cell outlet with an overflow rate of 32 m³/m²·d. If multiple aerated facultative cells are used, all cells following the first one shall have diminished aeration capacity to permit additional settling.

Whenever possible, provisions should be provided for recirculating part (5-10%) of the final aeration cell effluent back into the influent in order to maintain a satisfactory mix of active micro-organisms.

7.6.5.2.2 Design Approach

In general, the following factors should be considered in the design of the aerated lagoons:

- CBOD removal and effluent characteristic;

a. Bassins de stabilisation aérés aérobies

En général, les étangs aérés peuvent être considérés comme des bassins aérobies (complètement mélangés) si la puissance d'aération mécanique est supérieure à 6 watts par mètre cube de stockage maximal.

Les bassins aérés aérobies devraient être conçus pour maintenir un mélange homogène à des vitesses de fond d'au moins 0,15 m/s. Il est important de prévoir une puissance de mélange suffisante.

Des zones de sédimentation au repos adjacentes aux sorties des réacteurs aérés ou l'ajout de procédés d'élimination des solides en suspension, comme un décanteur, doivent suivre le traitement aéré aérobie pour assurer la conformité des rejets demandée pour les matières en suspension. Le plus souvent, un temps de séjour d'au moins 1 jour est nécessaire pour réaliser la séparation des solides. Il importe de contrôler la croissance des algues en limitant à 2 jours ou moins le temps de séjour dans les bassins. Il faut maintenir la profondeur de l'eau à au moins 1 mètre pour contrôler les odeurs produites par la décomposition anaérobie. Il faut prendre des mesures adéquates pour le stockage des boues de manière que les solides accumulés ne réduisent pas le temps de séjour réel.

b. Bassins de stabilisation aérés facultatifs

Les bassins aérés facultatifs devraient être conçus pour maintenir des concentrations d'oxygène dissous d'au moins 2 mg/l dans la couche supérieure de liquide.

Le système d'aération doit pouvoir transférer jusqu'à 1,0 kilogramme d'oxygène par kilogramme de DBO₅, appliqué uniformément dans tout le bassin lorsque la température de l'eau est de 20°C. Le taux de charge organique devrait être maintenu entre 0,031 et 0,048 kg/m³·jour.

Il convient de contrôler le passage d'algues dans l'effluent en prévoyant une zone de repos près de chaque sorties du bassin et une vitesse de déversement de 32 m³/m²·j. Si plusieurs bassins aérés facultatifs sont utilisés, tous les réacteurs qui suivent le premier réacteur doivent présenter une capacité d'aération réduite pour permettre une sédimentation supplémentaire.

Dans la mesure du possible, on devrait assurer le recyclage d'une partie (5 à 10 %) de l'effluent du bassin d'aération finale dans l'influent pour maintenir un mélange satisfaisant des micro-organismes actifs.

7.6.5.2.2 Démarche de conception

En général, il convient de tenir compte des facteurs suivants dans la conception des étangs aérés :

- Élimination de la demande biochimique en oxygène des matières carbonées et caractéristiques de l'effluent;

- Temperature effects;
- Mixing requirements;
- Oxygen requirements; and
- Solids separation

7.6.5.2.2.1 CBOD Removal and Effluent Characteristic

CBOD removal and the effluent characteristics are estimated using a complete mix hydraulic model and first order reaction kinetics. The complete mixed model using first order kinetics and operating in a series with 'n' equal volume cells is given by:

$$\frac{L_e}{L_i} = \frac{1}{\left[1 + \frac{K_t T}{n}\right]^n}$$

Where:

L_e = Effluent BOD, mg/l

L_i = Influent BOD, mg/l

K_t = Reaction rate coefficient at t °C, day⁻¹

T = Total hydraulic retention time in lagoon system, days

n = Number of ponds in series

The selection of the reaction rate coefficient is critical in the design of the lagoon system. All other considerations in the design will be influenced by this selection. If possible, a design K_{20} should be determined for the wastewater in pilot or bench scale tests; experiences of others with similar wastewaters and environmental conditions should also be evaluated. Reaction rate coefficient K_{20} may vary from 0.276 day⁻¹ for complete mix cell to 0.138 day⁻¹ for aerated cell.

When using the complete mix model, the number of cells in series has a pronounced effect on the size of the aerated cell required to achieve a specific degree of treatment. The reactor required to achieve a given efficiency may be greatly reduced by increasing the number of cells in series.

- effets de la température;
- exigences de mélange;
- demande en oxygène;
- séparation des solides.

7.6.5.2.2.1 Élimination de la DBO des matières carbonées et caractéristiques de l'effluent

On estime l'élimination de la DBO des matières carbonées et les caractéristiques de l'effluent à l'aide d'un modèle hydraulique complètement mélangé et de la cinétique de réaction du premier ordre. Le modèle complètement mélangé reposant sur la cinétique de réaction de premier ordre, fonctionnant en série et utilisant « n » réacteurs d'égal volume est exprimé par l'équation suivante :

$$\frac{L_e}{L_i} = \frac{1}{\left[1 + \frac{K_t T}{n}\right]^n}$$

où :

L_e = DBO de l'effluent, en mg/l

L_i = DBO de l'influent, en mg/l

K_t = Coefficient de vitesse de réaction à une température t °C, en jour⁻¹

T = Temps de séjour total dans les bassins, en jours

n = Nombre de bassins en série

Le choix du coefficient de vitesse de réaction est un aspect critique de la conception des bassins. Ce choix aura un effet sur tous les autres aspects de la conception. Dans la mesure du possible, une valeur de calcul K_{20} devrait être déterminée pour les eaux usées au moyen d'essais pilotes ou d'essais en laboratoire; Il importe également tenir compte les expériences antérieures menées sur des eaux usées comparables, dans des conditions environnementales semblables. Le coefficient de vitesse de réaction K_{20} peut varier de 0,276 jour⁻¹ pour un réacteur complètement mélangé à 0,138 jour⁻¹ pour un réacteur aéré.

Lorsqu'on utilise le modèle complètement mélangé, le nombre de bassins en série a un effet marqué sur la taille des bassins aéré nécessaire pour atteindre un niveau donné d'épuration. On peut réduire sensiblement la taille de réacteur nécessaire pour obtenir un rendement donné en augmentant le nombre de bassins en série.

7.6.5.2.2.2 *Temperature Effects*

The influence of temperature on the reaction rate is expressed by the equation:

$$K_t = K_{20} \theta^{t-20}$$

where:

K_t = Reaction rate coefficient at t °C, day⁻¹

K_{20} = Reaction rate coefficient at 20 °C, day⁻¹

t = Wastewater temperature, °C

θ = Temperature activity coefficient (varies from 1.04 to 1.1 for aerated lagoons, with typical value of 1.035)

7.6.5.2.2.2 *Effets de la température*

L'effet de la température sur la vitesse de réaction est exprimé par l'équation suivante :

$$K_t = K_{20} \theta^{t-20}$$

où :

K_t = Coefficient de vitesse de réaction à la température t °C, en jours⁻¹

K_{20} = Coefficient de vitesse de réaction à 20 °C, en jours⁻¹

t = Température des eaux usées, en °C

θ = Coefficient d'activité en fonction de la température (varie entre 1,04 et 1,1 pour les étangs aérés, avec une valeur type de 1,035)

7.6.5.2.2.3 *Oxygen Requirement*

Oxygen requirements generally will depend on the BOD loading, the degree of treatment and the concentration of suspended solids to be maintained. Aeration equipment shall be capable of maintaining a minimum dissolved oxygen level of 2 mg/l in the ponds at all times.

The oxygen requirements should meet or exceed the peak 24 hours summer loadings. A safety factor of up to two should be considered in designing oxygen supply equipment based on average BOD₅ loadings. The amount of oxygen requirement has been found to vary from 0.7 to 1.5 times the amount of BOD₅ removed. Suitable protection from weather shall be provided for electrical control.

7.6.5.2.2.3 *Demande en oxygène*

La demande en oxygène est généralement fonction de la charge de DBO, du niveau d'épuration et de la concentration de matières en suspension. L'équipement d'aération doit pouvoir maintenir en tout temps une concentration d'oxygène dissous d'au moins 2 mg/l dans les bassins.

La demande en oxygène devrait être égale ou supérieure aux charges estivales de pointe en 24 heures. On devrait appliquer un coefficient de sécurité pouvant atteindre 2 au moment de la conception de l'équipement qui fournit de l'oxygène, en se fondant sur les charges moyennes de DBO₅. On a établi que la quantité d'oxygène nécessaire variait entre 0,7 et 1,5 fois la quantité de DBO₅ éliminée. Il faut prévoir une protection appropriée contre les intempéries pour les commandes électriques.

7.6.5.2.2.4 *Mixing Requirements*

Aeration is used to mix the pond contents and to transfer oxygen to the liquid. There is no rational method available to predict the power input necessary to keep the solids suspended. The best approach is to consult equipment manufacturers' charts and tables to determine the power input needed to satisfy mixing requirements. Power of 6-10 w/m³ of the cell volume is frequently used and these values can be used as a guide to make preliminary estimates of power requirements, but the final sizing of aeration equipment should be based on guaranteed performance by an equipment manufacturer.

For a complete mix cell, in comparing the power requirements for both, to maintain solids in suspension and to meet the oxygen demand, it would soon become evident that the mixing requirements would control the power input to the system.

7.6.5.2.2.4 *Exigences de mélange*

On utilise l'aération pour mélanger le contenu du bassin et transférer l'oxygène au liquide. Il n'existe pas de méthode rationnelle pour prédire la puissance nécessaire pour maintenir les solides en suspension. La meilleure démarche consiste à consulter les graphiques et les tableaux du fabricant de l'équipement afin de déterminer la puissance nécessaire pour satisfaire aux exigences de mélange. Une puissance de 6 à 10 W par mètre cube d'unité de volume du bassin est souvent utilisée, et ces valeurs peuvent servir de guide pour une estimation préliminaire des besoins de puissance, mais le dimensionnement final de l'équipement d'aération devrait être fondé sur le rendement garanti du fabricant de l'équipement.

Pour un réacteur complètement mélangé, si l'on compare les besoins de puissance pour maintenir les solides en suspension et répondre à la demande en oxygène, il ressort rapidement que les exigences de mélange dictent la puissance fournie au système.

After determining the total power requirements for a cell, the diffusers/aeration units should be located in the cell so that there is an overlap of the diameter of influence providing complete mixing.

7.6.5.2.2.5 Solids Separation

For systems with continuous discharge to a receiving stream, a polishing cell having a minimum hydraulic retention of five days, based on summer average daily design flows, should be provided. Polishing cells are not required for systems having storage facilities with intermittent discharges.

7.6.5.3 Industrial Wastes

Due consideration shall be given to the type and effects of industrial wastes on the treatment process. In some cases, it may be necessary to pretreat industrial or other discharges.

7.6.5.4 Multiple Units

At a minimum, a waste stabilization pond system shall consist of two cells designed to facilitate both series and parallel operations. The maximum size of a pond cell should be five hectares. A one cell system may be utilized in small installations. Larger cells may be permitted for bigger installations.

All systems should be designed with piping flexibility to permit isolation of any cell without affecting the transfer and discharge capabilities of the total system.

Requirements for multiple units in an aerated stabilization basin system shall be similar to those in an activated sludge system, including requirements for back-up aeration equipment.

7.6.5.5 Design Depth

The minimum operating depth should be sufficient to prevent growth of aquatic plants and damage to the dykes, control structures, aeration equipment and other appurtenances. See Section 7.6.3 for typical pond depths.

7.6.5.6 Pond Shape

Acute angles within any wastewater stabilization pond or aerated stabilization basin should be avoided. Square cells are preferred to long narrow rectangular cells. The long dimension of any pond should not align with the prevailing wind direction.

Après avoir déterminé les besoins totaux de puissance pour un réacteur, il convient de positionner les diffuseurs ou les aérateurs à l'intérieur du bassin de manière qu'il y ait chevauchement du diamètre d'influence pour assurer un mélange complet.

7.6.5.2.2.5 Séparation des solides

Dans le cas des systèmes qui sont évacués en continu dans un cours d'eau récepteur, il faudrait prévoir un bassin de polissage associé à un temps de séjour d'au moins cinq (5) jours, aux débits quotidiens estivaux moyens de conception. Il n'est pas nécessaire de prévoir des bassins de polissage pour les systèmes qui comportent des installations de stockage à vidange intermittente.

7.6.5.3 Effluents industriels

Il faut tenir compte de la nature et des effets des effluents industriels sur le procédé de traitement. Dans certains cas, il peut être nécessaire de faire subir un prétraitement aux rejets industriels et autres.

7.6.5.4 Unités multiples

Un bassin de stabilisation des eaux usées doit comporter au moins deux cellules conçus pour faciliter le fonctionnement en série et en parallèle. Les dimensions maximales d'un réacteur devraient être de 5 ha. Dans les petites installations, on peut utiliser un système à un seul réacteur. De plus gros réacteurs peuvent être permis dans les grandes installations.

Tous les systèmes devraient présenter une bonne souplesse au chapitre de la tuyauterie de manière qu'il soit possible d'isoler un réacteur sans réduire la capacité de transfert et d'évacuation de l'ensemble du système.

Les exigences relatives aux unités multiples d'un système de stabilisation aéré doivent être semblables à celles qui régissent les systèmes de traitement par boues activées, notamment celles qui s'appliquent à l'équipement d'aération de secours.

7.6.5.5 Profondeur de conception

La profondeur minimale de service devrait être suffisante pour prévenir la croissance de plantes aquatiques et les dommages aux digues, aux ouvrages de régulation, à l'équipement d'aération et aux ouvrages annexes. Voir la section 7.6.3 pour connaître les profondeurs types des bassins.

7.6.5.6 Forme du bassin

Il importe d'éviter les angles aigus dans les bassins de stabilisation ou les étangs aérés. Il vaut mieux utiliser des cellules carrées que des cellules longues et étroites. La longueur des bassins ne devrait pas être alignée sur la direction dominante du vent.

7.6.6 Pond Construction Details

7.6.6.1 Embankments and Dykes

7.6.6.1.1 Materials

Embankments and dykes shall be constructed of relatively impervious materials and compacted to at least 95 percent Standard Proctor Density to form a stable structure. Vegetation and other unsuitable materials should be removed from the area where the embankment is to be placed.

A soils consultant's report shall be required for all earthen berm construction to demonstrate the suitability of the soils. In certain instances a hydrogeologist's report may be required to assess possible impact on the water table. All topsoil must be stripped from the area on which the berms are to be constructed.

7.6.6.1.2 Top Width

The minimum embankment top width should be three metres to permit access of maintenance vehicles.

7.6.6.1.3 Maximum Slopes

Unless otherwise specified by a soil consultant's report, embankment slopes should not be steeper than:

a. Inner

Three horizontal to one vertical.

b. Outer

Three horizontal to one vertical.

7.6.6.1.4 Minimum Slopes

Embankment slopes should not be flatter than:

a. Inner

Four horizontal to one vertical. Flatter slopes are sometimes specified for larger installations because of wave action but have the disadvantage of added shallow areas conducive to emergent vegetation. Other methods of controlling wave action may be considered.

b. Outer

Outer slopes shall be sufficient to prevent surface water runoff from entering the ponds.

7.6.6.1.5 Freeboard

Minimum freeboard shall be one metre.

7.6.6 Détails de construction des bassins

7.6.6.1 Digue

7.6.6.1.1 Matériaux

Les digues doivent être faites de matériaux relativement imperméables et compactés à au moins 95 % de la densité Proctor normalisée pour former des ouvrages stables. La végétation et les autres matériaux inadéquats doivent être enlevés de la zone où la digue doit être réalisée.

Un spécialiste en sols doit établir un rapport attestant de l'adéquation des sols pour la construction de toutes les bermes en terre. Dans certains cas, un rapport d'un hydrogéologue peut être nécessaire pour évaluer l'incidence potentielle sur la nappe phréatique. Toute la couche arable devrait être retirée de la zone où les bermes doivent être construites.

7.6.6.1.2 Largeur du sommet des digues

La largeur minimale du sommet des digues devrait être de 3 mètres pour permettre l'accès des véhicules d'entretien.

7.6.6.1.3 Pent

À moins d'indication contraire dans le rapport du spécialiste en sols, les pentes des digues ne devraient pas être supérieures aux valeurs suivantes.

a. Pent

Rapport horizontal-vertical de 3 :1.

b. Pent

Rapport horizontal-vertical de 3 :1.

7.6.6.1.4 Pent

Les pentes des digues ne devraient pas être inférieures aux valeurs suivantes.

a. Pent

Rapport horizontal-vertical de 4 :1. Des pentes plus douces sont parfois prescrites pour les grandes installations en raison de l'action des vagues, mais elles présentent l'inconvénient de multiplier les zones peu profondes qui favorisent l'apparition de végétation émergente. On peut envisager d'autres façons de contrôler l'action des vagues.

b. Pent

Les pentes extérieures doivent être suffisamment abruptes pour empêcher l'eau de ruissellement de pénétrer dans les bassins.

7.6.6.1.5 Franc-bord

Le franc-bord doit être d'au moins 1 mètre.

7.6.6.2 Erosion Control

a. Outer Dykes

The outer dykes shall have a cover layer of at least 100 mm of fertile topsoil to promote establishment of an adequate vegetative cover wherever rip rap is not utilized. Adequate vegetation shall be established on dykes from the outside toe to 0.5 m below the top of the embankment as measured on the slope. Perennial-type, low-growing, spreading grasses that minimize erosion and can be mowed are most satisfactory for seeding on dykes. Additional erosion control may also be necessary on the exterior dyke slope to protect the embankment from erosion due to severe flooding of a watercourse.

b. Inner Dykes

Alternate erosion control on the interior dyke slopes has become necessary for ponds because of problems associated with mowing equipment not designed to run on slopes as well as a lack of maintenance by the plant owner. The inner dykes shall have a cover of at least 200 mm of pit run gravel or other material graded in a manner to discourage the establishment of any vegetation. The material should be spread on dykes from the inside toe to the top of the embankment. Clean and sound rip rap or an acceptable equal shall be placed from 0.3 m above the high water mark to 0.6 m below the low water mark (measured on the vertical). Maximum size of rock used should not exceed 150 mm.

c. Top of Embankment

The top of the embankment used for access around the perimeter of the dykes shall have a cover layer of at least 300 mm of cover material similar to the one described in Section 7.6.6.2 b.

d. Additional Erosion Protection

Rip rap or some other acceptable method of erosion control is required as a minimum around all piping entrances and exits. For aerated cells the design should ensure erosion protection on the slopes and bottoms in the areas where turbulence will occur.

e. Erosion Control During Construction

Effective site erosion control shall be provided during construction according to applicable provincial documents on erosion and sedimentation control during construction, if available in the province of jurisdiction. An approved erosion control plan is required before construction begins.

7.6.6.2 Lutte contre l'érosion

a. Digue extérieure

Les digues extérieures doivent être couvertes d'une couche de terre arable d'au moins 100 mm d'épaisseur pour favoriser l'établissement d'une couverture végétale lorsqu'on n'utilise pas de perré. Une végétation adéquate doit être établie sur les digues à partir du pied extérieur jusqu'à 0,5 m au-dessous du sommet de la digue, mesuré dans la pente. Des graminées vivaces à pousse basse, qui réduisent l'érosion et peuvent être fauchées, constituent la végétation privilégiée pour l'ensemencement des digues. Il peut être nécessaire d'adopter d'autres mesures de lutte contre l'érosion sur la pente des digues extérieures afin de protéger les digues contre l'érosion due à un débordement important d'un cours d'eau.

b. Digue intérieure

Il est devenu nécessaire de prendre d'autres mesures pour lutter contre l'érosion sur les pentes des digues intérieures des étangs parce que l'équipement de fauchage n'est pas conçu pour circuler sur les pentes et que le propriétaire de l'usine n'effectue pas toujours les travaux d'entretien nécessaires. Les digues intérieures doivent être couvertes d'une couche d'au moins 200 mm de gravier tout-venant ou de tout autre matériau dont la granulométrie empêche l'établissement de la végétation. Le matériau devrait être répandu sur les digues depuis le pied intérieur jusqu'au sommet. Du perré propre et sain ou un équivalent acceptable peut être mis en place à partir de 0,3 m au-dessus de la laisse des hautes eaux jusqu'à 0,6 m sous le niveau d'étiage (mesuré à la verticale). La roche utilisée ne devrait pas faire plus de 150 mm.

c. Sommet des digues

Le sommet de la digue qui sert d'accès au périmètre de la digue doit être couvert d'une couche d'au moins 300 mm d'un matériau comparable à celui qui est décrit à la section 7.6.6.2 b.

d. Autres mesures de protection contre l'érosion

Un perré ou toute autre méthode acceptable de lutte contre l'érosion doit être mis en place autour de toutes les entrées et sorties de canalisation. Il convient de prévoir dans la conception des réacteurs aérés une protection des pentes et des fonds contre l'érosion dans les zones de turbulence.

e. Lutte contre l'érosion pendant la construction

Des mesures efficaces de lutte contre l'érosion doivent être prévues pendant la construction, conformément aux documents provinciaux applicables sur le contrôle de l'érosion et la sédimentation dans les zones de construction, si disponible dans la province de compétence. Un plan de lutte contre l'érosion approuvé est exigé avant le début des travaux de construction.

7.6.6.3 Vegetation Control

A method shall be specified which will prevent vegetation growth over the surface of the inner slope and top of the embankment.

7.6.6.4 Pond Bottom

7.6.6.4.1 Vertical Separation

For separation distance between the cell bottom and bedrock, refer to Section 7.6.2.4. Cell bottoms should be located sufficiently high above the groundwater level, in order to prevent inflow and/or liner damage.

7.6.6.5 Uniformity

The pond bottom should be as level as possible at all points. Finished elevations should not be more than 75 mm from the average elevation of the bottom.

7.6.6.5.1 Vegetation

The bottom shall be cleared of vegetation and debris. Organic material thus removed shall not be used in the dyke core construction. However, suitable topsoil relatively free of debris may be used as cover material on the outer slopes of the embankment as described in Design Section 7.6.6.2 a.

7.6.6.5.2 Permeability Tests

Permeability tests shall be carried out on the soil material at each proposed stabilization basin site except in cases where the soil is unmistakably impervious. The permeability tests may take either of two forms:

1. Laboratory tests on samples from below the proposed bottom of the stabilization basin and from the material to be used in the dykes.
2. Field seepage tests. These may be conducted in the following way. A pit shall be dug to the level of the proposed stabilization basin bottom and the bottom of the dug hole carefully cleaned. At least one test shall be conducted for every two hectares of stabilization basin area. A pipe with an internal diameter of at least 0.2 m and length of at least 1.2 m shall be carefully placed in a vertical position resting on the bottom of the hole. The hole shall be backfilled around the outside of the pipe to a height of one metre with carefully tamped soil. Particular care should be given to tamping the soil near the bottom.

The pipe shall be filled with water to a depth of 1.2 m. The water must be placed in the pipe gently so as not to disturb the soil at the bottom.

7.6.6.3 Lutte contre la végétation

Il faut prescrire une méthode pour prévenir la croissance de la végétation à la surface des pentes et au sommet des digues.

7.6.6.4 Fond de l'étang

7.6.6.4.1 Séparation verticale

Pour connaître la distance de séparation entre le fond du bassin et le substrat rocheux, consulter la section 7.6.2.4. Le fond des bassins devrait se trouver à une hauteur suffisante au-dessus du niveau des eaux souterraines pour prévenir les infiltrations et les dommages au revêtement.

7.6.6.5 Uniformité

Le fond de l'étang devrait, dans la mesure du possible, être de niveau en tous points. La hauteur nette ne devrait pas dépasser de plus de 75 mm la hauteur moyenne du fond.

7.6.6.5.1 Végétation

Le fond doit être exempt de végétation et de débris. Les matières organiques enlevées ne doivent pas être utilisées dans la construction des digues. On peut cependant utiliser de la terre végétale relativement exempte de débris comme matériau de recouvrement sur les pentes extérieures des digues, comme il est indiqué à la section 7.6.6.2 a.

7.6.6.5.2 Essais de perméabilité

Des essais de perméabilité doivent être effectués sur le sol à chaque emplacement proposé de bassin de stabilisation, sauf aux endroits où le sol est manifestement imperméable. Les essais de perméabilité peuvent prendre deux formes :

1. Essais en laboratoire sur des échantillons prélevés sous le fond du bassin de stabilisation proposé et dans le matériau devant être utilisé pour les digues.
2. Essais d'infiltration sur le terrain. Ces essais peuvent être effectués de la manière suivante. Il faut creuser un puits jusqu'au niveau du fond du bassin de stabilisation proposé et nettoyer soigneusement le fond du puits creusé. Au moins un essai doit être effectué tous les deux hectares de bassin. Une canalisation d'un diamètre intérieur d'au moins 200mm et d'une longueur d'au moins 1,2 m doit être placée avec soin à la verticale, sur le fond du puits. Le puits doit être remblayé tout autour de la canalisation jusqu'à une hauteur de 1 mètre à l'aide de sol bien tassé. Il faudrait veiller à bien tasser le sol près du fond du puits.

Il faut remplir la canalisation d'eau jusqu'à une hauteur de 1,2 m; l'eau doit y être versée lentement pour ne pas perturber le sol qui se trouve au fond.

The drop in water level from a head of 1.2 m shall be recorded for each of at least 3 twenty-four hour periods, or until the readings become consistent. (Level shall be re-adjusted to 1.2 m at the beginning of each 24 hour period).

7.6.6.5.3 Interpretation of Hydraulic Conductivity Measurements

There can be major differences between laboratory and field hydraulic conductivity measurements. These differences are likely to occur because of complex geological and hydrogeological conditions, in situ and errors in measurement methods. The ratio of K (in situ) to K (laboratory) may be in the range of 0.38 to 64. The major reasons for higher field values are: 1) laboratory tests are generally run on homogeneous, clayey samples; 2) sand seams, fissures and other macrostructures in the field are not present in laboratory samples; 3) measurement of vertical K in the laboratory and horizontal K in the field; and 4) changes in soil structure, chemical characteristics of the permeant, air entrapment in laboratory samples and other errors associated with laboratory tests.

The value of K from a field test as described above may be obtained from the following equation:

$$K = (A/FDt) \times [\ln(h_1/h_2)]$$

Where,

A = area of standpipe

t = time for head change from h_1 to h_2

D = diameter of hole

h = head water above water table

F = 2.0 for a borehole with a flat bottom at an upper impervious boundary,

or

= 2.75 for a cased borehole with a flat bottom in the middle of a deep soil layer.

* Olson and Daniel (1981)

Alternatively, if the laboratory tests show a permeability greater than 1×10^{-6} cm per second, or if the drop in head of the field test exceeds 10 mm per 24 hours, then provision should be made to make the soil more impermeable, as indicated in Design Section 7.6.6.5.6.

La baisse du niveau d'eau par rapport à la hauteur initiale de 1,2 m doit être consignée pour chacune des 3 périodes (au minimum) de 24 heures, ou jusqu'à ce que les lectures deviennent constantes. (Le niveau doit être ramené à 1,2 m au début de chaque période de 24 heures).

7.6.6.5.3 Interprétation des mesures de conductivité hydraulique

Il peut y avoir des différences importantes entre les mesures de conductivité hydraulique prises en laboratoire et sur le terrain. Les différences sont imputables à la complexité des conditions géologiques et hydrogéologiques et aux erreurs produites par les méthodes de mesure. Le rapport de K (sur le terrain) à K (laboratoire) peut se situer dans une plage de 0,38 à 64. Les valeurs sur le terrain sont plus élevées pour deux grandes raisons : 1) les essais en laboratoire sont généralement menés sur des échantillons argileux homogènes; 2) les couches de sable, les fissures et d'autres macrostructures présentes sur le terrain sont absentes des échantillons de laboratoire; 3) la valeur de K est mesurée à la verticale en laboratoire et à l'horizontale sur le terrain; 4) les modifications de la structure du sol, les caractéristiques chimiques du perméat, l'occlusion d'air dans les échantillons de laboratoire et d'autres erreurs sont associées aux essais de laboratoire.

La valeur de K obtenue à partir d'un essai sur le terrain décrit ci-dessus peut être calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$K = (A/FDt) \times [\ln(h_1/h_2)]$$

où :

A = Aire de la canalisation verticale

t = Temps nécessaire pour que le niveau d'eau passe de h_1 à h_2

D = Diamètre de la canalisation

h = Hauteur d'eau au-dessus de la nappe phréatique

F = 2,0 pour un forage à fond plat et située à la limite supérieure d'une couche imperméable

ou

= 2,75 pour un forage tubé à fond plat foré au milieu d'une couche profonde.

* Olson et Daniel (1981)

De même, si les essais en laboratoire affichent une perméabilité supérieure à 1×10^{-6} cm par seconde ou si, dans l'essai sur le terrain, la baisse du niveau d'eau dépasse 10 mm par 24 heures, il convient de prendre des mesures pour augmenter l'imperméabilité du sol, comme il est indiqué à la section 7.6.6.5.6.

7.6.6.5.4 Soil

Soil used in constructing the pond bottom (not including liner) and dyke cores shall be relatively incompressible and tight and compacted at or up to four percent above the optimum water content to at least 90 percent Standard Proctor Density. Soft pockets that would prevent sufficient compaction of the liner must be sub-excavated and replaced with suitable, compacted fill.

7.6.6.5.5 Liner

Stabilization Ponds shall be sealed such that seepage loss through the seal is as low as practicably possible. Liners consisting of soils or bentonite as well as synthetic liners may be considered, provided the permeability, durability and integrity of the proposed material can be satisfactorily demonstrated for anticipated conditions. Results of a testing program which substantiates the adequacy of the proposed liner must be incorporated into and/or accompany the Pre-Design report. Standard ASTM procedures or acceptable similar methods shall be used for all tests. Where clay liners are used, precautions should be taken to avoid erosion and desiccation cracking prior to placing the system in operation.

7.6.6.5.6 Seepage Control Criterion for Clay Liners

The seepage control criterion for municipal wastewater stabilization ponds and aerated stabilization basins utilizing clay liners specifies a maximum hydraulic conductivity, K, for the pond liner as a function of the liner thickness, L, and water depth, D, by the equation:

$$\text{Maximum } K \text{ (m/s)} = \frac{4.6 \times 10^{-8} \text{ m/s} \times L \text{ (m)}}{D \text{ (m)} + L \text{ (m)}}$$

Where all units are in metres and seconds.

For example, a compacted clay liner that is 0.5 m thick must have a hydraulic conductivity of about 1.3×10^{-8} m/s (1.3×10^{-6} cm/s) or less. The "K" obtained by the above expression corresponds to a percolation rate of pond water of less than 40 cubic metres per day per hectare at a water depth of 1.2 metres.

7.6.6.6 Seepage Control Criterion for Synthetic Liners

For synthetic liners, seepage loss through the liner shall not exceed the quantity equivalent through an adequate soil liner. For liner durability the minimum liner thickness for a HDPE liner shall be 1.5 mm (60 mil). The liner shall be underlain by a sand layer with a minimum thickness of 150 mm.

7.6.6.5.4 Sol

Le sol utilisé dans la construction du fond de l'étang (excluant la membrane imperméable) et le centre de la digue doit être relativement incompressible et ferme et compacté à au plus 4 % au-dessus de la teneur en eau optimale et à au moins 90 % de la masse volumique Proctor normalisée. Les poches de sol mou qui empêcheraient un compactage suffisant du revêtement doivent être excavées et remplacées par un matériau de remblai approprié, bien compacté.

7.6.6.5.5 Revêtements et géomembranes

Il faut imperméabiliser les étangs de stabilisation pour réduire au minimum les exfiltrations à travers le revêtement. On peut utiliser un revêtement de sol ou de bentonite ou une géomembrane synthétique, dans la mesure où il peut être démontré que l'imperméabilité, la durabilité et l'intégrité du matériau proposé pourront être maintenues dans les conditions prévues. Les résultats d'un programme d'essai corroborant l'adéquation du revêtement proposé doivent être incorporés dans le rapport d'avant-projet ou soumis avec celui-ci. Les méthodes normalisées de l'ASTM ou des méthodes semblables acceptables doivent être utilisées pour tous les essais. Lorsqu'on utilise des revêtements en argile, il convient de prendre des mesures pour prévenir l'érosion et la formation de fissures de dessiccation avant la mise en service du système.

7.6.6.5.6 Critères de contrôle des fuites pour les revêtements en argile

Dans les critères de contrôle des fuites pour les étangs de stabilisation des eaux usées municipales et les étangs aérés qui comportent un revêtement en argile, on exige une conductivité hydraulique, K, maximale en fonction de l'épaisseur du revêtement d'étang, L, et de la profondeur d'eau, D, exprimée par l'équation suivante :

$$K \text{ maximal (m/s)} = \frac{4.6 \times 10^{-8} \text{ m/s} \times L \text{ (m)}}{D \text{ (m)} + L \text{ (m)}}$$

Où toutes les unités sont en mètres et en secondes.

Ainsi, un revêtement en argile compacté de 0,5 m d'épaisseur doit présenter une conductivité hydraulique d'environ $1,3 \times 10^{-8}$ m/s ($1,3 \times 10^{-6}$ cm/s) ou moins. La valeur de K obtenue à l'aide de l'équation ci-dessus correspond à une vitesse de percolation de l'eau de l'étang de moins de 40 mètres cubes par jour par hectare pour une profondeur d'eau de 1,2 mètre.

7.6.6.6 Critères de contrôle des fuites pour les géomembranes synthétiques

Dans le cas des géomembranes synthétiques, les exfiltrations à travers la membrane ne doivent pas dépasser la quantité recommandée pour un bon revêtement en argile. Pour des raisons de durabilité, l'épaisseur d'une géomembrane en PEHD doit être d'au moins 1,5 mm (60 mils). La géomembrane doit reposer sur une couche de sable d'au moins 150 mm d'épaisseur.

7.6.6.7 Site Drainage

Surface drainage must be routed around and away from cells. Field tiles within the area enclosed by the berms must be located and blocked so as to prevent cell content leakage. Measures must be taken, where necessary, to avoid disruption of field tile and surface drainage of adjacent lands, by constructing drainage works to carry water around the site.

7.6.7 Design and Construction Procedures for Clay Liners

7.6.7.1 Delineation of Borrow Deposit

The first step in designing a compacted clay liner is delineating a relatively uniform deposit of suitable borrow material, preferably from the pond cut or from a nearby borrow area. The required volume of clayey soil is equal to the surface area of the pond interior times the liner thickness (measured perpendicular to the bottom and side slope surfaces). A large reserve volume is recommended to ensure that there is indeed sufficient clay volume after removing silt and sand pockets and other unsuitable materials.

7.6.7.2 Liner Thickness

Recommended minimum compacted clay liner thicknesses are 0.5 m on the pond bottom and 0.7 m on the side slopes, to allow for weathering, variations in actual thickness, pockets of poor quality material that escape detection, etc. If a clay core in the dyke is preferred over an upstream clay blanket liner, then the core should be well keyed into the bottom liner. A minimum core width of three metres is suggested to allow economic and proper placement and compaction of the clay using large earth-moving equipment.

7.6.7.3 Hydraulic Conductivity of Compacted Clay

The in situ hydraulic conductivity of the compacted clay liner should be predicted from laboratory tests on the proposed clay borrow material. Several samples should be selected representing the range of material within the designated borrow zone, not just the better material. Permeability tests should be performed on the samples compacted to the required density (i.e. 95% of standard Proctor maximum dry density) at a moisture content anticipated in the field. It is recommended that the sensitivity of the compacted clay hydraulic conductivity to variations in density and moisture content be determined. The designer must be prepared to ensure that the soil is brought to the specified moisture content (i.e. by wetting), unless the natural moisture content is already suitable.

A laboratory value for K should be calculated from the weighted average of the individual tests. The

7.6.6.7 Drainage du terrain

Les eaux de ruissellement doivent être acheminées autour et à bonne distance des réacteurs. Les drains installés dans la zone délimitée par les bermes doivent être situés de manière à prévenir les fuites du contenu du réacteur et obturés. Il faut prendre des mesures, au besoin, pour prévenir la perturbation des drains et du drainage des eaux de ruissellement des terrains adjacents en construisant des ouvrages d'évacuation pour éloigner l'eau du terrain.

7.6.7 Méthodes de conception et de construction des revêtements en argile

7.6.7.1 Délimitation du banc d'emprunt

La première étape de conception d'un revêtement en argile compactée consiste à délimiter un banc relativement uniforme de matériaux d'emprunt appropriés, de préférence à même l'excavation de l'étang ou un site d'emprunt avoisinant. Le volume nécessaire de sol argileux est égal à la superficie de l'étang multipliée par l'épaisseur du revêtement (mesurée perpendiculairement au fond et aux parois latérales inclinées). Il est recommandé de prévoir un bon volume de réserve pour être certain d'avoir une quantité suffisante d'argile après avoir retiré les poches de sable et de silt et les autres matériaux indésirables.

7.6.7.2 Épaisseur du revêtement

Les épaisseurs minimales recommandées pour les revêtements en argile compactée sont de 0,5 m dans le fond et de 0,7 m sur les pentes latérales, ce qui tient compte de l'altération atmosphérique, des variations effectives d'épaisseur, des poches de matériau de mauvaise qualité non décelées, etc. Si on utilise une digue à noyau d'argile au lieu d'une couche d'argile en continue sur la pente de la digue, ce noyau devra être bien harmonisé avec la membrane du fond. On recommande de prévoir un noyau d'une largeur d'au moins 3 mètres pour permettre une mise en œuvre et un compactage économiques et efficaces de l'argile au moyen de gros engins de terrassement.

7.6.7.3 Conductivité hydraulique de l'argile compactée

La conductivité hydraulique sur le terrain du revêtement en argile compactée devrait être prédite à l'aide d'essais en laboratoire sur les matériaux argileux d'emprunt proposés. Il faudrait prélever plusieurs échantillons représentatifs des matériaux qui se trouvent dans le banc d'emprunt désigné et non seulement le meilleur matériau. Les essais de perméabilité devraient être effectués sur des échantillons compactés à la masse volumique exigée (95 % de la masse volumique sèche maximale Proctor normalisée), à la teneur en humidité prévue sur le terrain. Il est recommandé de déterminer la sensibilité de la conductivité hydraulique de l'argile compactée aux variations de masse volumique et de teneur en eau. Le concepteur doit s'assurer que la teneur en eau du sol peut être amenée à la valeur exigée (par mouillage), à moins que la teneur en eau naturelle du matériau soit déjà appropriée.

Une valeur de laboratoire de K devrait être calculée à partir des valeurs moyennes pondérées de chaque essai. La

weighting of each test value should be according to the estimated percent of the borrow volume that the individual sample represents.

It is recommended that the liner design be based on a K in situ that is one order of magnitude larger than the average K (lab), i.e.:

$$K(\text{design}) = K(\text{in situ}) = 10 \times \text{average } K(\text{lab})$$

The increase in the K value is a factor of safety to allow for the effects of macro-structure, poor quality borrow, etc., in the field. The K (design) and liner thickness values should meet the seepage criteria outlined in Section 7.6.6.5.8. If K (design) is too high, the more selective borrowing or adjustment of compaction moisture content could be investigated. Otherwise, an alternative liner material will be required.

7.6.7.4 Subgrade Preparation

Clay should not be placed directly over gravel or other materials that do not provide an adequate filter to prevent piping erosion of the liner.

7.6.7.5 Liner Material Placement and Compaction

The clay should be placed in uniform, horizontal lifts of about 150 mm maximum loose thickness. The liner should be constructed in at least three lifts. Thin lifts ensure more uniform density, better bonding between lifts and reduces the likelihood of continuous seepage channels existing in the liner. Large lumps, cobbles and other undesirable materials are more easily identified in thin lifts. Lumps of soil greater than 100 mm in maximum dimension should be broken up prior to compaction. As far as practical, the liner should be built up in a uniform fashion over the pond area, in order to avoid sections of butted fill where seepage paths may develop.

Each lift should be compacted within the specified moisture content range to the required density using heavy, self-propelled sheepfoot compactors. Lift surfaces that have been allowed to dry out should be scarified prior to placing of the next lift. Lift surfaces that have degraded due to precipitation etc., should either be removed or allowed to dry to the required moisture content and then be re-compacted.

The completed liner should be smoothed out with a smooth-barrel compactor to reduce the liner surface area exposed to water absorption and swelling. The liner base should not be allowed to dry out or be exposed to freezing temperatures. Ideally, the liner should be flooded as soon as possible after construction and acceptance.

pondération de chaque valeur d'essai devrait être fondée sur le pourcentage de volume d'emprunt que représente chaque échantillon.

Il est recommandé de fonder le calcul du revêtement sur une valeur de K sur le terrain, qui est d'un ordre de grandeur supérieure que le K moyen (en laboratoire), soit :

$$K(\text{de calcul}) = K(\text{sur le terrain}) = 10 \times \text{valeur moyenne de } K(\text{laboratoire})$$

La majoration de la valeur de K value constitue un coefficient de sécurité qui tient compte des effets de la macrostructure, du matériau d'emprunt de mauvaise qualité, etc., sur le terrain. La valeur de K (de conception) et l'épaisseur du revêtement devraient satisfaire aux critères de contrôle des fuites décrits à la section 7.6.6.5.8. Si la valeur de K (de conception) est trop élevée, on pourrait envisager un emprunt plus sélectif ou un ajustement de la teneur en humidité de compactage. Sinon, il faudra utiliser un autre matériau de revêtement.

7.6.7.4 Préparation du sol d'assise

On ne doit pas placer l'argile directement sur du gravier ou un autre matériau qui ne constitue pas un filtre adéquat de manière à prévenir l'érosion sous-jacente du revêtement.

7.6.7.5 Mise en œuvre et compactage du matériau de revêtement

L'argile devrait être mise en place en couches horizontales uniformes d'une épaisseur maximale avant compactage d'environ 150 mm. Le revêtement devrait être réalisé en au moins trois couches. En utilisant des couches minces, on obtient une masse volumique plus uniforme et une meilleure adhérence entre les couches et le revêtement risque moins de présenter des trompes d'exfiltration continus. Les grosses mottes, les cailloux et les autres matériaux indésirables sont plus repérables dans des couches minces. Les mottes de sol dont la dimension maximale est supérieure à 100 mm devraient être brisées avant le compactage. Dans la mesure du possible, on devrait réaliser le revêtement de manière uniforme sur toute la surface de l'étang afin de prévenir les zones de jonction propice à la formation de trompes d'exfiltration.

Chaque couche devrait être compactée à la teneur en humidité prescrite et à la masse volumique exigée à l'aide de gros rouleaux dameurs à pieds de mouton automoteurs. Les zones asséchées devraient être scarifiées avant la mise en place de la couche suivante. Les zones qui se sont dégradées sous l'effet des précipitations, etc., devraient être décapées ou asséchées à la teneur en humidité exigée puis recompatées.

Le revêtement fini devrait être lissé à l'aide d'un dameur à rouleau lisse ce qui permettra de réduire la surface de revêtement exposée à l'absorption d'eau et au gonflement. On ne devrait pas laisser la base du revêtement s'assécher ou être exposée à des températures de gel. Idéalement, le revêtement devrait être immergé le plus rapidement possible après sa construction et son acceptation.

7.6.7.6 Construction Control

The most important form of quality control during construction of compacted clay liners will be observation and direction by the engineer. The characteristics of the desired liner material should be established in as much detail as possible (i.e. by colour, texture, moisture content, plasticity or characteristic features such as the mineralogy of pebbles in till). Quick visual or index test identification by experienced field personnel is probably the best way to detect poor quality material. An indirect but simple way of controlling liner quality is to perform frequent in situ density and moisture content tests. The density and moisture content may then be related to hydraulic conductivity by the relationships established during the laboratory test program (see Section 7.6.7.3). The frequency of tests should be increased when soil conditions are variable. The tests may be used to statistically evaluate the overall liner properties and to assess suspect zones in the liner.

In situ density and moisture content tests should be carried out on a routine basis for each lift. Tests should be conducted on a grid pattern (say 30 x 30 m to 60 x 60 m grids for large ponds and at closer spacing for small ponds) and in suspect areas.

The completed liner may be assessed by performing in situ infiltration tests, which may be theoretically related to hydraulic conductivity values (see Section 7.6.6.5.3). It should be noted that the compacted clay liner is most likely to be partially saturated at the end of construction. The presence of five to ten percent air voids will result in an unsaturated K value that is somewhat higher than the saturated K value.

The completed liner may also be cored and the hydraulic conductivity of a trimmed sample can be tested in a suitable permeameter, i.e., odometer falling head tests or triaxial constant head tests. All holes created in the liner due to tests, stakes or other circumstances should be backfilled with well-compacted liner material.

7.6.7.7 Planning

The most important aspect of constructing a compacted clay liner may be the planning stage when the inspection engineer's role is defined, contract specifications are prepared and construction strategies are worked out. The engineer must have an adequate degree of control over material selection and methods of placement. The work procedure must be flexible with respect to earth movement.

7.6.7.6 Contrôle de la qualité de la construction

La forme la plus importante de contrôle de la qualité au cours de la construction de revêtements en argile est l'observation et la supervision de l'ingénieur. Il faudrait établir de la façon la plus détaillée possible les caractéristiques souhaitables du matériau de revêtement (couleur, texture, teneur en humidité, plasticité et autres caractéristiques comme la minéralogie des cailloux présents dans le till). Une identification visuelle ou tactile rapide par du personnel de terrain qualifié est probablement la meilleure façon de déceler les matériaux de mauvaise qualité. Une façon indirecte mais simple de contrôler la qualité du revêtement consiste à effectuer sur le terrain des essais fréquents de la teneur en humidité et de la masse volumique. On peut ensuite établir une relation entre la masse volumique et la teneur en humidité et la conductivité hydraulique dans le cadre du programme d'essai en laboratoire (voir la section 7.6.7.3). Il faudrait augmenter la fréquence des essais lorsque les conditions de sol sont variables. On peut utiliser les essais pour évaluer statistiquement les propriétés globales du revêtement et déceler les zones suspectes.

Les essais sur le terrain de la masse volumique et de la teneur en humidité devraient être menés de façon systématique sur chaque couche. Les essais devraient être effectués à partir d'un quadrillage de la surface (par exemple de 30 x 30 m à 60 x 60 m pour les grands bassins et à intervalles plus serrés pour les petits étangs) et dans les zones suspectes.

On peut évaluer le revêtement fini en menant des essais d'infiltration sur le terrain, lesquels peuvent être reliés théoriquement aux valeurs de conductivité hydraulique (voir la section 7.6.6.5.3). Soulignons qu'il est très probable que le revêtement en argile compactée sera partiellement saturé à la fin de la construction. La présence de 5 à 10 % de vides interstitiels produira une valeur de K à l'état non saturé quelque peu plus élevée que la valeur de K à l'état saturé.

On peut aussi carotter le revêtement fini et évaluer la conductivité hydraulique d'un échantillon restreint à l'aide d'un perméamètre approprié, c'est-à-dire au moyen d'essais à charge décroissante ou d'essais triaxiaux à charge constante. Tous les trous pratiqués dans le revêtement aux fins des essais et les trous laissés par les jalons devraient être remblayés au moyen de matériau de revêtement bien compacté.

7.6.7.7 Planification

L'aspect le plus important de la construction d'un revêtement en argile compactée est peut-être l'étape de la planification, au cours de laquelle le rôle de l'ingénieur responsable de l'inspection est défini, les conditions du contrat sont établies et les stratégies de construction sont élaborées. L'ingénieur doit avoir un niveau de contrôle suffisant sur le choix du matériau et les méthodes de mise en oeuvre. Les méthodes de travail doivent être souples pour ce qui est des mouvements de masse.

Ideally, the borrow for a compacted clay liner would be the cut material just below the eventual pond invert. Thus, material may be cut and placed in a single operation for much of the pond liner area, although some stockpiling of borrow may be inevitable.

The lower lift of the liner might consist of reworked native soil broken up by tilling and re-compacted to eliminate fissures, etc. Nevertheless, the contract should allow for selective borrowing of cut material for liner use, for stockpiling, removal of undesirable materials and possible additional borrowing outside of the cut area.

7.6.8 Prefilling

Prefilling the pond should be considered in order to protect the liner, to prevent weed growth, to reduce odour and to maintain moisture content of the seal. However, the dykes must be completely prepared as described in Design Section 7.6.6.2 b before the introduction of water.

7.6.9 Influent Lines

7.6.9.1 Material

Any generally accepted material for underground sewer construction will be given consideration for the influent line to the pond. Unlined corrugated metal pipe should be avoided however, due to corrosion problems. In material selection, consideration must be given to the quality of the wastes, exceptionally heavy external loadings, abrasion, soft foundations and similar problems.

7.6.9.2 Surcharging

The design and construction of influent piping shall insure that where surcharging exists, due to the head of the pond, no adverse effects will result. These effects shall include basement flooding and overtopping of manholes.

7.6.9.3 Forcemains

Forcemains terminating in a sewage stabilization basin should be fitted with a valve immediately upstream of the stabilization basin.

7.6.9.4 Location

Influent lines should be located along the bottom of the pond so that the top of the pipe is below the average elevation of the pond seal. However, the pipe shall have adequate seal below it. The use of an exposed dyke to carry the influent line to the discharge points is prohibited.

Idéalement, le matériau doit être prélevé dans le déblai qui se trouve immédiatement sous le radier éventuel de l'étang. Le matériau peut donc être prélevé et mis en place en une seule étape pour la plus grande partie de la surface du revêtement, bien qu'une certaine mise en dépôt du matériau d'emprunt soit parfois inévitable.

La couche inférieure de revêtement peut être composée de sol indigène remanié et brisé par labourage et recompacté pour en éliminer les fissures, etc. Néanmoins, il convient de prévoir au contrat l'emprunt sélectif des matériaux de déblai devant être utilisés dans le revêtement ou mis en dépôt, l'élimination des matériaux indésirables et l'emprunt éventuel de matériaux à l'extérieur de la zone de déblai.

7.6.8 Préremplissage

Il convient d'envisager le pré remplissage de l'étang pour protéger le revêtement, prévenir la croissance de mauvaises herbes, réduire les odeurs et maintenir la teneur en humidité du matériau d'étanchéité. Cependant, les digues doivent être complètement préparées de la manière indiquée à la section 7.6.6.2 b avant que l'eau ne soit introduite.

7.6.9 Tuyauterie d'influent

7.6.9.1 Matériau

Tout matériau généralement accepté pour la construction d'égouts souterrains peut être envisagé pour la conduite qui achemine l'influent vers le bassin. Il faudrait toutefois éviter les conduites en métal ondulé, sans revêtement intérieur, en raison des problèmes de corrosion. Au moment de choisir le matériau, il faut tenir compte de la qualité des eaux usées, des charges externes anormalement élevées, de l'abrasion, du manque de fermeté du sol d'assise et d'autres problèmes semblables.

7.6.9.2 Surcharges

Au moment de la conception et de la construction des conduites d'influent, il faut s'assurer que les surcharges observées, en raison de la charge hydraulique du bassin, n'auront pas d'effets nuisibles. Ces effets comprennent l'inondation des sous-sols et des regards de visite.

7.6.9.3 Conduites d'égout sous pression

Les conduites d'égout sous pression qui aboutissent dans un bassin de stabilisation des eaux usées devraient être dotées d'une vanne située immédiatement en amont du bassin.

7.6.9.4 Emplacement

Les conduites d'influent devraient être situées le long du fond du bassin de manière que le sommet de la conduite se trouve sous le niveau moyen du matériau d'étanchéité du bassin. Il doit toutefois y avoir suffisamment de matériau d'étanchéité sous la conduite. Il est interdit d'utiliser une digue exposée pour l'acheminement de la conduite d'influent vers les points de refoulement.

7.6.9.5 Point of Discharge

The influent line to a square single celled pond should be essentially centre discharging. Each square cell of a multiple celled pond operated in parallel shall have its own near centre inlet but this does not apply to those cells following the primary cell, when series operation alone is used. Influent lines to single celled rectangular ponds should terminate at approximately the third point farthest from the outlet structure. Influent and effluent piping should be located to minimize short-circuiting within the pond. Consideration should be given to multi-influent discharge points for primary cells of 5 ha or larger.

All aerated cells shall have influent lines which distribute the load within the mixing zone of the aeration equipment. Consideration of multiple inlets should be closely evaluated for any diffused aeration system. For aerated stabilization basins the inlet pipe may go directly through the dyke and end at the toe of the inner slope.

7.6.9.6 Influent Discharge Apron

Inlet pipes should terminate 450 mm above the cell bottom.

The end of the discharge line shall rest on a suitable concrete apron large enough to prevent the terminal influent velocity at the end of the apron from causing soil erosion. A minimum size apron of one metre square shall be provided.

7.6.9.7 Pipe Size

The influent system shall be sized to permit peak raw sewage flow to be directed to any one of the primary cells. Influent piping should provide a minimum scouring velocity of 0.6 m/s.

7.6.10 Control Structure and Interconnecting Piping

7.6.10.1 Structure

Facility design shall consider the use of multi-purpose control structures to facilitate normal operational functions such as drawdown and flow distribution, flow and depth measurement, sampling, pumps for re-circulation, chemical additions and mixing and minimization of the number of construction sites within the dykes.

Control structures shall :

- (a) be accessible for maintenance and adjustment of controls;
- (b) be adequately ventilated for safety and to minimize corrosion;

7.6.9.5 Point de déversement

Le point de déversement de la conduite d'entrée arrivant dans un étang carré unique devrait être essentiellement central. Chaque bassin carré d'un réseau à étang multiple fonctionnant en parallèle doit posséder sa propre entrée situé près du centre, mais cette exigence ne s'applique pas aux bassins suivant un étang primaire qui ne fonctionne qu'en série. Les conduites d'influent qui aboutissent dans un bassin rectangulaire unique devraient se déverser dans le dernier tiers par rapport à la structure de sortie. Les conduites d'entrée et de sortie devraient être situées de manière à réduire le court-circuitage à l'intérieur du bassin. Il convient de prévoir plusieurs points de déversements de l'influent dans les étangs de 5 ha ou plus.

Dans les étangs aérés, les conduites d'entrée doivent répartir la charge à l'intérieur de la zone de mélange de l'équipement d'aération. Il faudrait sérieusement envisager l'utilisation de plusieurs entrées pour tous les systèmes d'aération par diffusion d'air. Dans le cas des bassins de stabilisation aérés, la conduite d'amenée peut traverser directement la digue et se terminer au pied de la pente intérieure.

7.6.9.6 Radier de déversement de la conduite d'entrée

La conduite d'entrée devrait se terminer à 450 mm au-dessus du fond de l'étang.

L'extrémité de la conduite de déversement doit reposer sur un radier en béton approprié et de dimensions suffisantes pour empêcher que la vitesse d'arrivée de l'influent ne cause une érosion du sol au bout de radier. Il faut prévoir un radier d'au moins 1 mètre carré.

7.6.9.7 Diamètre de tuyauterie

Le réseau de conduites d'entrées doit être dimensionné pour permettre l'acheminement du débit d'eaux usées brutes de pointe vers l'un ou l'autre des étangs primaires. Les conduites d'entrées devraient permettre d'obtenir une vitesse d'autocurage d'au moins 0,6 m/s.

7.6.10 Ouvrages de régulation et tuyauterie d'interconnexion

7.6.10.1 Ouvrages

Il faut envisager, dans la conception des installations, l'utilisation d'ouvrages de régulation polyvalents pour faciliter les opérations d'exploitation courantes, comme le rabattement du niveau d'eau et la répartition du débit, la mesure du débit et de la profondeur, l'échantillonnage, le pompage de recirculation, l'ajout de produits chimiques et le mélange, ainsi que pour réduire le nombre de constructions à l'intérieur des digues.

Les ouvrages de régulation doivent :

- a) être accessibles aux fins de l'entretien et du réglage des commandes;
- b) être bien ventilés pour assurer la sécurité des opérateurs et réduire la corrosion;

- (c) be locked to discourage vandalism;
- (d) contain controls to permit water level and flow rate control, complete shutoff and complete draining;
- (e) be constructed of non-corrodible materials (metal-on-metal contact in controls should be of similar alloys to discourage electro-chemical reactions); and
- (f) be located to minimize short-circuiting within the cell and avoid freezing and ice damage.

Recommended devices to regulate water level are valves, slide tubes, dual slide gates, or effluent chambers complete with a water level regulating weir. Regulators should be designed so that they can be preset to stop flows at any pond elevation.

7.6.10.2 Piping

All piping shall be of ductile iron or other acceptable material. The piping shall not be located within or below the liner. Pipes should be anchored with adequate erosion control.

7.6.10.2.1 Drawdown Structure Piping

a. Submerged Takeoffs

For ponds designed for shallow or variable depth operations, submerged takeoffs are recommended. Intakes shall be located a minimum of three metres from the toe of the dyke and 0.6 metres from the top of the liner and shall employ vertical withdrawal.

b. Multi-level Takeoffs

For ponds that are designed deep enough to permit stratification of pond content, multiple takeoffs are recommended. There shall be a minimum of 3 withdrawal pipes at different elevations. The bottom pipe shall conform to a submerged takeoff. The others should utilize horizontal entrance. Adequate structural support shall be provided.

c. Surface Takeoffs

For use under constant discharge conditions and/or relatively shallow ponds under warm weather conditions, surface overflow-type withdrawal is recommended. Design should evaluate floating weir box or slide tube entrance with baffles for scum control.

d. Maintenance Drawdown

All ponds shall have a pond drain to allow complete emptying, either by gravity or pumping,

- c) être verrouillés pour décourager le vandalisme;
- d) abriter des commandes qui permettent de régler le débit et le niveau d'eau, d'arrêter et de vidanger complètement les installations;
- e) être faits de matériaux inoxydables (les zones de contact sur métal des commandes devraient être faites d'alliages semblables pour prévenir les réactions électrochimiques);
- f) être situés en des endroits qui permettent de réduire le court-circuitage à l'intérieur de l'étang et préviendront les dommages dus au gel et à la glace.

Les dispositifs recommandés pour la régulation du niveau d'eau sont des vannes, des tubes coulissants, des vannes à glissières doubles ou des chambres d'effluent dotées d'un déversoir de régulation du niveau d'eau. Les régulateurs doivent être conçus de manière à permettre une interruption de l'écoulement à n'importe quelle hauteur dans le bassin.

7.6.10.2 Tuyauterie

Les conduites doivent être en fonte ductile ou en tout autre matériau acceptable. Elles ne doivent pas être situées à l'intérieur ou en dessous de la membrane imperméable. Elles conduites doivent être ancrées et protégées contre l'érosion.

7.6.10.2.1 Tuyauterie des ouvrages de vidange

a. Conduites de vidange

Dans le cas des étangs conçus pour fonctionner à faible profondeur ou à profondeur variable, il est recommandé d'utiliser des conduites de vidange immergées. Celles-ci doivent être situées à au moins 3 mètres du pied de la digue et à 0,6 mètre du dessus du revêtement et permettre un soutirage vertical.

b. Prises d'eau à plusieurs niveaux

Dans le cas des étangs qui sont suffisamment profonds pour permettre une stratification du contenu, il est recommandé d'utiliser plusieurs conduites de vidange. On doit installer au moins trois (3) canalisations de soutirage à différentes hauteurs. La canalisation inférieure doit répondre aux exigences applicables aux prises d'eau immergées. Les autres devraient permettre un soutirage horizontal. Il faut prévoir un support structural adéquat.

c. Prises d'eau de surface

Dans des conditions de vidange constantes ou dans les étangs relativement peu profonds exposés à des températures chaudes, il est recommandé d'utiliser des prises d'eau de surface de type trop-plein. Il convient d'envisager, au moment de la conception, des entrées munies de clapets à battant ou de tubes coulissants et de déflecteurs pour le contrôle des matières flottantes.

d. Vidange pour entretien

Tous les bassins doivent être dotés d'une conduite d'évacuation permettant de vidanger complètement le

for maintenance. These should be incorporated into the above-described structures. In aerated stabilization basins where a diffused air aeration system and submerged air headers are used, provision should be made to drain each stabilization basin (independently of others) below the level of the air header.

e. Emergency Overflow

All cells shall be provided with an emergency overflow system which overflows when the liquid reaches within 0.6 m of the top of the berms.

7.6.10.2.2 Hydraulic Capacity

The hydraulic capacity for continuous discharge structures and piping shall allow for at least the expected future peak sewage pumping rate.

The hydraulic capacity for controlled discharge systems shall permit transfer of water at a rate of 150 mm of pond water depth per day at the available head.

7.6.10.2.3 Interconnecting Piping

Interconnecting piping for multiple unit installations operated in series should be valved or provided with other arrangements to regulate flow between structures and permit flexible depth control. The interconnecting pipe to the secondary cell should discharge horizontally near the stabilization basin bottom to minimize need for erosion control measures and should be located as near the dividing dyke as construction permits. Interconnection piping shall enable parallel or series flow patterns between cells.

7.6.10.3 Location

The outlet structure and the inter-connecting pipes should be located i) away from the corners where floating solids accumulate and ii) on the windward side to prevent short-circuiting.

7.6.11 Miscellaneous

7.6.11.1 Fencing

The pond area shall be enclosed with a suitable fence to preclude livestock and discourage trespassing. The fence should be located on the outer dyke at a distance of 500 mm from the top outside edge of the embankment. Fencing should not obstruct vehicle traffic on top of the dyke. A vehicle access gate of sufficient width to accommodate equipment should be provided. All access gates should be provided with locks.

bassin, par gravité ou par pompage, à des fins d'entretien. Ces conduites d'évacuations devraient être incorporées aux ouvrages décrits ci-dessus. Dans les bassins de stabilisation aérés utilisant un système d'aération par diffusion d'air et des conduits d'air immergés, il convient de prendre des mesures pour vidanger chaque bassin de stabilisation (indépendamment des autres) sous le niveau des conduites d'air.

e. Trop-plein d'urgence

Tous les bassins doivent être dotés d'un système de trop-plein d'urgence qui évacue le trop-plein lorsque le liquide se trouve à moins de 0,6 m du sommet des berms.

7.6.10.2.2 Capacité hydraulique

La capacité hydraulique des structures de déversement continue ainsi que de leur tuyauterie doit être au moins égale au taux de pompage anticipé des débits d'eaux usées de pointe.

La capacité hydraulique des systèmes de déversement contrôlé doit permettre le transfert de l'eau à un débit équivalent à 150 mm de hauteur d'eau par jour à la hauteur de tête utilisable.

7.6.10.2.3 Tuyauterie d'interconnexion

Les canalisations d'interconnexion des installations à unités multiples fonctionnant en série devraient être dotées de vannes ou d'autres dispositifs permettant une régulation du débit entre les ouvrages et un réglage souple du niveau d'eau. La conduite d'interconnexion à l'étang secondaire devrait se décharger horizontalement près du fond du bassin de stabilisation, de manière à réduire la nécessité de mesures de contrôle de l'érosion, et être située aussi près de la digue de séparation que le permet la construction. Les canalisations d'interconnexion doivent permettre un écoulement parallèle ou en série entre les réacteurs.

7.6.10.3 Emplacement

L'ouvrage de sortie et la tuyauterie d'interconnexion devraient être situés i) à bonne distance des coins, où il y a accumulation de matières flottants et ii) sur le côté au vent pour prévenir le court-circuitage.

7.6.11 Divers

7.6.11.1 Clôtures

Il faut entourer la zone de l'étang d'une clôture appropriée pour faire obstacle au bétail et décourager les intrusions. La clôture devrait être située sur la digue extérieure, à une distance de 500 mm du bord supérieur extérieur de la digue. La clôture ne devrait pas empêcher la circulation des véhicules sur le sommet de la digue. Une barrière d'accès pour les véhicules, suffisamment large pour permettre le passage de l'équipement, devrait être prévue. Toutes les barrières d'accès devraient être verrouillables.

7.6.11.2 Access

An all-weather access road shall be provided to the pond site to allow year-round maintenance of the facility.

7.6.11.3 Warning Signs

Appropriate signs should be provided along the fence around the pond to designate the nature of the facility and warn against trespassing. At least one sign shall be provided on each side of the site and one for every 150 m of its perimeter.

7.6.11.4 Flow Measurement

Provisions for flow measurement shall be provided on the outlet. Safe access to the device should be made to permit safe measurement.

7.6.11.5 Groundwater Monitoring

An approved system of wells or lysimeters may be required around the perimeter of the pond site to facilitate groundwater monitoring. The need for such monitoring will be determined on a case-by-case basis.

7.6.11.6 Pond Level Gauges

Pond level gauges shall be provided.

7.6.11.7 Service Building

A service building for laboratory and maintenance equipment shall be provided, if required.

7.6.11.8 Liquid Depth Operation

Optimum liquid depth is influenced to some extent by stabilization basin area since circulation in larger installations permits greater liquid depth. The basic plan of operation may also influence depth. Facilities to permit operation at selected depths between 0.6 to 1.5 metres are recommended for operational flexibility. Where winter operation is desirable, the operating level can be lowered before ice formation and gradually increased to 1.5 metres by the retention of winter flows. In the spring, the level can be lowered to any desired depth at the time surface runoff and dilution water are generally at a maximum. Shallow operation can be maintained during the spring with gradual increased depths to discourage emergent vegetation in the summer months. In the fall, the levels can be lowered and again be ready for retention of winter storage.

7.6.11.9 Pre-Treatment and Post-Treatment

The wastewater shall be treated by bar screens before entering the stabilization basin. The treated effluent shall be disinfected prior to discharging into the receiving water.

7.6.11.2 Accès

Il faut prévoir une voie d'accès à l'étang qui soit praticable en tout temps pour permettre l'entretien à l'année de l'installation.

7.6.11.3 Panneaux d'avertissement

Il convient de prévoir des panneaux appropriés le long de la clôture pour indiquer la nature de l'installation et en interdire l'accès. On doit installer au moins un panneau de chaque côté du terrain et un panneau tous les 150 m sur son pourtour.

7.6.11.4 Mesure du débit

Il faut prévoir un dispositif de mesure du débit à la sortie, avec un accès sécuritaire à ce dernier pour que les travaux de mesure puissent être effectués en toute sécurité.

7.6.11.5 Surveillance de l'eau souterraine

Il peut être nécessaire de mettre en place un système approuvé de puits ou de lysimètres sur le pourtour de l'étang pour faciliter la surveillance de l'eau souterraine. La nécessité de cette surveillance sera déterminée au cas par cas.

7.6.11.6 Indicateurs de niveau

Des indicateurs de niveau doivent être prévus pour l'étang.

7.6.11.7 Bâtiment de service

Il faut prévoir un bâtiment de service pour abriter le matériel de laboratoire et d'entretien, le cas échéant.

7.6.11.8 Profondeur de service du liquide

La profondeur maximale du liquide dépend, dans une certaine mesure, de la superficie du bassin, étant donné que la circulation dans les grandes installations permet une plus grande profondeur de liquide. Le plan d'exploitation de base peut également avoir un effet sur la profondeur. Pour une certaine souplesse de fonctionnement, on recommande de prévoir des installations qui permettent des profondeurs variant entre 0,6 et 1,5 mètre. Lorsqu'il est souhaitable que les installations fonctionnent durant l'hiver, on peut réduire le niveau de service avant que la glace ne se forme puis l'augmenter progressivement à 1,5 mètre en retenant le débit hivernal. Au printemps, on peut ramener le niveau à la profondeur voulue, lorsque l'eau de ruissellement et l'eau de dilution sont généralement les plus abondants. On peut maintenir un fonctionnement à faible profondeur au cours du printemps et augmenter par la suite cette profondeur pour faire obstacle à la végétation émergente en été. À l'automne, on peut réduire les niveaux et recommencer à retenir les eaux hivernales.

7.6.11.9 Prétraitement et post-traitement

Les eaux usées doivent être traitées au moyen de grilles à barreaux avant de pénétrer dans le bassin de stabilisation. L'effluent traité doit être désinfecté avant d'être rejeté dans les eaux réceptrices.

7.7 OTHER BIOLOGICAL SYSTEMS

New biological treatment schemes with promising applicability in wastewater treatment may be considered if the required engineering data for new process evaluation is provided in accordance with Section 4.5.2. A number of new biological systems are described below. These systems typically are manufactured by companies who hold proprietary designs and as proprietary information cannot be included in this manual the design data presented are fairly general in nature. A description of these systems mainly describing their application and typical loading rates is provided here. New treatment schemes may be added to the main section of this chapter when sufficient and adequate design data becomes available. These additions will be noted in the revision record.

7.7.1 Biological Aerated Filters

Biological aerated filters (BAFs) are submerged, granular media upflow filters, which treat wastewater by biologically converting carbonaceous and nitrogenous matter using biomass fixed to the media and physically capturing suspended solids within the media. The filters are aerated to remove carbonaceous matter and convert ammonia-nitrogen to nitrates via nitrification. Non-aerated filters in the presence of supplemental carbonaceous organic matter can convert nitrates to nitrogen gas through denitrification.

BAFs are designed either as co-current backwash or countercurrent backwash systems. The co-current backwash design has a nozzle deck supporting a granular media that has a specific gravity greater than 1.0. Pre-treated wastewater is introduced under the nozzle deck and flows up through a slightly expanded media bed, and effluent leaves the filter from above the media. Process air is introduced just above the nozzle deck (the bed is not aerated for denitrification). During backwash, wash water and air scour are introduced below the nozzle deck and flow up through the bed. Wash water is pumped to the head of the plant or directly to solids handling.

The countercurrent backwash BAF operates under the same general principles, except that the granular media has a specific gravity less than 1.0. Therefore, the media float and are retained from above by the nozzle deck. During backwash, wash water flows by gravity through the media. Process air is introduced below the media; therefore, scour air moves countercurrent to the wash water flow.

7.7.1.1 Design Features

The granular media bed for both designs typically is 3 to 4 m deep and the media are 3 to 6 mm in diameter. The media-specific surface area ranges

7.7 AUTRES PROCÉDÉS BIOLOGIQUES

De nouveaux procédés de traitement biologique aux applications prometteuses dans l'épuration des eaux usées peuvent être envisagés dans la mesure où l'on peut fournir les données techniques nécessaires à l'évaluation du nouveau procédé, conformément à la section 4.5.2. Certains nouveaux systèmes de traitement biologique sont décrits ci-après. Ces systèmes sont généralement fabriqués par des entreprises qui sont propriétaires de conceptions exclusives et, comme les renseignements exclusifs d'intérêt commercial ne peuvent être présentés dans ce manuel, les données de conception fournies ici sont de nature essentiellement générale. On trouvera donc une description des applications et des taux de charge types de ces systèmes. De nouveaux procédés de traitement pourront être ajoutés à la section principale de ce chapitre lorsque des données de conception suffisantes et appropriées seront disponibles. Ces ajouts seront consignés dans le registre des révisions.

7.7.1 Lits bactériens aérés

Les lits bactériens aérés (LBA) sont des filtres immergés à substrat granulaire à courant ascendant qui traitent les eaux usées en convertissant les matières carbonées et azotées à l'aide d'une biomasse fixée au substrat et en emprisonnant les matières en suspension dans le substrat. Les filtres sont aérés pour éliminer les matières carbonées et convertir l'azote ammoniacal en nitrates par nitrification. En présence de matières organiques carbonées supplémentaires, les filtres non aérés peuvent convertir les nitrates en azote gazeux par dénitrification.

Les lits bactériens aérés peuvent être des systèmes à alimentation cocourant ou contre-courant. Le système à alimentation cocourant comporte des rampes de buses sur lesquelles repose un substrat granulaire dont la densité est supérieure à 1,0. Les eaux usées prétraitées pénètrent sous les rampes de buses et s'écoulent vers le haut à travers un substrat légèrement expansé, et l'effluent quitte le filtre en un point situé au-dessus du substrat. De l'air frais est introduit immédiatement au-dessus des rampes (pour la dénitrification, le lit n'est pas aéré). Au cours du lavage, l'eau et l'air sont introduits en un point situé sous les rampes et s'écoulent à travers le lit. L'eau de lavage est pompée en tête de l'installation ou directement vers l'installation de traitement des solides.

Le lit bactérien aéré à alimentation contre-courant fonctionne suivant les mêmes grands principes, mais le substrat granulaire présente une densité inférieure à 1,0. Par conséquent, le substrat flotte et est retenu par le dessus par les rampes de buses. Au cours du lavage, l'eau de lavage circule par gravité à travers le substrat. L'air est introduit en un point situé sous le substrat; l'air circule donc à contre-courant par rapport à l'eau de lavage.

7.7.1.1 Caractéristiques de conception

Dans les deux systèmes, le lit granulaire fait généralement de 3 à 4 m de profondeur et le matériau granulaire, de 3 à 6 mm de diamètre. La surface

from 500 to 2,000 m²/m³. The contact time in the media typically is 0.5 to 1.0 hour. The media bed is backwashed every 24 to 48 hours for 20 to 40 minutes using a wash water volume about three times the media volume. Backwash water from a single event is collected in a storage tank and returned to the head of the plant or directly to solids processing over a 1- to 2-hour period. Backwash water typically contains from 400 to 1,200 mg/l of suspended solids. The backwash water recycle flow can represent up to 20% of the raw influent wastewater flow. Most manufacturers have estimated that solids production from the BAF system is comparable to that of a conventional activated sludge system. Effluent pollutant concentrations from a single BAF cell increases for approximately 30 minutes following a backwash event, so a minimum of four cells should be included in any design to dampen these spikes.

The nozzle deck features polyethylene nozzles that prevent media loss and assist in evenly distributing flow across the bed. The reported media loss from the BAF system is less than 2% per year. The nozzle openings are slightly smaller than the media and require that influent be pre-treated with a fine screen to prevent plugging. Headloss across the media bed can be more than 2 m prior to backwash. In existing installations, the filters are constructed above grade. The combination of the tall structure (6 m) and headloss across the bed requires pumping influent flow to the BAF in most situations. In addition, the co-current designs require pumping of wash water, which is a significant, but intermittent, energy demand.

Process air is required in BAF cells that are removing carbonaceous organic matter (biochemical oxygen demand or BOD) and are nitrifying ammonia-nitrogen. The process aeration system consists of coarse- to medium-bubble diffusers on a stainless steel piping grid. Because of the difficulty in accessing the aeration grid, the diffusers are constructed as simply and reliably as possible. The amount of air that must be added to the system is determined by the oxygen demand of the biomass. Energy for process air can represent more than 80% of the energy demand in a BAF system.

7.7.1.2 Configurations

BAFs can operate in different process configurations, depending on the facilities, effluent goals, and wastewater characteristics. The process can follow either chemically assisted primary sedimentation or an activated sludge system. This level of treatment is required because of a BAF system's sensitivity to high influent BOD and suspended solids loadings. Following primary

spécifique du substrat varie entre 500 et 2 000 m²/m³. Le temps de contact dans le substrat est ordinairement de 30 minutes à 1 heure. Le lit est lavé toutes les 24 à 48 heures pendant 20 à 40 minutes à l'aide d'un volume d'eau de lavage correspondant à environ trois fois le volume du substrat. L'eau de lavage est recueillie dans un réservoir de stockage et retournée en tête de l'installation ou acheminée directement vers l'installation de traitement des solides sur une période de 1 à 2 heures. L'eau de lavage contient généralement de 400 à 1200 mg/l de matières en suspension. Le flux d'eau de lavage retournée en tête d'usine peut représenter jusqu'à 20 % du flux d'eaux usées influentes à traiter. La plupart des fabricants estiment que la production de boues d'un lit bactérien aéré est comparable à celle d'un système classique de traitement par boues activées. Les concentrations de polluants dans l'effluent d'un seul réacteur augmentent pendant environ 30 minutes après un lavage, de sorte qu'au moins quatre (4) réacteurs devraient être prévus dans toutes les conceptions pour atténuer ces pointes.

Les rampes de buses comportent des buses en polyéthylène qui préviennent les pertes de substrat et contribuent à distribuer l'eau uniformément dans le lit. Les pertes observées de substrat d'un lit bactérien aéré sont inférieures à 2 % par an. Les orifices des buses sont légèrement plus petits que le matériau granulaire et exigent que l'influent soit prétraité à l'aide d'une grille fine pour prévenir tout colmatage. La perte de charge à travers le substrat peut être supérieure à 2 m avant le lavage. Dans les installations existantes, les filtres sont construits en surface. En raison de la hauteur de l'ouvrage (6 m) et de la perte de charge à travers le lit, il faut le plus souvent pomper l'influent dans le lit. Par ailleurs, dans les modèles à cocourant, il faut pomper l'eau de lavage, ce qui représente une demande énergétique importante quoiqu'intermittente.

De l'air frais doit être introduit dans les réacteurs LBA conçus pour éliminer les matières organiques carbonées (demande biochimique en oxygène ou DBO) et assurer la nitrification de l'azote ammoniacal. Le système d'aération est composé de diffuseurs d'air à grosses bulles ou à bulles moyennes fixés à un réseau de tubes en acier inoxydable. Comme il est difficile d'accéder au réseau d'aération, la construction des diffuseurs doit demeurer la plus simple et la plus fiable possible. La quantité d'air qui doit être introduite dans le système est déterminée par la demande en oxygène de la biomasse. La demande énergétique associée avec l'apport d'air requis pour ce procédé de traitement peut représenter plus de 80 % de la demande énergétique du système.

7.7.1.2 Configurations

Les LBA peuvent fonctionner suivant différentes configurations, selon les installations, les objectifs visés pour les effluents et les caractéristiques des eaux usées. Le procédé peut suivre la sédimentation primaire avec apports chimiques ou le traitement par boues activées. Ce niveau de traitement est exigé en raison de la sensibilité des LBA aux charges élevées de DBO et aux fortes concentrations de matières en suspension de l'influent.

sedimentation, BAF cells can be operated for carbonaceous BOD removal or, under lower loading rates (less than 1.5 kg BOD/m³·d), for both carbonaceous BOD and ammonia-nitrogen removal. A cell can operate in a nitrification mode following an activated sludge system or another BAF cell removing carbonaceous BOD. A denitrification BAF process can follow either an activated sludge or BAF system that is nitrifying.

7.7.1.3 Performance

The performance of BAFs in terms of allowable loading rates and effluent quality depends on influent wastewater quality and temperature. In general, higher organic or suspended solids influent loadings result in higher effluent concentrations. Adequate water velocity is necessary to provide scouring of the biomass and even flow distribution across the media bed. Inadequate water velocity can result in premature bed plugging; this is especially true for denitrification reactors in which the effects of air scouring are not present.

Factors that positively affect complete nitrification include:

- warm water temperature,
- adequate aeration and good air distribution, and
- low carbonaceous BOD and suspended solids loading.

Denitrification usually requires methanol addition, and water velocities must be greater than 10 m/h.

7.7.2 Moving Bed Biofilm Reactors

The patented MBBR process was developed by the Norwegian company Kaldnes Miljøteknologi (KMT). The basic concept of the MBBR is to have continuously operating, noncloggable biofilm reactors with no need for backwashing or return sludge flows, low head-loss and high specific biofilm surface area. This is achieved by having the biomass grow on small carrier elements that move along with the water in the reactor. The movement is normally caused by coarse-bubble aeration in the aeration zone and mechanical mixing in an anoxic/anaerobic zone.

However, for small plants, mechanical mixers are omitted for simplicity reasons and pulse aeration for a few seconds a few times per day can be used to move the biofilm carriers in anoxic reactors.

Lorsqu'ils suivent une sédimentation primaire, les réacteurs LBA peuvent être utilisés pour éliminer la DBO des matières carbonées ou, dans des conditions de charge moins importantes (moins de 1,5 kg DBO/m³·j), pour éliminer à la fois la DBO des matières carbonées et l'azote ammoniacal. Un réacteur peut fonctionner en mode de nitrification lorsque les eaux usées ont subi un traitement préalable par boues activées ou séjourné dans un autre réacteur LBA qui élimine la DBO des matières carbonées. Un procédé LBA de dénitrification peut suivre un traitement par boues activées ou une nitrification dans un réacteur LBA.

7.7.1.3 Performance

La performance des LBA au chapitre des taux de charge admissible et de la qualité de l'effluent dépend de la qualité des eaux usées influentes et de la température. En général, plus la concentration de l'influent en matières organiques ou en solides en suspension est élevée, plus l'effluent sera chargé. La vitesse de l'eau doit être suffisante pour récupérer la biomasse, et le débit doit être uniformément réparti à travers le substrat. Une vitesse insuffisante de l'eau peut entraîner un colmatage prématuré du lit, en particulier dans les réacteurs de dénitrification, qui ne bénéficient pas des effets du lavage par l'air.

Les facteurs qui favorisent une nitrification complète comprennent :

- une température élevée de l'eau;
- une bonne aération et une bonne distribution de l'air;
- une faible charge de DBO des matières carbonées et de solides en suspension.

La dénitrification nécessite ordinairement l'ajout de méthanol et une vitesse de l'eau supérieure à 10 m/h.

7.7.2 Bioréacteurs à lit mobile

Le procédé de bioréacteur à lit mobile a été mis au point par la société norvégienne Kaldnes Miljøteknologi (KMT). Le concept de base de ce procédé repose sur le fonctionnement en continu de bioréacteurs non colmatables qui ne nécessitent pas de lavage ou de retour de boues et qui présentent une faible perte de charge et une surface spécifique élevée du biofilm. On obtient ces résultats en faisant croître la biomasse sur de petits éléments porteurs qui se déplacent en même temps que l'eau du réacteur. Le mouvement est généralement produit par un système d'aération à grosses bulles dans la zone d'aération et une agitation mécanique dans la zone anoxique ou anaérobie.

Cependant, dans le cas des petites installations, les agitateurs mécaniques sont omis pour des raisons de simplicité, et on peut avoir recours à une aération pulsée pendant quelques secondes quelques fois par jour pour mettre en mouvement le substrat porteur du biofilm dans les réacteurs anoxiques.

The biofilm carrier elements are made of 0.96 specific gravity polyethylene and shaped like small cylinders, with a cross in the inside of the cylinder and longitudinal fins on the outside. To keep the biofilm elements in the reactor, a screen of perforated plate is placed at the outlet of the reactor. Agitation constantly moves the carrier elements over the surface of the screen; the scrubbing action prevents clogging.

Almost any size or shape tank can be retrofitted with the MBBR process. The filling of carrier elements in the reactor may be decided for each case, based on degree of treatment desired, organic and hydraulic loading, temperature and oxygen transfer capability. The reactor volume is totally mixed and consequently there is no "dead" space or unused space in the reactor. Organic loading rates for these reactors are typically in the order of 3.5 – 7.0 g BOD/m² of media surface area/d for BOD removal and less than 3.5 g BOD/m² of media surface area/d for nitrification.

7.7.3 Membrane Bioreactors

Membrane Bioreactors consist of a suspended growth biological reactor (activated sludge system variation) integrated with a microfiltration membrane system. The key to the technology is the membrane separator which allows elevated levels of biomass to degrade or remove the soluble form of the organic pollutants from the waste stream. These systems typically operate in the nanofiltration or microfiltration range which results in removal of particles greater than 0.01 and 0.1 µm, respectively.

7.7.3.1 Configuration

Membrane bioreactors can be configured in a number of different ways. However, the two main configurations differ by those in which the membranes are submersed directly in the bioreactor and those which contain external membrane process tankage. When membrane modules are submersed into the bioreactor, they are in direct contact with the wastewater and sludge. A vacuum is created within the hollow fibres by the suction of a permeate pump. The treated water passes through the membrane, enters the hollow fibres and is pumped out by the permeate pump. An air flow may be introduced to the bottom of the membrane module to create turbulence which scrubs and cleans the membrane fibres keeping them functioning at a high flux rate. The filtrate or permeate is then collected for reuse or discharge.

Outboard membrane processes operate in a similar manner however, the membranes are contained in a separate tank through which the wastewater requiring filtration constantly flows. Again air is often added for both treatment and membrane

Les éléments des porteurs de biofilm sont faits de polyéthylène d'une densité de 0,96 et ont la forme de petits cylindres, avec une croix à l'intérieur du cylindre et des ailettes longitudinales à l'extérieur. Pour maintenir les porteurs de biofilm dans le réacteur, un filtre de tôle perforée est placé à la sortie du réacteur. L'agitation imprime aux porteurs un mouvement continu sur la surface du filtre, et l'action de récurage des porteurs prévient le colmatage.

Des bassins de toutes tailles et de toutes formes peuvent être transformés en bioréacteurs à lit mobile. La quantité de porteurs placés dans le réacteur peut être déterminée au cas par cas, selon le niveau d'épuration recherché, les charges organique et hydraulique, la température et la capacité de transfert d'oxygène. Le volume du réacteur est entièrement mélangé et ne comporte donc pas de zones mortes ou d'espace inutilisé. Les taux de charge organique pour ces réacteurs sont généralement de l'ordre de 3,5 à 7,0 g DBO par mètre carré de surface de substrat/j pour l'élimination de la DBO et inférieurs à 3,5 g DBO par mètre carré de surface de substrat/j pour la nitrification.

7.7.3 Bioréacteur à membrane

Les bioréacteurs à membrane sont constitués d'un réacteur biologique à biomasse en suspension (variante du procédé de traitement par boues activées) intégré à un système de membrane de microfiltration. L'élément clé de cette technologie est un séparateur à membrane qui autorise l'utilisation de niveaux élevés de biomasse pour la dégradation ou l'élimination de la forme soluble des polluants organiques présents dans les eaux usées. Ces systèmes fonctionnent ordinairement dans une plage de nanofiltration ou de microfiltration, ce qui permet l'élimination des particules de plus de 0,01 et de 0,1 µm, respectivement.

7.7.3.1 Configuration

Les bioréacteurs à membrane peuvent être configurés de différentes manières. Cependant, les deux principales configurations diffèrent selon que les membranes sont directement immergées dans le bioréacteur ou installées dans un bassin externe. Lorsque les blocs membranes sont immergés dans le bioréacteur, ils sont directement en contact avec les eaux usées et les boues. Un vide est créé à l'intérieur des fibres creuses sous l'effet d'aspiration d'une pompe à perméat. L'eau traitée traverse la membrane, pénètre dans les fibres creuses et est évacuée par la pompe à perméat. Un flux d'air peut être introduit au fond du bloc membrane pour créer une turbulence qui récur et nettoie les fibres de la membrane et leur permet de fonctionner dans des conditions de flux élevé. Le filtrat ou perméat est ensuite recueilli et réutilisé ou évacué.

Les procédés qui utilisent une membrane externe fonctionnent un peu de la même manière, mais les membranes sont contenues dans un bassin séparé, à travers lequel les eaux usées devant être filtrées circulent en continu. Ici encore, on introduit souvent de l'air à la

scouring purposes. The main difference between the two configurations lies in the membrane cleaning processes where membranes submersed within the aeration tanks must be removed for cleaning while outboard membranes are cleaned by evacuating the membrane tankage and providing for equalization during the cleaning procedures within the main aeration tank.

7.7.3.2 Process Description

The benefits of these processes are consistent effluent quality, reduced footprint, increased expansion capabilities within the same tankage, and ease of operation. Tertiary quality effluent is the normal output of a membrane bioreactor.

Virtually no solids are lost via the permeate stream and the wasting of solids is reduced. As a result, the sludge age can be very accurately determined. Nitrification for ammonia removal is easily achieved by optimizing reactor and sludge age to specific wastewater characteristics and effluent requirements. Absolute control of the nitrifiers results in high nitrification rates even in winter periods and under adverse and unstable conditions.

If required, denitrification can be achieved with membrane processes because when operating at a MLSS of 15,000 mg/l and higher, the mixed liquor rapidly becomes anoxic in the absence of a continuous stream of air. Furthermore, the high level of biomass ensures that in the anoxic zone, at all times there is enough denitrifiers to efficiently convert the nitrates into nitrogen gas.

7.7.4 Recirculating filters²

Recirculating filters provide advanced secondary treatment of settled wastewater or septic tank effluent using sand, gravel or other media. Recirculating filters consist of a lined excavation or structure, filled with uniform washed sand that is placed over an underdrain system. Through a distribution network the wastewater is dosed onto the surface and percolates through the media to the underdrain system. The underdrain system collects filter effluent and directs it to the recirculation tank for further processing or discharge.

7.7.4.1 Recirculating Sand Filters

Recirculating sand filters (RSFs) are aerobic, fixed-film bioreactors. Physical processes that occur in sand filters include straining and sedimentation which remove suspended solids within the pores of the media. Chemical absorption of constituents such as phosphorus also occurs. Bioslimes from the growth of microorganisms develop as films on the

fois pour le traitement et pour le récurage de la membrane. La principale différence entre les deux configurations réside dans le mode de lavage des membranes; pour nettoyer les membranes immergées, il faut les retirer du bassin d'aération et pour nettoyer les membranes externes, on doit vidanger le bassin et assurer une égalisation pendant le nettoyage à l'intérieur du bassin d'aération principal.

7.7.3.2 Description du procédé

Ces procédés ont l'avantage de produire un effluent de qualité uniforme, d'occuper une faible superficie, d'accroître les possibilités d'expansion à l'intérieur d'un même bassin et d'être faciles à exploiter. La qualité de l'effluent d'un bioréacteur à membrane correspond ordinairement à celle d'un effluent tertiaire.

À peu près aucun solide n'est perdu dans le flux de perméat, et la dégradation des solides est réduite. Il est donc possible de déterminer avec une grande précision l'âge des boues. On peut facilement réaliser la nitrification pour éliminer l'ammoniac en optimisant le réacteur et l'âge des boues en fonction des caractéristiques des eaux usées et des exigences applicables à l'effluent. Une maîtrise absolue des agents nitrifiants produit des taux de nitrification élevés même pendant les périodes hivernales et dans des conditions défavorables et instables.

Au besoin, on peut réaliser la dénitrification dans les bioréacteurs à membrane parce qu'à des concentrations de MSLM de 15 000 mg/l et plus, la liqueur mixte devient rapidement anoxique en l'absence de flux d'air continu. Par ailleurs, le niveau élevé de biomasse garantit que, dans la zone anoxique, il y a en tout temps suffisamment d'agents dénitrifiants pour convertir efficacement les nitrates en azote gazeux.

7.7.4 Filtres à recirculation²

Les filtres à recirculation assurent un traitement secondaire avancé des eaux usées décantées ou des effluents de fosse septique au moyen de sable, de gravier ou d'un autre substrat. Les filtres à recirculation sont constitués d'une fosse revêtue, ou d'une structure, remplie de sable lavé de granulométrie uniforme qui repose sur un système de drainage souterrain. Dans un réseau de distribution, les eaux usées sont dosées sur la surface et percolent à travers le substrat jusqu'au système de drainage souterrain. Le système de drainage souterrain recueille l'effluent filtré et l'achemine vers le bassin de recirculation où il subira un traitement poussé ou sera rejeté.

7.7.4.1 Filtres à sable à recirculation

Les filtres à sable à recirculation sont des bioréacteurs aérobies à biomasse fixée. Les processus physiques qui se déroulent dans les filtres comprennent un tamisage et une sédimentation, qui éliminent les solides en suspension des pores du substrat. Il y a également une absorption chimique de certains composants, comme le phosphore. Des films biologiques qui découlent de la croissance de micro-

sand particle surfaces. As the wastewater percolates through the sand the microorganisms in the slimes absorb the soluble and colloidal waste materials. The absorbed materials are either incorporated into a new cell mass or degraded under aerobic conditions to carbon dioxide and water.

7.7.4.1.1 Applications

Recirculating sand filters can be used for applications including; single-family residences, large commercial establishments, and small communities. They can be used to pretreat wastewater prior to subsurface infiltration and to meet water quality requirements before direct discharge to surface water. RSFs are primarily used to treat domestic wastewater, but they have also been used successfully in treating wastewaters from restaurants and supermarkets, which are high in organic materials. Recirculating filters can be used for both large and small flows and are frequently used where nitrogen removal is necessary.

7.7.4.1.2 System Components

Basic components of recirculating filters include a recirculation/dosing tank, pump and controls, distribution network, filter bed with an underdrain system, and a return line. The return line or the underdrain splits the flow to recycle a portion of the filtrate to the recirculation/dosing tank. A small volume of wastewater and filtrate is dosed to the filter surface on a timed cycle 1 to 3 times per hour. Recirculation ratios are typically between 3:1 and 5:1. The returned aerobic filtrate mixes with the anaerobic septic tank effluent in the recirculation tank before being reapplied to the filter.

There are many types of media used in packed-bed filters. The most common include washed, graded sand however pea gravel has generally replaced it in recent times. Other granular media which can be used include crushed glass, garnet, anthracite, plastic, expanded clay, expanded shale, open-cell foam, extruded polystyrene, and bottom ash from coal-fired power plants. Coarse-fibre synthetic textile materials are also used but are usually restricted to proprietary units.

Recirculation tanks consist of a tank, recirculation pump and controls, and a return filter water flow splitting device. Recirculation tanks store returned filtrate, mix the filtrate with the septic tank effluent, and store peak influent flows. The recirculation pump and controls are designed to dose a constant volume of mixed filtrate and

organismes se forment à la surface des particules de sable. À mesure que les eaux usées percolent à travers le sable, les micro-organismes des films biologiques absorbent les déchets et les matières colloïdales solubles. Les matières absorbées sont soit incorporées dans une nouvelle masse cellulaire ou dégradées dans des conditions aérobies en dioxyde de carbone et en eau.

7.7.4.1.1 Applications

Les filtres à sable à recirculation peuvent être utilisés pour différentes applications, notamment le traitement des eaux usées d'habitations individuelles, de grands établissements commerciaux et de petites collectivités. Ils peuvent servir au prétraitement des eaux usées avant injection souterraine et pour répondre aux exigences de qualité de l'eau avant que l'effluent ne soit rejeté directement dans les eaux de surface. Ces filtres sont surtout utilisés pour le traitement des eaux usées domestiques, mais ils ont déjà été utilisés avec succès dans le traitement des eaux usées de restaurants et des supermarchés, lesquelles sont fortement chargées en matières organiques. Les filtres à recirculation peuvent être employés dans des conditions de fort ou de faible débit et sont souvent utilisés dans les procédés qui visent l'élimination de l'azote.

7.7.4.1.2 Composants du système

Les composants de base des filtres à recirculation comprennent un bassin doseur ou de recirculation, une pompe et les commandes connexes, un réseau de distribution, un lit filtrant avec système de drainage souterrain et une conduite de retour. La conduite de retour ou le système de drainage souterrain divise le flux pour recycler une partie du filtrat vers le bassin doseur ou de recirculation. Un faible volume d'eaux usées et de filtrat est dosé sur la surface du filtre à raison de 1 à 3 fois par heure. Les rapports de recirculation se situent généralement entre 3:1 et 5:1. Le filtrat aérobie est mêlé à l'effluent de fosse septique anaérobie dans le bassin de recirculation avant d'être appliqué de nouveau sur le filtre.

De nombreux types de substrats sont utilisés dans les lits granulaires fixes. Le plus courant est le sable lavé classé, bien que les gravillons tendent aujourd'hui à remplacer le sable. D'autres matériaux granulaires peuvent être employés, notamment le verre pilé, la grenatite, l'anthracite, le plastique, l'argile expansée, le schiste expansé, le plastique poreux, le polystyrène extrudé et la cendre résiduelle des centrales au charbon. On utilise également des matériaux textiles synthétiques à fibres grossières mais ceux-ci sont ordinairement réservés aux installations spécialisées.

Les bassins de recirculation sont constitués d'un bassin, d'une pompe de recirculation et des commandes connexes et d'un répartiteur de débit de filtrat recyclé. Dans les bassins de recirculation, on stocke le filtrat recyclé, on le mélange à l'effluent de fosse septique et on stocke les débits d'influent de pointe. La pompe de recirculation et ses commandes sont conçues pour doser

septic tank effluent flow onto the filter on a timed cycle.

Distribution methods used include rigid pipe pressure networks with orifices or spray nozzles, and drip emitters. Rigid pipe pressure networks are the most commonly used method. Orifices with orifice shields, facing upward, minimize hole blockage by stones.

The most common flow splitting devices are ball float valves and proportional splitters. The ball float valve is used where the recirculation tank is designed to remain full. The valve is connected to the return filtrate line inside the recirculation tank. The return line runs through the tank. The ball float valve is open when the water level is below the normally full level. When the tank fills from either the return filtrate or the influent flow, the ball float rises to close the valve, and the remaining filtrate is discharged from the system. The proportional splitters continuously divide the flow between return filtrate and the filtrate effluent. Another type of splitter consists of a sump in which two pipes are stubbed into the bottom with their ends capped. In the crowns of each capped line, a series of equal-sized, pluggable holes are drilled. The return filtrate floods the sump, and the flow is split in proportion to the relative number of holes left open in each perforated capped pipe.

Most RSFs are constructed aboveground and with an open filter surface; however, in cold climates such as in Atlantic Canada, they should be placed in the ground to prevent freezing. The filter basin can be a lined excavation or fabricated tank. Typical liner materials are polyvinyl chloride and polypropylene. The system should be arranged to allow gravity drainage of lines to prevent freezing.

The underdrain system is located on the floor of the tank or lined excavation. The ends of the underdrains should be brought to the surface of the filter and with cleanouts. The underdrain outlet is cut in the basin wall such that the drain invert is at the floor elevation and the filter can be completely drained. The underdrain outlet invert elevation must be sufficiently above the recirculation tank inlet to accommodate a minimum of 0.1 percent slope on the return line and any elevation losses through the flow splitting device. The underdrain is covered with washed, durable gravel to provide a porous medium through which the filtrate can flow to the underdrain system.

un volume constant de filtrat mélangé à l'effluent de fosse septique sur le filtre suivant un cycle défini.

Les méthodes de distribution comprennent les réseaux sous pression à canalisations rigides percées d'orifices ou munies de buses de pulvérisation et les tuyaux goutteurs. Les réseaux sous pression à canalisations rigides sont les plus couramment utilisés. Les orifices munis de dispositifs de protection, orientés vers le haut risquent moins d'être colmatés par les pierres.

Les répartiteurs de débit les plus courants demeurent les robinets à flotteur et les régulateurs de débit proportionnels. Les robinets à flotteur sont utilisés lorsque le bassin de recirculation est conçu pour demeurer plein. Le robinet est relié à la conduite de retour du filtrat à l'intérieur du bassin de recirculation. La canalisation de retour traverse le bassin. Le robinet à flotteur est ouvert lorsque le niveau d'eau se situe sous le niveau normal de remplissage. Lorsque le bassin est rempli de filtrat recyclé ou d'influent, le flotteur monte et ferme le robinet, et le reste du filtrat est évacué du système. Les régulateurs de débit proportionnels répartissent le débit en continu entre le filtrat recyclé et l'effluent de filtration. Un autre type de répartiteur est constitué d'un puisard au fond duquel deux canalisations sont enfoncées et leurs extrémités sont obturées. Dans la couronne de chaque canalisation obturée, on perce une série d'orifices de même taille qui peuvent être obturés. Le filtrat recyclé inonde le puisard, et le débit est divisé en proportion du nombre d'orifices laissés ouverts dans chaque canalisation perforée obturée.

La plupart des filtres à sable à recirculation sont construits en surface, et leur surface est à ciel ouvert; cependant, dans les climats froids, comme au Canada atlantique, les filtres devraient être enfouis pour ne pas geler. Le bassin peut être une fosse revêtue ou un réservoir fabriqué. Les matériaux de revêtement types sont le chlorure de polyvinyle et le polypropylène. Le système devrait être disposé de manière à permettre la vidange des canalisations par gravité pour prévenir le gel.

Le système de drainage souterrain est situé sur le plancher du bassin ou de la fosse revêtue. Les extrémités des drains devraient être amenés à la surface du filtre et munies de regards de nettoyage. La sortie du système est découpée dans la paroi du bassin de manière que le fond du drain se trouve à la hauteur du plancher et que le filtre puisse être entièrement drainé. Le fond de la sortie du drain doit se trouver à une hauteur suffisante au-dessus de l'entrée du bassin de recirculation pour compenser une pente d'au moins 0,1 % de la canalisation de retour et toute perte de hauteur d'élévation dans le répartiteur de débit. Le système de drainage souterrain est recouvert de gravier lavé durable qui constitue un substrat poreux à travers lequel le filtrat peut s'écouler vers le drain.

Footnote References

1. WEF, "Manual of Practice 8 – Design of Municipal Wastewater Treatment Plants"
2. U.S. Environmental Protection Agency: *Onsite Wastewater treatment Systems Technology Fact Sheet 11, Recirculating Sand/Media Filters.*

Ouvrages de références (notes de bas de page)

1. WEF, « Manual of Practice 8 – Design of Municipal Wastewater Treatment Plants »
2. U.S. Environmental Protection Agency: *Onsite Wastewater treatment Systems Technology Fact Sheet 11, Recirculating Sand/Media Filters.*

CHAPTER 8 EFFLUENT DISINFECTION

8.1 BASIS FOR DISINFECTION OF SEWAGE TREATMENT PLANT EFFLUENT

Disinfection of sewage treatment plant effluent **shall** be required in all cases, unless confirmed otherwise by the regulatory agencies.

The design shall consider meeting both the bacterial standards and the disinfectant residual limit in the effluent. The disinfection process should be selected after due consideration of waste characteristics, type of treatment process provided prior to disinfection, waste flow rates, pH of waste, disinfectant demand rates, current technology application, cost of equipment and chemicals, power cost, and maintenance requirements. The designer shall consider the provisions of the Federal "Transportation of Dangerous Goods Act", the Federal "Environmental Protection Act (1999)" (specifically the Environmental Emergency Regulations), the applicable Provincial Dangerous Goods Legislation and the Regulatory Agency having jurisdiction when designing a disinfection system.

8.2 FORMS OF DISINFECTION

Chlorine and ultra violet radiation are the most commonly used methods for wastewater effluent disinfection. The forms most often used for chlorination are liquid chlorine and calcium or sodium hypochlorite. Other disinfectants, including chlorine dioxide, ozone, or bromine, may be accepted by the approving authority in individual cases. If chlorination is utilized, it may be necessary to dechlorinate to address concerns related to the negative environmental and health impacts of the release of chlorine into aquatic environments. The use of chlorine capsules along with dechlorination tablets may be considered for small systems.

8.3 CHLORINATION

8.3.1 Design Guidelines

8.3.1.1 Mixing

The disinfectant shall be positively mixed as rapidly as possible, with a complete mix being effected in three seconds. This may be accomplished by either the use of a turbulent flow regime or a mechanical flash mixer.

8.3.1.2 Diffusers

A chlorine solution diffuser shall be placed ahead of the contact tank and near the vicinity of the mixing area.

CHAPITRE 8 DÉSINFECTION DES EFFLUENTS

8.1 EXIGENCES DE BASE POUR LA DÉSINFECTION DES EFFLUENTS DES USINES D'ÉPURATION D'EAUX USÉES

La désinfection des effluents des usines d'épuration d'eaux usées **doit** être exigée dans tous les cas, à moins d'indications contraires de la part des organismes de réglementation.

La conception doit tenir compte à la fois des normes d'épuration biologique et du seuil de désinfectant résiduel dans les effluents. On devrait sélectionner le procédé de désinfection après avoir dûment examiné les caractéristiques des effluents, le type de traitement subi avant la désinfection, les débits des effluents, le pH des effluents, la demande de désinfectant, l'application actuelle de la technologie, le coût de l'équipement et des produits chimiques, le coût énergétique et les besoins d'entretien. Le concepteur doit, au moment de concevoir un système de désinfection, tenir compte des dispositions de la *Loi sur le transport des matières dangereuses* du Canada, de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (1999)» (et plus particulièrement des règlements en matière d'urgences environnementales) et de la loi provinciale applicable sur les matières dangereuses et des exigences de l'organisme de réglementation compétent.

8.2 FORMES DE DÉSINFECTION

La chloration et le rayonnement ultraviolet sont les deux méthodes les plus couramment utilisées pour la désinfection des effluents d'usines d'épuration. Les produits les plus souvent employés pour la chloration sont le chlore liquide et l'hypochlorite de calcium ou de sodium. D'autres désinfectants, dont le dioxyde de chlore, l'ozone ou le brome, peuvent être jugés acceptables par l'organisme d'approbation dans certains cas. Si la chloration est utilisée, il peut être nécessaire de déchlorer l'eau pour prévenir les effets nuisibles sur la santé et l'environnement liés du rejet de chlore dans les milieux aquatiques. L'utilisation de capsules de chlore et de tablettes de déchloration peut être envisagée dans le cas des petits systèmes.

8.3 CHLORATION

8.3.1 Lignes directrices pour la conception

8.3.1.1 Mélange

Le désinfectant doit être mélangé correctement et le plus rapidement possible, le mélange complet étant réalisé en trois secondes. À cette fin, on peut utiliser un régime d'écoulement turbulent ou un agitateur mécanique rapide.

8.3.1.2 Diffuseur

Le diffuseur de la solution de chlore doit être placé en amont du bassin de contact et près de la zone de mélange.

8.3.1.3 Contact Time and Residual

A total chlorine residual of 0.5 mg/l is generally required. The required detention time shall be based upon the more stringent of either 30 minutes at design average daily flow or 15 minutes at the design peak hourly flow. The criteria to be used in the design shall be that which provides the largest volume for the contact tank.

Prior to the release of effluent to surface water however, the total chlorine residual should be less than or equal to 0.02 mg/l in order to ensure that elevated concentrations of chlorine are not being discharged. This may necessitate dechlorination as described in Section 8.4.

8.3.1.4 Coliform Levels

Acceptable effluent coliform levels shall be based upon the results of the receiving water study and the receiving water quality guidelines or as specified by the regulatory agencies having jurisdiction.

8.3.1.5 Contact Tank

In order that the chlorine contact tank can provide the required detention, dead zones within the tank must be avoided and the flow through the tank must approach plug flow as closely as possible. Back-mixing within the contact tank must be avoided to prevent short-circuiting and the resulting poor disinfection results. Covered tanks are discouraged.

To approach a plug-flow regime, flow channels with length-to-width ratios of greater than 40:1 are required. Length-to-width ratios of 10:1 produce detention times of approximately 70 percent of the theoretical residence times. In rectangular tanks, longitudinal baffling to produce long, narrow flow channels with a serpentine flow pattern and with guide vanes at changes in direction is a preferred method.

Since some sedimentation occurs in chlorine contact tanks, provision should be made for periodic sludge removal from the chlorine contact tank(s). The drain should be valved. If it is necessary to take the contact tank out of operation for cleaning, and if short-term discontinuation of disinfection cannot be tolerated due to other critical uses made of the receiving waters, two contact basins shall be provided. In less critical situations, one contact basin will suffice provided that the bypass facilities are equipped with a chlorine application point for emergency disinfection.

8.3.1.3 Temps de contact et résidus

Un taux de chlore résiduel total de 0,5 mg/l est généralement exigé. Le temps de séjour nécessaire doit être de 30 minutes au débit quotidien moyen de conception ou de 15 minutes au débit horaire de pointe de conception, selon l'exigence la plus stricte. Le critère à utiliser dans la conception doit être celui qui produit le plus fort volume pour le bassin de contact.

Avant que l'effluent soit évacué dans les eaux de surface, le chlore résiduel total devrait toutefois être inférieur ou égal à 0,02 mg/l pour prévenir le rejet de fortes concentrations de chlore. À cette fin, il peut être nécessaire de déchlorer l'eau, de la manière indiquée à la section 8.4.

8.3.1.4 Niveaux de coliformes

Les niveaux acceptables de coliformes dans l'effluent doivent être fondés sur les résultats d'une étude du milieu récepteur et les lignes directrices sur la qualité des eaux réceptrices, ou les indications des organismes de réglementation compétents.

8.3.1.5 Bassin de contact

Pour que le bassin de contact puisse assurer le temps de séjour exigé, il ne doit pas comporter de zones mortes, et l'écoulement à travers le bassin doit se rapprocher le plus possible d'un écoulement en piston. Il faut éviter un mélange à contre-courant dans le bassin de contact pour prévenir un court-circuitage et une désinfection médiocre. Il n'est pas recommandé d'utiliser des bassins couverts.

Pour se rapprocher d'un régime d'écoulement en piston, il faut prévoir des canaux présentant un rapport longueur-largeur supérieur à 40:1. Des rapports longueur-largeur de 10:1 produisent des temps de séjour correspondant à environ 70 % des temps de séjour théoriques. Dans les bassins rectangulaires, la méthode privilégiée consiste à utiliser des déflecteurs longitudinaux pour produire des canaux allongés et étroits favorisant un écoulement en serpentin et à installer des aubes directrices aux changements de direction.

Comme une certaine décantation se produit dans les bassins de contact, il convient de prendre des mesures pour assurer une évacuation périodique des boues. La canalisation d'évacuation devrait être dotée d'un robinet. S'il est nécessaire de mettre le bassin de contact hors service pour le nettoyer, et si une courte interruption de la chloration ne peut être tolérée en raison des autres usages critiques des eaux réceptrices, il faut prévoir deux bassins de contact. Dans les situations moins critiques, un seul bassin de contact est suffisant, à condition que les installations de dérivation soient dotées d'un point d'ajout de chlore pour assurer une chloration d'urgence.

8.3.2 Chlorination Facilities Design

8.3.2.1 Feed Equipment

8.3.2.1.1 Capacity

The chlorinator shall be sized according to the design flow of the treatment plant and its capacity may vary, depending on the uses and points of application of the chlorine. For disinfection, the capacity should be adequate to produce a concentration of residual chlorine in the plant effluent as measured by the standard DPD test such as to dependably and consistently obtain 0.5 mg/l chlorine residual after a contact period of 20-30 minutes under average flow conditions.

For normal domestic sewage, the following may be used as a guide in sizing chlorination facilities.

8.3.2 Conception des installations de chloration

8.3.2.1 Équipement de dosage

8.3.2.1.1 Débit de dosage

Le chlorateur doit être dimensionné en fonction du débit de calcul de l'usine d'épuration, et sa capacité peut varier selon les usages et les points d'ajout du chlore. Pour la désinfection, le débit de dosage devrait être suffisant pour produire une concentration fiable et constante de chlore résiduel dans l'effluent de l'usine, mesurée au moyen d'un essai DPD, 0,5 mg/l après un temps de contact de 20 à 30 minutes dans des conditions de débit moyen.

Pour les eaux usées domestiques ordinaires, on peut utiliser le tableau suivant comme guide pour le dimensionnement des installations de chloration.

TABLE 8.1 TABLEAU 8.1	CHLORINE DOSAGE REQUIREMENTS EXIGENCES DE DOSAGE DU CHLORE
TYPE OF TREATMENT TYPE DE TRAITEMENT	DOSAGE (mg/l)
Raw Wastewater (Fresh) Eaux usées brutes (fraîches)	6-15
Raw Wastewater (Septic) Eaux usées brutes (septiques)	12-25
Primary Effluent Effluent primaire	5-20
Activated Sludge Plant Effluent Effluent de traitement par boues activées	2-8
Trickling Filter Plant Effluent Effluent de lits bactériens	3-10
RBC Plant Effluent Effluent de disques biologiques	3-10
Tertiary Filtration Effluent Effluent de filtration tertiaire	2-6
Nitrified Effluent Effluent nitrifié	2-6

In order that effective disinfection can be maintained at all times, without the need to overdose excessively at low flow periods, the chlorine feed equipment should be paced by the effluent flow rate, or flow proportional.

Pour qu'une désinfection efficace puisse être maintenue en tout temps, sans qu'il soit nécessaire d'employer des doses excessives pendant les périodes d'étiage, la cadence de l'équipement de dosage de chlore devrait être régie par le débit d'effluent ou être proportionnelle à ce dernier.

8.3.2.1.2 Standby Equipment and Spare Parts

Standby equipment of sufficient capacity should be available to replace the largest unit during shutdowns. Spare parts shall be available for all chlorinators to replace parts which are subject to wear and breakage.

8.3.2.1.2 Équipement de secours et pièces de rechange

Des équipements de secours d'un débit suffisant devraient être prévus pour remplacer les plus gros appareils pendant les périodes d'arrêt. Des pièces de rechange doivent être prévues pour remplacer les pièces sujettes à l'usure et au bris de tous les chlorateurs.

8.3.2.1.3 Water Supply

An ample supply of water shall be available for operating the chlorinator. Where a booster pump is required, duplicate equipment should be provided and, when necessary, standby power. Protection of

8.3.2.1.3 Alimentation en eau

Une grande réserve d'eau doit être disponible pour assurer le bon fonctionnement du chlorateur. Lorsqu'une pompe de surpression est nécessaire, il convient de prévoir de l'équipement en double et une alimentation de

a potable water supply shall conform to the requirements of Section 3.2.9

The use of a potable water supply for solution-fed chlorinators is the preferred method. However, in the case of small plants, plant effluent may be used for operating the chlorinator.

8.3.2.2 Odour Control

Should odour control be a critical factor, additional capacity of a prechlorination system to the extent of about 80 percent of the raw wastewater chlorine demand shall be required during the warm summer days. It is not desirable to split the functions of the chlorinators, especially for large plants. One group shall be designed for prechlorination and another for disinfection. In the case of large plants, each group shall be interchangeable to facilitate a standby feature.

Prechlorination must be accomplished ahead of the first open structure in the plant and thereby reduce the escape of hydrogen sulphide gas into the atmosphere.

8.3.3 Chlorine Supply

8.3.3.1 Type

Chlorine is available for disinfection in gas, liquid (hypochlorite solution), and pellet (Hypochlorite tablets) form. The type of chlorine should be carefully evaluated during the facility planning process. The use of chlorine gas or liquid will be most dependent on the size of the facility and the chlorine dose required. Large quantities of chlorine, such as are contained in tonne cylinders and tank cars, can present a considerable hazard to plant personnel and to the surrounding area, should such containers develop leaks. The designer shall consider the provisions of the Federal "Transportation of Dangerous Goods Act", the Federal "Environmental Protection Act (1999)" (specifically the Environmental Emergency Regulations), and the applicable Provincial Dangerous Goods Legislation when designing a disinfection system. Both monetary cost and the potential public exposure to chlorine should be considered when making the final determination.

8.3.3.2 Cylinders

Seventy kilogram cylinders should be used when chlorine demand is less than 44 kilograms per day. Cylinders should be stored in an upright position with adequate support brackets and chains at 0.67 cylinder height for each cylinder.

secours, s'il y a lieu. L'alimentation en eau potable doit être protégée de la manière exigée à la section 3.2.9.

Il est préférable d'utiliser une source d'eau potable lorsque le chlore est fourni sous forme de solution. Cependant, dans le cas des petites usines, l'effluent de l'usine peut être utilisé pour faire fonctionner le chlorateur.

8.3.2.2 Contrôle des odeurs

Si le contrôle des odeurs est un facteur important, il faut prévoir un système de préchloration offrant une capacité supplémentaire correspondant à environ 80 % de la demande de chlore des eaux usées brutes pendant les journées chaudes d'été. Il n'est pas souhaitable de diviser les fonctions des chlorateurs, en particulier dans les grandes usines. Un groupe doit être affecté à la préchloration et un autre, à la désinfection. Dans le cas des grandes usines, les groupes doivent être interchangeables pour faciliter le fonctionnement en mode de secours.

La préchloration doit être réalisée en amont du premier ouvrage ouvert de l'usine, ce qui aura pour effet de réduire le dégagement d'hydrogène sulfuré dans l'atmosphère.

8.3.3 Approvisionnement en chlore

8.3.3.1 Type

Le chlore utilisé pour la désinfection est offert sous forme de gaz, de liquide (solution d'hypochlorite) et de granules (tablettes Hypochlorite). Le type de chlore à utiliser devrait être évalué avec soin au cours du processus de planification de l'installation. L'utilisation de chlore gazeux ou liquide dépend surtout de la taille de l'installation et des doses de chlore exigées. Les grandes quantités de chlore, comme celles qui sont contenues dans des citernes d'une tonne et des wagons-citernes, peuvent, en cas de fuite, présenter de graves dangers pour le personnel de l'usine et le milieu environnant. Le concepteur doit, au moment de concevoir un système de désinfection, tenir compte des dispositions de la *Loi sur le transport des matières dangereuses* du Canada, de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (1999) » (et plus particulièrement des règlements en matière d'urgences environnementales) et de la loi provinciale applicable sur les matières dangereuses. Il devrait également tenir compte à la fois des coûts et de l'exposition potentielle de la population au moment de faire un choix définitif.

8.3.3.2 Cylindres

Des cylindres de 70 kg devraient être utilisés lorsque la demande de chlore est inférieure à 44 kg par jour. Les cylindres devraient être entreposés à la verticale et soutenues par des supports et des chaînes appropriés aux deux tiers de la hauteur.

8.3.3.3 Tonne Containers

The use of 900 kg containers should be considered where the average daily chlorine consumption is over 44 kilograms. A hoist or crane with a capacity of at least 2000 kg shall be provided for the handling of the tonne containers.

8.3.3.4 Tank Cars

At large installations (chlorine consumption greater than 900 kg/day), consideration should be given to the use of multiple containers or tank cars, generally accompanied by liquid chlorine evaporators. Liquid chlorine lines from tank cars to evaporators shall be buried and installed in a conduit and shall not enter below grade spaces. Systems shall be designed for the shortest possible pipe transportation of liquid chlorine.

The tank car being used for the chlorine supply shall be located on a dead end, level track that is a private siding. The tank car shall be protected from accidental bumping by other railway cars by a locked derail device or a closed locked switch or both. The area shall be clearly posted "DANGER-CHLORINE". The tank car shall be secured by adequate fencing with gates provided with locks for personnel and rail access.

The tank car site shall be provided with a suitable operating platform at the unloading point for easy access to the protective housing or the tank car for connection of flexible feedlines and valve operation. Adequate area lighting shall be provided for night time operation and maintenance.

8.3.3.5 Scales

Scales of proper size shall be provided at all plants using chlorine gas. At large plants, scales of the indicating and recording type are recommended. At the least a platform scale shall be provided. Scales shall be of corrosion-resistant material. Scales shall be set on grade, or a ramp shall be built to facilitate the moving of cylinders on and off the scale platform. Scales should be provided to accommodate the maximum number of containers on line.

8.3.3.6 Evaporators

Where manifolding of several cylinders or 900 kg containers will be required to supply sufficient chlorine, consideration should be given to the installation of a chlorine evaporator to produce the quantity of gas required.

8.3.3.3 Cîternes d'une tonne

L'utilisation de citernes de 900 kg devrait être envisagée lorsque la consommation quotidienne de chlore dépasse 44 kg. Un dispositif de levage ou une grue d'une capacité d'au moins 2000 kg doit être prévu pour la manutention des citernes d'une tonne.

8.3.3.4 Wagons-citernes

Dans les grandes installations (où la consommation de chlore est supérieure à 900 kg/jour), il convient d'envisager l'utilisation de plusieurs citernes ou de wagons-citernes, généralement associés à des évaporateurs de chlore liquide. Les canalisations de chlore liquide reliant les wagons-citernes aux évaporateurs doivent être enfouies et installées dans des conduits et ne doivent pas pénétrer dans les espaces situés sous le niveau du sol. Les systèmes doivent être conçus de manière à réduire au minimum le transport par canalisation du chlore liquide.

Le wagon-citerne utilisé pour l'approvisionnement en chlore liquide doit être situé sur une voie en impasse de niveau (voie industrielle privée). Le wagon-citerne doit être protégé contre les impacts accidentels d'autres wagons au moyen d'un dispositif de déraillement verrouillé ou d'une aiguille fermée verrouillée ou les deux. La zone doit être clairement identifiée par un panneau portant l'inscription « DANGER-CHLORE ». Le wagon-citerne doit être protégé par une clôture adéquate munie de barrières verrouillables pour le personnel et l'accès à la voie ferrée.

Le site du wagon-citerne doit être doté, au point de déchargement, d'un quai de service approprié qui facilitera l'accès au logement de protection ou au wagon-citerne pour le branchement des conduites flexibles d'alimentation et la manœuvre des robinets. Un bon éclairage doit être prévu dans la zone pour l'exploitation et l'entretien de nuit.

8.3.3.5 Balances

Des balances de dimensions appropriées doivent être prévues dans toutes les usines qui utilisent du chlore gazeux. Dans les grandes usines, on recommande de choisir des balances comportant des indicateurs et des dispositifs d'enregistrement. On doit disposer d'au moins une plate-forme de pesée. Les balances doivent être faites d'un matériau résistant à la corrosion. Elles doivent être installées sur le sol ou alors, une rampe doit être construite pour qu'il soit plus facile de poser les cylindres sur la bascule et les enlever. Le nombre de balances fournies devrait être fondé sur le nombre maximal de cylindres en ligne.

8.3.3.6 Évaporateurs

Lorsqu'il est nécessaire de raccorder à la conduite d'alimentation plusieurs cylindres ou des citernes de 900 kg pour acheminer une quantité suffisante de chlore, il convient d'envisager l'installation d'un évaporateur de chlore pour produire la quantité de gaz nécessaire.

8.3.3.7 Hoists¹

Handling of 900 kg containers requires hoisting equipment. It is desirable to use a power-operated hoist and travel particularly when it is necessary to change containers frequently. All hoists must be rated for full load, including the weight of the empty containers and lifting tackle. The cables or chains must not be frayed or damaged.

8.3.3.8 Leak Detection and Controls

A bottle of ammonium hydroxide solution of industrial strength (56%) should be available for detecting chlorine leaks. Where tonne containers or tank cars are used, a leak repair kit approved by the Chlorine Institute shall be provided. Consideration should also be given to the provision of caustic soda solution reaction tanks for absorbing the contents of leaking 900 kg cylinders where such cylinders are in use. At large installations, consideration should be given to the installation of automatic gas detection and related alarm equipment.

8.3.4 Methods of Dosage Control

8.3.4.1 Open Loop Flow Proportional Control

Automatic proportioned-to-flow control consists of varying the rate of chlorine feed in proportion to the sewage flow as determined by a metering device. The dosage rate is manually set, and the control device varies the rate in relation to flow rate. The chlorinator may be either automatic or manual start and stop.

Every effort should be made to ensure that the dosing system is as efficient as possible, while maintaining sufficient chlorine residual for disinfection, and to minimize the need for dechlorination of the effluent to achieve the maximum chlorine concentration outlined in Section 8.3.1.3.

8.3.4.2 Closed-Loop Flow Proportional Control (Compound-Loop Arrangement with One Chlorine Analyzer):

Chlorine residual analyzer provides feedback to the chlorinator. Flow signal and dosage signal each separately control the added chlorine feed with a compound-loop arrangement. If the residual is above the pre-determined level, the chlorine feed rate is reduced, and vice versa. In some designs, chlorine residual is measured at one point in the system and in other designs at 2 or 3 points.

8.3.4.3 Close-Loop Flow Proportional Control (Compound-Loop Arrangement with Two Chlorine Analyzers)

This ideal system employs quantitative as well and qualitative feed control as in the previous case. However, the qualitative control is accomplished at

8.3.3.7 Appareils de levage

La manutention de citernes de 900 kg nécessite l'utilisation d'appareils de levage. Il est souhaitable d'utiliser un chariot-palan mécanique, en particulier lorsque que les citernes doivent être remplacés fréquemment. Tous les appareils de levage doivent pouvoir supporter la totalité de la charge, y compris le poids des récipients vides et du mouflage de levage. Les câbles ou les chaînes ne doivent pas être éraillés ou endommagés.

8.3.3.8 Détection et contrôle des fuites

Une bouteille de solution d'hydroxyde d'ammonium de qualité industrielle (56 %) devrait être conservée pour la détection des fuites. Lorsque des citernes d'une tonne ou des wagons-citernes sont utilisés, une trousse de colmatage des fuites approuvée par le Chlorine Institute doit être prévue. Il convient également de prévoir des réservoirs de réaction contenant une solution de soude caustique pour absorber le contenu des citernes de 900 kg, le cas échéant. Dans les grandes usines, il faudrait envisager l'installation de matériels de détection automatique des fuites et d'alarmes connexes.

8.3.4 Méthodes de régulation du dosage

8.3.4.1 Régulation en circuit ouvert proportionnelle au débit

Une régulation automatique proportionnelle au débit consiste à faire varier le débit d'alimentation en chlore en proportion du débit d'eaux usées, déterminé par un dispositif de mesure. Le dosage est réglé à la main, et le dispositif de régulation fait varier le débit d'alimentation en fonction du débit d'eaux usées. Le chlorateur peut être doté d'un dispositif de marche-arrêt manuel ou automatique.

Il importe de veiller à ce que le système de dosage soit le plus efficace possible. Il devrait en effet permettre de maintenir un taux de chlore résiduel suffisant pour assurer une bonne désinfection tout en réduisant au minimum la nécessité de déchlorer l'effluent pour obtenir la concentration maximale indiquée à la section 8.3.1.3.

8.3.4.2 Régulation en circuit fermé proportionnelle au débit (configuration en circuit composé avec un analyseur de chlore)

Un analyseur de chlore résiduel fournit une rétroaction au chlorateur. Le signal de débit et le signal de dosage commandent séparément l'apport de chlore dans une configuration en un circuit composé. Si le chlore résiduel dépasse un niveau prédéterminé, l'apport en chlore est réduit et vice versa. Dans certains cas le chlore résiduel est mesuré en un point du système, dans d'autres cas, il est mesuré en 2 ou 3 points.

8.3.4.3 Régulation en circuit fermé proportionnelle au débit (configuration en circuit composé avec deux analyseurs de chlore)

Ce système idéal repose sur un contrôle d'alimentation à la fois quantitatif et qualitatif, comme dans le cas précédent. Cependant, le contrôle qualitatif est assuré en deux points

two points in the flow stream. One sample is automatically collected immediately downstream from the point of chlorination (diffuser) and analyzed by another chlorine analyzer which (i) monitors the combined residual after a given contact time and (ii) adjusts the control point on the analyzer which controls the chlorine metering equipment. When the residual chlorine is more than the desired (pre-set) level, the chlorine feed rate is reduced and vice versa.

8.3.4.4 Required Chlorine Control Systems

Plants with proper qualitative and quantitative control systems are known to chlorinate effectively and efficiently. However, the plants without such controls show either inadequate performance (due to under dosage) or waste chlorine unnecessarily (by undue overdose). Higher than needed chlorine residuals may result in ecological damage to the receiving waters.

The following table summarizes chlorine control guidelines:

du flux. Un échantillon est automatiquement prélevé immédiatement en aval du point de chloration (diffuseur) et analysé par un autre analyseur de chlore qui i) surveille le chlore résiduel combiné après un temps de contact donné et ii) règle le point de consigne de l'analyseur qui commande l'équipement de dosage du chlore. Lorsque le chlore résiduel est supérieur au niveau voulu (prédéterminé), le débit d'alimentation en chlore est réduit et vice-versa.

8.3.4.4 Systèmes de régulation du chlore

Les usines qui sont dotées de systèmes de contrôle qualitatifs et quantitatifs appropriés sont réputées assurer une chloration efficace et efficiente. Cependant, les usines dépourvues de tels systèmes affichent soit une performance inadéquate (en raison d'un dosage insuffisant) ou un gaspillage inutile de chlore (en raison d'un dosage excessif). Des taux de chlore résiduel plus importants que nécessaire peuvent causer des dommages environnementaux aux eaux réceptrices.

Le tableau ci-après résume les lignes directrices pour la régulation du chlore.

TABLE 8.2		CHLORINE CONTROL GUIDELINES	
SIZE OF PLANT	TYPE OF RECEIVING WATER	RECOMMENDED CONTROL	METHOD OF CHLORINE RESIDUAL DETERMINATION
LARGE	ALL TYPES	CLOSED-LOOP, FLOW PROPORTIONAL, TWO CHLORINE ANALYZERS	AMPEROMETRIC TITRATOR; CONTINUOUS DETERMINATION AND RECORDING
MEDIUM	ECOLOGICALLY SENSITIVE WATERS WITH FISHING POTENTIAL	SAME AS LARGE PLANTS	SAME AS LARGE PLANTS
	WATERS OF PUBLIC HEALTH IMPORTANCE	CLOSED-LOOP, FLOW PROPORTIONAL, ONE CHLORINE ANALYZER	AMPEROMETRIC TITRATOR; CONTINUOUS DETERMINATION (OPTIONAL RECORDING)
SMALL	ECOLOGICALLY SENSITIVE RECEIVING WATER	CLOSED-LOOP, FLOW PROPORTIONAL, ONE CHLORINE ANALYZER	AMPEROMETRIC TITRATOR; CONTINUOUS DETERMINATION
	RECEIVING WATER OF PUBLIC HEALTH IMPORTANCE	OPEN-LOOP, FLOW PROPORTIONAL	STARCH-IODIDE METHOD ORRTHOTOLIDINE METHOD (INTERMITTENT - MANUAL)

TABLEAU 8.2		LIGNES DIRECTRICES POUR LA RÉGULATION DU CHLORE	
TAILLE DE L'USINE	TYPE D'EAUX RÉCEPTRICES	MESURE DE CONTRÔLE RECOMMANDÉE	MÉTHODE DE DÉTERMINATION DU CHLORE RÉSIDUEL
GRANDE	TOUS LES TYPES	CIRCUIT FERMÉ, PROPORTIONNEL AU DÉBIT, DEUX ANALYSEURS DE CHLORE	TITRAGE POLAROGRAPHIQUE; DÉTERMINATION ET ENREGISTREMENT CONTINU
MOYENNE	EAUX FRAGILES SUR LE PLAN ÉCOLOGIQUE AVEC POTENTIEL DE PÊCHE	MÊME QUE DANS LES GRANDES USINES	MÊME QUE DANS LES GRANDES USINES
	EAUX IMPORTANTES SUR LE PLAN DE LA SANTÉ PUBLIQUE	CIRCUIT FERMÉ, PROPORTIONNEL AU DÉBIT, UN ANALYSEUR DE CHLORE	TITRAGE POLAROGRAPHIQUE; DÉTERMINATION CONTINUE (ENREGISTREMENT FACULTATIF)
PETITE	EAUX FRAGILES SUR LE PLAN ÉCOLOGIQUE	CIRCUIT FERMÉ, PROPORTIONNEL AU DÉBIT, UN ANALYSEUR DE CHLORE	TITRAGE POLAROGRAPHIQUE; DÉTERMINATION CONTINUE
	EAUX IMPORTANTES SUR LE PLAN DE LA SANTÉ PUBLIQUE	CIRCUIT OUVERT, PROPORTIONNEL AU DÉBIT	ESSAI IODURE-AMIDON CONTRÔLE À L'ORTHOTOLIDINE (INTERMITTENT – MANUEL)

8.3.5 Storage and Handling

Under the federal "Environmental Emergency Regulations", anyone storing or using a listed substance above the specified thresholds, or who has a container with a capacity for that substance in excess of the specified quantity, will have to notify Environment Canada of the place where the substance is held, along with the maximum expected quantity and the size of the largest container for that substance. If both the above criteria are exceeded, the regulatee is required to prepare and implement an environmental emergency plan and notify Environment Canada accordingly.

8.3.5.1 Building Layout and Material Handling

If gas chlorination equipment and chlorine cylinders are to be in a building used for other purposes, a gas-tight partition shall separate this room from any other portion of the building. Doors to the chlorinator room shall open only to the outside of the building and shall be equipped with panic hardware. Such rooms shall be at ground level and should permit easy access to all equipment.

The storage area should be separated from the feed area. A "DANGER" sign shall be placed on the door and safety precaution instructions to startup and shutdown shall be placed at a visible location on the wall. Full and empty chlorine cylinders shall be stored separately and shall be chained to the wall in

8.3.5 Stockage et manutention

Aux termes des règlements fédéraux sur les urgences environnementales, toute entreprise qui stocke ou utilise des quantités d'une matière répertoriée qui dépasse les seuils prescrits ou qui est dotée d'un récipient dont la capacité de stockage de cette matière dépasse les quantités prescrites devra indiquer à Environnement Canada l'endroit où la matière est conservée ainsi que la quantité maximale prévue et la taille du plus grand récipient utilisé pour cette matière. Si les deux critères ci-dessus sont dépassés, l'entreprise réglementée est tenue d'élaborer et de mettre en œuvre un plan d'urgence environnementale et d'en aviser Environnement Canada.

8.3.5.1 Aménagement des bâtiments et manutention du matériel

Si l'équipement de chloration en phase gazeuse et les cylindres de chlore doivent se trouver dans un bâtiment qui sert à d'autres usages, une cloison étanche aux gaz doit séparer ce local de toutes les autres parties du bâtiment. Les portes de la salle du chlorateur ne doivent s'ouvrir que sur l'extérieur du bâtiment et elles doivent être dotées de barre anti-panique. Ces locaux doivent être situés au rez-de-chaussée et permettre un accès facile à tout l'équipement.

L'aire de stockage devrait être séparée de l'aire d'alimentation. Un panneau portant la mention « DANGER » doit être placé sur la porte, et les consignes de sécurité à respecter pour le démarrage et l'arrêt de l'appareil doivent être affichées en un endroit visible sur le mur. Les cylindres de chlore pleins et vides doivent être

the vertical position. Cylinders should not be stored near flammable materials, heating or ventilation units, elevator shafts and on uneven or subsurface floors.

Chlorine cylinders shall be conveyed by a wheeled cart. Suitable lifting bars or hoist shall be used to unload and place the 900 kg containers on their side on level rails.

Storage and handling procedures shall conform to the guidelines of the latest edition of the "Chlorine Manual" prepared by "The Chlorine Institute, Inc." and by the regulatory agency having jurisdiction.

8.3.5.2 Special Construction Details

A clear glass, gas-tight window shall be installed in an exterior door or interior wall of the chlorinator room to permit the chlorinator to be viewed without entering the room. The building shall be of fireproof material. For floor drain information see Section 8.3.7.1

The distance from any point in the room and the outside door shall not exceed five metres. The chlorinator shall be placed 1.0 m from the outside wall. Twenty-five mm piping shall be used and pipes and valves shall be colour coded.

8.3.5.3 Heat

The chlorinator room shall be provided with a means of heating so that a temperature of at least 15°C can be maintained, but the room should be protected from excess heat. Cylinders shall be kept at essentially room temperature.

8.3.5.4 Ventilation

With chlorination systems, forced, mechanical ventilation shall be installed which will provide one complete air change per minute when the room is occupied. The entrance to the air exhaust duct from the room shall be 300 mm above the floor and the point of discharge shall be so located as not to contaminate the air inlet to any buildings or inhabited areas. The air inlet shall be located near the ceiling on the opposite side of the room so as to provide cross ventilation with air and at such temperatures that will not adversely affect the chlorination equipment. The vent hose from the chlorinator should discharge above grade to the atmosphere. Where public exposure may be extensive such as residential or densely populated areas, scrubbers may be required on ventilation discharge.

stockés séparément à la verticale et fixés au mur par des chaînes. Les cylindres ne devraient pas être entreposés à proximité de matières inflammables, d'appareils de chauffage ou de ventilation ou de puits d'ascenseur, ou encore sur un plancher inégal ou sous le niveau du sol.

Les cylindres de chlore doivent être transportés sur un chariot à roues. Des barres de levage ou un palan doivent être utilisés pour le déchargement et le positionnement des citernes de 900 kg sur le côté, sur des rails de niveau.

Les méthodes de stockage et de manutention doivent être conformes aux lignes directrices de la dernière édition du « Chlorine manual » préparé par le Chlorine Institute et à celles des organismes de réglementation compétents.

8.3.5.2 Détails spéciaux de construction

Une fenêtre en verre clair étanche aux gaz doit être installée dans une porte extérieure ou un mur intérieur de la salle du chlorateur de manière qu'on puisse observer le chlorateur sans pénétrer dans la salle. Le bâtiment doit être fait de matériaux ignifuges. Pour des renseignements sur les avaloirs de sol, voir la section 8.3.7.1

La distance qui sépare un point quelconque de la salle et la porte extérieure ne doit pas dépasser 5 mètres. Le chlorateur doit être situé à 1,0 m du mur extérieur. Une tuyauterie de 25 mm doit être utilisée, et les canalisations et les appareils de robinetterie doivent être chromocodés.

8.3.5.3 Chauffage

La salle du chlorateur doit être dotée d'un système de chauffage permettant de maintenir la température à au moins 15°C, mais la salle devrait être protégée contre une chaleur excessive. Les cylindres doivent être entreposés à une température proche de la température ambiante.

8.3.5.4 Ventilation

Avec les systèmes de chloration, il faut prévoir un système de ventilation mécanique qui assurera un renouvellement d'air complet par minute lorsque la pièce est occupée. L'entrée du conduit d'extraction à l'intérieur de la pièce doit se trouver à 300 mm au-dessus du sol, et l'orifice d'évacuation doit être situé en un endroit éloigné des prises d'air des autres bâtiments et là où il ne risque pas de contaminer les zones habitées. L'orifice d'admission d'air doit être situé près du plafond, du côté opposé de la pièce, de manière à assurer une ventilation transversale avec de l'air dont les températures n'auront pas d'effets nuisibles sur l'équipement de chloration. Le tuyau d'évent du chlorateur devrait déboucher au-dessus du sol, et les gaz devraient être évacués dans l'atmosphère. Lorsqu'il existe un risque d'exposition prolongée de la population, notamment dans les zones résidentielles ou à forte démographie, il peut être nécessaire d'installer des épurateurs-laveurs dans le conduit d'évacuation.

8.3.5.5 Electrical Controls

The controls for the fans and lights shall be such that they will automatically operate when the door is open. The controls shall also be such that they can be manually operated from the outside without opening the door. All electrical equipment shall be vapour-proof. Fans and lights should be on the same off and on switch whenever possible.

8.3.5.6 Respiratory Protection

A self-contained air-supply breathing apparatus in good operating condition shall be available at all installations where chlorine gas is handled. This equipment shall be stored outside of any room where chlorine is used or stored. Instructions for using, testing and replacing parts and air tanks shall be posted. The units shall use compressed air, have at least 30-minute capacity and be compatible with the units used by the fire department responsible for the plant. Other safety equipment required includes a first-aid kit, a fire extinguisher, goggles and gloves, a chlorine container repair kit and a shower.

8.3.6 Piping and Connections

Piping systems should be as simple as possible, specially selected and manufactured to be suitable for chlorine, with a minimum number of joints; piping should be well supported and protected against temperature extremes.

The correct weight or thickness of steel shall be suitable for use with DRY chlorine liquid or gas. Even minute traces of water added to chlorine results in a corrosive attack that can only be resisted by pressure piping utilizing materials such as silver, gold, platinum or Hasteloy "C". Low pressure lines made of hard rubber, saran-lined, rubber-lined, polyethylene, polyvinylchloride (PVC) or Uscolite materials are satisfactory for wet chlorine or aqueous solutions of chlorine.

Due to the corrosiveness of wet chlorine, all lines designed to handle dry chlorine should be protected from the entrance of water or air containing water.

8.3.7 Miscellaneous

8.3.7.1 Drains²

Floor drains are not permitted in chlorine gas feed and/or storage rooms, except in installations using evaporators. Where, approved, floor drains must be constructed of corrosion-resistant materials and must discharge to a drainage system separate from the rest of the treatment facility.

8.3.5.5 Commandes électriques

Les commandes des ventilateurs et des appareils d'éclairage doivent être activées automatiquement lorsque la porte est ouverte. Les commandes doivent aussi pouvoir être activées manuellement de l'extérieur, sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir la porte. Tous les matériels électriques doivent être étanches aux gaz. Dans la mesure du possible, les ventilateurs et les appareils d'éclairage devraient être commandés par le même interrupteur.

8.3.5.6 Protection respiratoire

Des appareils de protection respiratoire autonomes en bon état doivent être prévus dans toutes les usines qui utilisent du chlore gazeux. Ces appareils doivent être entreposés à l'extérieur de chaque pièce où du chlore est utilisé ou stocké. Il faut afficher les directives d'utilisation, d'essai et de remplacement des pièces et des bonbonnes d'air comprimé. Les appareils doivent utiliser de l'air comprimé, avoir une capacité d'au moins 30 minutes et être compatibles avec les appareils utilisés par le service d'incendie responsables de l'usine. Les autres dispositifs de sécurité exigés comprennent une trousse de premiers soins, un extincteur, des lunettes à coques et des gants, une trousse de réparation pour récipients de chlore et une douche.

8.3.6 Tuyauterie et raccords

Les réseaux de canalisations devraient être le plus simples possible, et ces dernières devraient être spécialement choisies et fabriquées pour acheminer du chlore et comporter un nombre minimal de joints; elles devraient être bien supportées et protégées contre les températures extrêmes.

La résistance ou l'épaisseur de l'acier doit convenir au transport de chlore SEC, liquide ou gazeux. Même d'infimes traces d'eau ajoutées au chlore ont des effets corrosifs qui ne peuvent être évités qu'en utilisant des canalisations sous pression faites de matériaux comme l'argent, l'or, le platine ou l'Hastelloy « C ». Les canalisations basse pression en caoutchouc durci, à doublure de saran, à doublure de caoutchouc, en polyéthylène, en polychlorure de vinyle (PVC) ou faites de matériaux Uscolite sont acceptables pour le chlore humide ou les solutions aqueuses de chlore.

En raison de la corrosivité du chlore humide, toutes les canalisations conçues pour acheminer du chlore sec devraient être protégées contre les infiltrations d'eau ou d'air contenant de l'eau.

8.3.7 Divers

8.3.7.1 Avaloirs

Les avaloirs ne sont pas autorisés dans les locaux servant à l'alimentation en chlore gazeux ou au stockage du produit, sauf dans les installations utilisant des évaporateurs. Lorsqu'ils sont approuvés, les avaloirs doivent être faits de matériaux résistant à la corrosion et être reliés à un réseau d'évacuation séparé du reste de l'usine d'épuration.

8.3.7.2 Vents

All chlorinators shall have a pressure vacuum relief vent system, which should be carried to the outside atmosphere, without traps, to a safe area, one vent for each chlorinator. The ends of the vent lines should point down, be covered with a copper wire screen to exclude insects, and should not be more than 7.5 m above the chlorinator. The line should have a slight downward pitch from the high point (directly above the chlorinator) to drain any condensate away from the chlorinator. It is acceptable to run the vent vertically (but no more than 7.5 m) above the chlorinator to the roof, with a 180° return bend at the exit.

Each external chlorine pressure-reducing valve should be checked to see if it is provided with a vent; some are not vented, depending on the chlorine capacity. When supplied, these vents should drain away from the valves. These valves should be located high enough so that the individual drains will have a continuous downgrade to the outside atmosphere.

Evaporators have a steam vapour vent which can be manifolded together and discharged to the atmosphere without traps.

8.3.7.3 Chlorinator Alarms

Each chlorinator in large plants shall be equipped with a vacuum switch that should close or open a contact (and start an alarm) when there is an unusually high or low vacuum in the line from the chlorinator to the injector.

Medium size plants are encouraged to include such vacuum switch-alarm systems.

8.3.8 Evaluation of Effectiveness

8.3.8.1 Sampling

Facilities shall be included for sampling the disinfected effluent after contact. Either grab or continuous monitoring, as conditions warrant, should be made for effluent chlorine residual of the disinfected effluent.

8.3.8.2 Testing and Control

Equipment shall be provided for measuring chlorine residual, employing the standard DPD test. The equipment should enable residual measurement to the nearest 0.1 mg/l in the range below 0.5 mg/l and to an accuracy of approximately 25 percent above 0.5 mg/l. Where the discharge occurs at points requiring rigid bacteriological controls such as on public water supply watersheds, recreational watersheds or shellfish waters or waters tributary thereto, the installation of demonstrated effective facilities for

8.3.7.2 Évents

Tous les chlorateurs doivent comporter un système d'évents de surpression/dépression dépourvu de purgeurs et débouchant à l'air libre, en un endroit sécuritaire; on doit prévoir un événement pour chaque chlorateur. Les extrémités des canalisations de mise à l'air libre devraient être orientées vers le bas, être protégées par un treillis en fil de cuivre contre l'infiltration d'insectes et ne devraient pas se trouver à plus de 7,5 m au-dessus du chlorateur. Les canalisations devraient être légèrement inclinées vers le bas par rapport au point haut (directement au-dessus du chlorateur) pour favoriser l'évacuation de tous les condensats en direction opposée au chlorateur. Il est permis d'acheminer la canalisation de ventilation verticalement (7,5 m au plus) au-dessus du chlorateur, jusqu'au toit à la condition de la munir d'un coude en U de 180° à la sortie.

Il importe de s'assurer que tous les robinets réducteurs de pression externes comportent un événement; selon la contenance du système, certains robinets en sont dépourvus. Le cas échéant, les événements devraient déboucher à bonne distance des robinets. Ces robinets devraient être situés en un point suffisamment élevé pour que l'évacuation se fasse suivant une pente continue vers l'extérieur.

Les évaporateurs comportent des purgeurs de vapeur qui peuvent être raccordés à une tubulure d'évacuation sans purgeur de condensat débouchant à l'extérieur.

8.3.7.3 Système d'alarme du chlorateur

Tous les chlorateurs des grandes usines doivent être équipés d'un interrupteur à dépression qui devrait fermer ou ouvrir un contact (et activer une alarme) lorsque le niveau de vide dans la canalisation qui relie le chlorateur et l'injecteur est anormalement élevé ou bas.

Dans le cas des usines de taille moyenne, on recommande l'installation d'un système d'alarme équipé d'un interrupteur à dépression.

8.3.8 Évaluation de l'efficacité

8.3.8.1 Échantillonnage

On doit prévoir des installations pour l'échantillonnage de l'effluent désinfecté après contact. Selon les conditions, une surveillance ponctuelle ou continue du chlore résiduel dans l'effluent désinfecté devrait être assurée.

8.3.8.2 Essais et contrôle

On doit prévoir de l'équipement pour la mesure du chlore résiduel, qui reproduit l'essai normalisé à la diéthyl-p-phénylène-diamine. Cet équipement devrait permettre de mesurer le chlore résiduel au 0,1 mg/l près dans la plage des concentrations inférieures à 0,5 mg/l et avec une exactitude d'environ 25 % lorsque les concentrations dépassent 0,5 mg/l. Lorsque les eaux sont rejetées dans des endroits qui nécessitent des contrôles bactériologiques rigoureux, comme les bassins hydrographiques qui servent à l'alimentation publique en eau potable ou à des activités

automatic chlorine residual analysis, recording and proportioning systems should be considered. In sensitive areas, dechlorination may be required. Chemicals such as sulphur dioxide, hydrogen peroxide, sodium metabisulphite or granular activated carbon may be used for such purposes.

Where dechlorination is required, equipment should enable a total residual chlorine measurement to 0.02 mg/l. Alternatively, the dechlorination chemical itself can be measured. Any measured amount of dechlorination chemical in the final effluent represents an absence of residual chlorine.

8.3.9 Hypochlorination

8.3.9.1 Supply

Hypochlorite for the purpose of wastewater disinfection is usually in a liquid or solid form. Sodium hypochlorite is available in the liquid form with 12 to 15 percent available chlorine. Calcium hypochlorite is a solid with 70 percent available chlorine and comes in either the 22.5 or 45 kg plastic or plastic-lined containers and in pellet form. The choice of chemical is dependent on quantity used and distance of travel from the supplier.

8.3.9.2 Storage and Handling

Special storage facilities are required for handling hypochlorination equipment. Chemicals containing chlorine compound should be stored in a separate room used for that purpose only. No other materials should be stored in the same room. The room should be of fire-resistant construction and at or above grade. As heat and light affect the shelf life of sodium hypochlorite, the storage area should be kept cool and be protected from direct sunlight.

Calcium hypochlorite (HTH) shall be kept dry and covered. The storage area must not be serviced by automatic sprinkler systems. When heated above 170°C, HTH releases oxygen. For this reason, HTH must be kept away from flammable materials. Calcium hypochlorite storage areas should be provided with an exhaust system for the purpose of dust removal.

8.3.9.3 Metering

Application of hypochlorite for the purpose of disinfection should be by metering pumps specifically designed for this purpose. The system should be

de loisir, les eaux riches en mollusques et crustacés ou les eaux tributaires de ces eaux, il convient d'envisager l'installation de matériels réputés efficaces pour l'analyse, l'enregistrement et le dosage automatiques du chlore résiduel. Dans les zones critiques, il peut être nécessaire de déchlorer l'effluent. À ces fins, on peut utiliser des substances chimiques comme du dioxyde de soufre, du peroxyde d'hydrogène, du métabisulfite de sodium ou du charbon activé granulaire.

Lorsqu'une déchloration est nécessaire, le matériel devrait permettre de mesurer le chlore résiduel total avec une exactitude de 0,02 mg/l. Sinon, on peut mesurer la substance chimique de déchloration proprement dite. Toute quantité mesurée de substance chimique de déchloration dans l'effluent terminal représente une absence de chlore résiduel.

8.3.9 Hypochloration

8.3.9.1 Approvisionnement

L'hypochlorite destiné à être utilisé pour la désinfection des eaux usées est habituellement offert sous forme liquide ou solide. L'hypochlorite de sodium est offert sous forme liquide et contient de 12 à 15 % de chlore disponible. L'hypochlorite de calcium est un solide qui contient 70 % de chlore disponible et qui est offert dans des contenants en plastique ou à revêtement intérieur en plastique de 22,5 ou de 45 kg et sous forme de pastilles. Le choix du produit chimique dépend de la quantité utilisée et de la distance de ravitaillement.

8.3.9.2 Stockage et manutention

Des installations de stockage spéciales doivent être prévues pour la manutention de l'équipement d'hypochloration. Les produits chimiques qui contiennent un produit chloré devraient être stockés dans un local distinct, utilisé uniquement à cette fin. Aucune autre matière ne devrait être stockée dans le même local. Le local devrait être fait de matériaux résistant au feu et être situé au niveau du sol ou au-dessus du niveau du sol. Comme la chaleur et la lumière peuvent réduire la durée de conservation de l'hypochlorite de sodium, l'aire de stockage devrait être maintenue à des températures fraîches et protégée de la lumière directe du soleil.

L'hypochlorite de calcium (solution concentrée d'hypochlorite) doit être gardé au sec et recouvert. L'aire de stockage ne doit pas être desservie par des systèmes d'extincteurs automatiques. À des températures supérieures à 170°C, les solutions concentrées d'hypochlorite libèrent de l'oxygène et doivent donc être tenues à l'écart des matières inflammables. Les aires de stockage d'hypochlorite devraient être dotées d'un système d'évacuation aux fins du dépoussiérage.

8.3.9.3 Dosage

L'ajout d'hypochlorite pour la désinfection devrait être effectué au moyen de pompes doseuses spécialement conçues pour cet usage. Le système devrait pouvoir

capable of maintaining a chlorine residual of at least 0.5 mg/l after a retention time of 20-30 minutes. Calcium hypochlorite should be initially mixed in a make-up tank prior to any chlorination purpose.

maintenir une concentration de chlore résiduel d'au moins 0,5 mg/l après un temps de séjour de 20 à 30 minutes. L'hypochlorite de calcium devrait d'abord être mélangé dans un bassin d'appoint avant d'être utilisé pour la chloration.

8.4 DECHLORINATION

8.4 DÉCHLORATION

8.4.1 General

Dechlorination of effluent shall be considered when the receiving water is:

- considered to be highly important for the fishing industry; or
- ecologically sensitive to chlorine toxicity and susceptible to the adverse effects of chlorine residuals.

The decisions regarding use of dechlorination shall be made on a case-by-case basis.

The most common dechlorination chemicals are sulphur compounds, particularly sulphur dioxide gas or aqueous solutions of sulphite or bisulphate. Pellet dechlorination systems are also available for small facilities. The type of dechlorination system should be carefully selected considering criteria including the following: type of chemical storage required, amount of chemical needed, ease of operation, compatibility with existing equipment, and safety.

8.4.2 Dosage

The dosage of dechlorination chemicals should depend on the residual chlorine in the effluent, the final residual chlorine limit, and the particular form of the dechlorinating chemical used. The most common dechlorinating agent is sulphite. The following forms of the compound are commonly used and yield sulphite (SO₂) when dissolved in water.

8.4.1 Généralités

On doit envisager la déchloration de l'effluent lorsque l'eau réceptrice est :

- considérée très importante pour l'industrie de la pêche; ou
- extrêmement vulnérable à la toxicité du chlore et susceptible de subir les effets indésirables du chlore résiduel.

Les décisions relatives à la déchloration doivent être prises au cas par cas.

Les produits chimiques de déchloration les plus courants sont les composés soufrés, en particulier le gaz sulfureux ou les solutions aqueuses de sulfite ou de bisulfate. Des systèmes de déchloration à pastilles sont également offerts pour les petites usines. Il convient de choisir avec soin le type de système de déchloration en tenant compte de divers critères, notamment le type de stockage exigé pour le produit, la quantité de produit nécessaire, la maniabilité, la compatibilité avec l'équipement en place et la sécurité.

8.4.2 Dosage

Le dosage des produits chimiques de déchloration devrait être fonction de la teneur en chlore résiduel de l'effluent, de la concentration limite finale de chlore résiduel et de la forme sous laquelle le produit est utilisé. L'agent de déchloration le plus courant est le sulfite. Les formes suivantes du composé sont couramment utilisées et produisent du sulfite (SO₂) lorsqu'elles sont dissoutes dans l'eau.

TABLE 8.3 TABLEAU 8.3	DECHLORINATION CHEMICAL TO NEUTRALIZE 1 mg/l Cl ₂ PRODUIT CHIMIQUE DE DÉCHLORATION POUR NEUTRALISER 1 mg/l de Cl ₂
Dechlorination Chemical Produit chimique de déchloration	Theoretical Dosage mg/l to Neutralize 1 mg/l Cl ₂ Dosage théorique mg/l pour neutraliser 1 mg/l de Cl ₂
Sulphur dioxide, gas Dioxyde de soufre, gaz	0.9511
Sodium meta bisulphate, solution Métabisulfate de sodium, solution	1.34
Sodium bisulphate, solution Bisulfate de sodium, solution	1.4267

Theoretical values may be used for initial approximations, to size feed equipment with the consideration that under good mixing conditions 10% excess dechlorinating chemical is required above theoretical values. Excess sulphur dioxide may consume oxygen at a maximum of 1.0 mg dissolved oxygen for every 4 mg SO₂.

On peut utiliser des valeurs théoriques pour les approximations initiales. Pour dimensionner l'équipement d'alimentation, il faut, pour de bonnes conditions de mélange, majorer de 10 % la quantité théorique de produit de déchloration. Le dioxyde de soufre peut consommer de l'oxygène à raison d'au plus 1,0 mg d'oxygène dissous pour 4 mg de SO₂.

The liquid solutions come in various strengths. The solutions may need to be further diluted to provide the proper dose of sulphite.

8.4.3 Containers

Depending on the chemical selected for dechlorination, the storage containers will vary from gas cylinders, liquid in 190 litre drums or dry compounds. Dilution tanks and mixing tanks will be necessary when using dry compounds and may be necessary when using liquid compounds to deliver the proper dosage. Solution containers should be covered to prevent evaporation and spills.

8.4.4 Feed Equipment, Mixing, and Contact Requirements

8.4.4.1 Equipment

In general, the same type of feeding equipment used for chlorine gas may be used with minor modifications for sulphur dioxide gas. However, the manufacturer should be contacted for specific equipment recommendations. No equipment should be alternately used for the two gases. The common type of dechlorination feed equipment utilizing sulphur compounds include vacuum solution feed of sulphur dioxide gas and a positive displacement pump for aqueous solutions of sulphite or bisulphate.

The selection of the type of feed equipment utilizing sulphur compounds shall include consideration of the operator safety and overall public safety relative to the wastewater treatment plant's proximity to populated areas and the security of gas cylinder storage. The selection and design of sulphur dioxide feeding equipment shall take into account that the gas reliquifies quite easily. Special precautions must be taken when using tonne containers to prevent reliquefaction.

Where necessary to meet the operating ranges, multiple units shall be provided for adequate peak capacity and to provide a sufficiently low feed rate on turn down to avoid depletion of the dissolved oxygen concentrations in the receiving waters.

8.4.4.2 Mixing Requirements

The dechlorination reaction with free or combined chlorine will generally occur within 15-20 seconds. Mechanical mixers are required unless the mixing facility will provide the required hydraulic turbulence to assure thorough and complete mixing. The high solubility of SO₂ prevents it from escaping during turbulence.

Les solutions sont offertes en différentes concentrations. Il peut être nécessaire de diluer ces solutions pour obtenir la dose de sulfite appropriée.

8.4.3 Récipients

Selon le produit de déchloration retenu, les récipients de stockage peuvent être des cylindres de gaz, des fûts à liquide de 190 litres ou des récipients pour produits secs. Pour obtenir le dosage approprié, des réservoirs de dilution et des réservoirs de mélange sont nécessaires lorsqu'on utilise des composés secs, et peuvent l'être lorsqu'on utilise des composés liquides. Il convient de recouvrir les récipients contenant des solutions afin de prévenir l'évaporation et les déversements.

8.4.4 Exigences relatives à l'équipement d'alimentation, au mélange et au temps de contact

8.4.4.1 Équipement

En général, on peut utiliser le même type d'équipement d'alimentation pour le dioxyde de soufre et le chlore gazeux, moyennant des modifications mineures. On devrait toutefois communiquer avec le fabricant pour obtenir des recommandations sur chaque équipement. On ne devrait pas utiliser alternativement le même équipement pour les deux gaz. Les types courants d'équipements d'alimentation pour la déchloration au moyen de composés sulfurés comprennent un équipement de dosage par solution à vide pour le dioxyde de soufre gazeux et une pompe volumétrique pour les solutions aqueuses de sulfite ou de bisulfate.

Au moment de choisir le type d'équipement d'alimentation qui sera utilisé pour les composés sulfureux, on doit tenir compte de la sécurité de l'opérateur et de la sécurité globale de la population lorsque l'usine d'épuration se trouve à proximité de zones à forte densité de population ainsi que de la sécurité de stockage des cylindres de gaz. Le choix et la conception de l'équipement d'alimentation en dioxyde de soufre doivent tenir compte du fait que le gaz se reliquéfie très facilement. Lorsqu'on utilise des citernes d'une tonne, on doit prendre des mesures spéciales afin de prévenir la reliquéfaction.

Lorsqu'il faut respecter certaines plages de fonctionnement, on doit prévoir plusieurs dispositifs pour d'une part, répondre à la demande de pointe et d'autre part, assurer un débit d'alimentation suffisamment faible en cas de ralentissement du débit d'effluent pour prévenir une réduction des concentrations d'oxygène dissous dans les eaux réceptrices.

8.4.4.2 Exigences relatives au mélange

La réaction de déchloration avec du chlore libre ou combiné se produit généralement en 15 à 20 secondes. Des agitateurs mécaniques sont nécessaires à moins que l'installation de mélange ne produise une turbulence suffisante pour assurer un mélange complet et uniforme. La solubilité élevée du dioxyde de soufre (SO₂) empêche le produit de s'échapper dans des conditions de turbulence.

8.4.4.3 Contact Time

A minimum of 30 seconds for mixing and contact time shall be provided at the design peak hourly flow or maximum pumping rate. A suitable sampling point shall be provided downstream of the contact zone. Consideration shall be given to a means of reaeration to assure maintenance of an acceptable dissolved oxygen concentration in the stream following sulfonation.

8.4.4.4 Standby Equipment and Spare Parts

The same requirements apply as for chlorination systems.

8.4.4.5 Sulphonator Water Supply

The same requirements apply as for chlorination systems.

8.4.5 Housing Requirements

8.4.5.1 Feed and Storage Rooms

The requirements for housing SO₂ gas equipment should follow the same guidelines as used for chlorine gas.

When using solutions of the dechlorinating compounds, the solutions may be stored in a room that meets the safety and handling requirements set forth in Section 4.9. The mixing, storage, and solution delivery areas must be designed to contain or route solution spillage or leakage away from traffic areas to an appropriate containment unit.

8.4.5.2 Protective and Respiratory Gear

The respiratory air-pac protection equipment is the same as for chlorine. (See Section 4.9). Leak repair kits of the type used for chlorine gas that are equipped with gasket material suitable for service with sulphur dioxide gas may be used. For additional safety considerations, see Section 4.9.

8.4.6 Sampling and Control

8.4.6.1 Sampling

Facilities shall be included for sampling the dechlorinated effluent for residual chlorine. Provisions shall be made to monitor for dissolved oxygen concentration after sulfonation when required by the regulatory agency.

8.4.6.2 Testing Control

Provision shall be made for manual or automatic control of sulphonator feed rates based on chlorine residual measurement or flow.

8.4.4.3 Temps de contact

Il faut prévoir un temps de mélange et de contact d'au moins 30 secondes au débit horaire de pointe de conception ou au taux de pompage maximal. Un point d'échantillonnage approprié doit être prévu en aval de la zone de contact. On doit envisager un moyen de réaération afin d'assurer le maintien d'une concentration acceptable d'oxygène dissous dans le flux après sulfonation.

8.4.4.4 Équipement de secours et pièces de rechange

Les exigences relatives aux systèmes de chloration s'appliquent également aux systèmes de déchloration.

8.4.4.5 Alimentation en eau du sulfonateur

Les exigences relatives aux systèmes de chloration s'appliquent également au système de sulfonation.

8.4.5 Exigences relatives à l'entreposage

8.4.5.1 Aires d'alimentation et de stockage

Les mêmes lignes directrices s'appliquent à l'entreposage de l'équipement utilisant du dioxyde de soufre (SO₂) gazeux et de l'équipement qui utilise du chlore gazeux.

Lorsqu'on utilise des produits de déchloration, les solutions peuvent être stockées dans un local satisfaisant aux exigences de sécurité et de manutention établies à la section 4.9. Les aires de mélange, de stockage et de livraison de solutions doivent être conçues pour permettre de confiner les déversements et les fuites ou de les détourner des aires de circulation et de les acheminer vers une installation de confinement appropriée.

8.4.5.2 Appareils de protection respiratoire

On exige le même type d'appareil de protection respiratoire autonome que pour le chlore (voir la section 4.9). On peut utiliser les mêmes trousse de colmatage des fuites que pour le chlore gazeux; ces trousse doivent contenir des garnitures résistant au dioxyde de soufre gazeux. Pour d'autres consignes de sécurité, voir la section 4.9.

8.4.6 Échantillonnage et contrôle

8.4.6.1 Échantillonnage

Des installations doivent être prévues pour le prélèvement d'échantillons de chlore résiduel dans l'effluent déchloré. Il faut prendre des mesures pour surveiller la concentration d'oxygène dissous après sulfonation lorsque ces mesures sont exigées par l'organisme de réglementation.

8.4.6.2 Contrôle des analyses

On doit prévoir des dispositifs de contrôle manuel ou automatique des taux d'alimentation des sulfonateurs fondés sur la mesure du chlore résiduel ou le débit.

8.4.7 Activated Carbon

Granular activated carbon may also be used to dechlorinate wastewater effluent. The dechlorination reaction is dependent on the chemical state of the free chlorine, chlorine concentration and flow rate, physical characteristics of the carbon, and the wastewater characteristics.

Dechlorination usually is accomplished in fixed downflow beds using gravity or pressure type filters. Regular backwashing is necessary to preserve dechlorination efficiency.

Suggested design criteria for a wastewater dechlorination activated carbon system, based on potable water application, include a wastewater application rate of 2 l/m²-s, an empty bed contact time of 15 to 20 min with an influent free residual of 3 to 4 mg/l, and an effective carbon bed life of at least 3 years.

8.5 ULTRAVIOLET (UV) DISINFECTION

The following sections describe factors that affect the performance of Ultraviolet Disinfection Systems. Systems should be designed to account for these effects.

8.5.1 UV Transmission

UV light's ability to penetrate wastewater is measured with a spectrophotometer using the same wavelength (254 nm) that is produced by germicidal lamps. This measurement is called the percent Transmission or Absorbance and it is a function of all the factors which absorb or reflect UV light. As the percent transmission gets lower (higher absorbance) the ability of the UV light to penetrate the wastewater and reach target organisms decreases. The system designer must obtain samples of the wastewater during the worst conditions or carefully attempt to calculate the minimum expected UV transmission by testing wastewater from plants which have a similar influent and treatment process. The designer must also strictly define the disinfection limits since they determine the magnitude of the UV dose required.

8.5.2 Wastewater Suspended Solids

Some of the suspended solids in wastewater will absorb or reflect the UV light before it can penetrate the solids to kill any occluded organisms. UV light can penetrate into suspended solids with longer contact times and higher intensities, but there is still a limit to the ability to kill the microorganisms. UV systems must be designed based on maximum effluent SS levels.

8.4.7 Charbon actif

Du charbon actif granulaire peut également être utilisé aux fins de déchloration des effluents d'usines d'épuration. La réaction de déchloration dépend de l'état chimique du chlore libre, de la concentration et du débit de chlore, des caractéristiques physiques du charbon et des caractéristiques des eaux usées.

La déchloration est habituellement accomplie sur des lits fixes à courant descendant utilisant des filtres à gravité ou à pression. Un lavage périodique à contre-courant est nécessaire pour maintenir l'efficacité de la déchloration.

Les critères de conception suggérés pour un système à charbon actif de déchloration des effluents, emprunté des applications pour eau potable, comprennent un taux d'application d'effluent de 2 l/m²-s, un temps de contact en fût vide de 15 à 20 min avec un taux de chlore libre résiduel initiale de 3 à 4 mg/l et une durée de vie utile du lit de charbon d'au moins 3 ans.

8.5 DÉSINFECTION PAR RAYONNEMENT ULTRAVIOLET

Les sections suivantes décrivent les facteurs qui influent sur le rendement des systèmes de désinfection par rayonnement ultraviolet. Ces systèmes devraient être conçus de manière à tenir compte de ces facteurs.

8.5.1 Transmittance UV

La capacité des rayons ultraviolets à pénétrer dans les effluents traités est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre qui utilise la même longueur d'onde (254 nm) que les lampes germicides. Cette mesure est appelée pourcentage de transmittance ou d'absorbance et dépend de tous les facteurs qui agissent sur l'absorption ou la réflexion des rayons ultraviolets. Plus la transmittance est faible (absorbance plus élevée), moins les rayons ultraviolets peuvent pénétrer dans les effluents traités et atteindre les organismes cibles. Le concepteur du système doit obtenir des échantillons d'effluents traités prélevés durant les conditions les plus défavorables ou calculer avec soin la transmittance minimale prévue des rayons ultraviolets en analysant les effluents traités d'usines d'épuration ayant le même influent et utilisant le même procédé d'épuration. Le concepteur doit également définir rigoureusement les limites de désinfection, car celles-ci déterminent la dose de rayonnement ultraviolet nécessaire.

8.5.2 Matières en suspension dans les effluents traités

Certaines matières en suspension dans les effluents traités absorbent ou réfléchissent les rayons ultraviolets avant que ceux-ci ne puissent pénétrer dans les solides et tuer les organismes occlus. Les rayons ultraviolets peuvent pénétrer dans les matières en suspension si on augmente les temps de contact et les intensités, mais leur capacité à détruire les microorganismes demeure néanmoins limitée. Les systèmes de désinfection par rayonnement ultraviolet doivent être conçus en fonction des teneurs maximales de matières en suspension dans l'effluent traité.

8.5.3 Design Flow Rate and Hydraulics

The number of microorganisms that are inactivated within a UV reactor is a function of the multiplication of the average intensity and residence time. That is, the UV Dose (D) is equal to the intensity (I) times the Retention Time (t).

$$D = It$$

As the flow rate increases the number or size of the UV lamps must be proportionately increased to maintain the same disinfection requirements. An Ultraviolet Disinfection system must be designed for worst case conditions. The minimum dosage occurs at the maximum flow rate and end of lamp life.

8.5.4 Level Control

The height of the wastewater above the top row of UV lamps must be rigidly controlled by a flap gate or weir for all flow rates. The UV system must be designed for the maximum flow rate. This is especially important if the wastewater treatment plant receives storm water runoff. The UV system must also be designed to operate at the maximum flow rate. During low flow periods, the wastewater has a greater chance to warm up around the quartz sleeves and produce deposits on the sleeves. There is also the possibility of exposing the quartz sleeves to the air. Because the lamps are warm, any compounds left on the sleeves will bake onto them. Water splashing onto these exposed sleeves will also result in UV absorbing deposits. When the flow returns to normal, some of the water passing through the UV unit may not be properly disinfected. The designer must be very careful with the selection of the flow control device for the above situation. Both flow gates and weirs may be used for level control.

8.5.5 Wastewater Iron Content

Iron can affect the UV disinfection by absorbing UV light. Dissolved iron, iron precipitate on quartz sleeves, adsorption of iron by suspended solids, bacterial floc and other organic compounds, all decrease UV transmittance.

In cases where the wastewater has an Iron level of greater than 0.3 mg/l, consideration should be given to pre-treatment or an alternative disinfection system.

8.5.6 Wastewater Hardness

Calcium and magnesium salts, which are generally present in water as bicarbonates or sulphates, cause water hardness. Hard water will precipitate on any warm or hot surface. Since the optimum operating temperature of the low pressure mercury lamp is 40°C,

8.5.3 Débit de conception et hydraulique

Le nombre de microorganismes inactivés dans un réacteur UV est fonction de l'intensité moyenne et du temps de séjour. La dose UV (D) correspond donc au produit de l'intensité (I) par le temps de séjour (t).

$$D = It$$

À mesure que le débit augmente, il faut accroître en proportion le nombre ou la taille des lampes ultraviolettes pour maintenir l'efficacité de la désinfection. Un système de désinfection par rayonnement ultraviolet doit être conçu pour fonctionner dans les conditions les plus défavorables. Le dosage minimal coïncide avec le débit maximal et la fin de vie des lampes.

8.5.4 Contrôle du niveau

La hauteur des effluents traités au-dessus de la rangée supérieure de lampes UV doit être rigoureusement contrôlée au moyen d'une vanne à clapet ou d'un déversoir pour tous les débits. Le système de désinfection par rayonnement ultraviolet doit être conçu en fonction du débit maximal. Cette exigence est particulièrement importante lorsque l'usine d'épuration reçoit des eaux d'orage. Le système UV doit également être conçu pour fonctionner au débit maximal. Pendant les périodes d'étiage, les effluents traités sont davantage susceptibles de se réchauffer autour des douilles en quartz et de produire des dépôts sur les douilles. Les douilles en quartz peuvent également être exposées à l'air. Comme les lampes sont chaudes, toutes les substances déposées sur les douilles auront tendance à cuire. La projection de l'eau sur les douilles exposées favorisera également la formation de dépôts qui absorbent les rayons ultraviolets. Lorsque le débit revient à la normale, une certaine quantité d'eau traversant le dispositif UV peut ne pas être désinfectée correctement. Le concepteur doit être très prudent au moment de choisir le dispositif de contrôle de débit et tenir compte des conditions décrites ci-dessus. On peut utiliser des vannes à clapet ou des déversoirs pour réguler le niveau.

8.5.5 Teneur en fer des effluents traités

Le fer absorbe les rayons ultraviolets et peut donc avoir des effets sur la désinfection par rayonnement ultraviolet. Le fer dissous, les précipités de fer sur les douilles en quartz, le fer absorbé par les matières en suspension, le floc bactérien et les autres composés organiques, tous réduisent la transmittance UV.

Lorsque les effluents traités ont une teneur en fer supérieur à 0,3 mg/l, il convient d'envisager un pré-traitement ou un système de désinfection de remplacement.

8.5.6 Dureté des effluents traités

Les sels de calcium et de magnésium, qui sont généralement présents dans l'eau sous forme de bicarbonates ou de sulfates, sont responsables de la dureté de l'eau. L'eau dure sera précipitée sur n'importe quelle surface chaude. Comme la température de fonctionnement optimale de la lampe à

the surface of the protective quartz sleeve will be warm. It will create a molecular layer of warm water where calcium and magnesium salts can be precipitated. These precipitates will prevent some of the UV light from entering the wastewater.

Waters which approach or are above 300 mg/l of hardness may require pilot testing of a UV system. This is especially important if very low flows or no flow situations are expected, because they allow the water to warm up around the quartz sleeves and produce excessive coating.

8.5.7 Wastewater Sources

Periodic influxes of industrial wastewater may contain UV absorbing organic compounds, iron or hardness, any of which may affect UV performance. Industries discharging wastes that contain such materials may be required to pre-treat their wastewater.

Low concentrations of dye may be too diluted to be detected without using a spectrophotometer. Dye can readily absorb ultraviolet light thereby preventing UV disinfection.

8.5.8 UV Lamp Life

Under certain conditions lamp life for low pressure mercury lamps have been shown to be greater than 13000 hours.¹ Rated average useful life is defined by the UV disinfection industry as the elapsed operating time under essentially continuous operation for the output to decline to 60 percent of the output the lamp had at 100 hours. The UV system must be designed so that the minimum required dose or intensity is available at the end of lamp life.

Power costs and lamp replacement costs are the two main factors affecting UV maintenance expenditures. Therefore, UV lamps should only be replaced if no other cause for not meeting the disinfection requirements can be found. Examples of other causes are quartz sleeve fouling, decreased levels of UV transmission, or increased levels of suspended solids in the wastewater.

8.5.9 UV System Configuration and Redundancy

Once the number of lamps required to meet the required disinfection permit levels has been determined, a system configuration must be developed. This configuration must meet operational requirements such as plant flow variations and redundancy requirements. Redundancy helps insure that the UV system can continue to operate and meet disinfection permits in

vapeur de mercure basse pression est de 40 °C, la surface des douilles protectrices en quartz sera chaude. Il se formera donc une couche moléculaire d'eau chaude où les sels de calcium et de magnésium peuvent être précipités. Ces précipités empêcheront une partie des rayons ultraviolets de pénétrer les effluents traités.

Lorsque les eaux présentent une dureté de 300 mg/l ou plus, il peut être nécessaire de procéder à des essais pilotes du système UV. Ces essais sont particulièrement importants lorsqu'on prévoit des débits faibles ou nuls, car ceux-ci favorisent le réchauffement de l'eau autour des douilles en quartz et la formation d'une couche excessive de dépôts.

8.5.7 Sources d'eaux usées

Les afflux périodiques d'eaux usées industrielles peuvent contenir des composants organiques, du fer ou des substances qui augmentent la dureté de l'eau et absorbent les rayons UV et qui peuvent donc nuire à la performance du système UV. Les industries rejetant des déchets qui contiennent de telles matières peuvent être tenues de pré-traiter leurs eaux usées.

À faible concentration, la teinture peut être trop diluée pour pouvoir être détectée sans l'aide d'un spectrophotomètre. Elle peut facilement absorber les rayons ultraviolets et par conséquent empêcher la désinfection par rayonnement ultraviolet.

8.5.8 Durée de vie utile des lampes

Il a été démontré que, dans certaines conditions, la durée de vie d'une lampe à vapeur de mercure basse pression dépasse 13 000 heures.¹ La durée de vie moyenne nominale est définie par l'industrie de désinfection par rayonnement ultraviolet comme la durée totale de fonctionnement dans des conditions de service continu avant que le rendement lumineux ne baisse à 60 % du rendement de la lampe après 100 heures de fonctionnement. Le système UV doit être conçu de manière que la dose ou l'intensité minimale nécessaire soit disponible au terme de la durée de vie utile des lampes.

Les coûts énergétiques et les coûts liés au remplacement des lampes sont les deux principaux facteurs qui influent sur les dépenses d'entretien des systèmes UV. Par conséquent, les lampes UV ne devraient être remplacées que si la baisse de performance du système de désinfection ne peut être attribuée à aucune autre cause. Ces autres causes comprennent l'encrassement des douilles en quartz, la diminution des niveaux de transmittance UV et l'augmentation des niveaux de matières en suspension dans les effluents traités.

8.5.9 Configuration d'un système

Après avoir déterminé le nombre de lampes nécessaire pour atteindre les niveaux de désinfection exigés par le permis d'exploitation, on doit configurer le système. Cette configuration doit satisfaire aux exigences d'exploitation, notamment les exigences liées aux variations de débit de l'usine et à la redondance. La redondance contribue à garantir que le système UV continuera de fonctionner et permettra

spite of a subsystem or component failure. It allows regularly scheduled maintenance such as quartz cleaning to be performed at any time.

8.6 OZONATION

8.6.1 Ozone Generation

Ozone may be produced from either an air or an oxygen gas source. Generation units shall be automatically controlled to adjust ozone production to meet disinfection requirements.

8.6.2 Dosage

The ozone demand in the wastewater must be satisfied, as evidenced by the presence of an ozone residual, before significant disinfection takes place. Below this dosage there is reduction of oxygen-consuming material.

Because of the form of ozone and its short life, it is necessary that it be step-fed into the wastewater to provide the contact period needed to accomplish disinfection.

Effectiveness of ozone as a disinfectant is relatively independent of pH and temperature values, although a pH of 6.0 to 7.0 appears to be the most favourable range. A dosage of 5 to 8 mg/l is needed to accomplish disinfection of secondary effluent. The amount and characteristics of total suspended solids (TSS) present in the secondary effluent can be used to determine ozone dosage empirically:

$$\text{Ozone Dosage} = 1.5 + 0.38 \times \text{TSS}$$

8.6.3 Design Considerations

8.6.3.1 Feed Equipment

Ozone dissolution is accomplished through the use of conventional gas diffusion equipment, with appropriate consideration of materials. If ozone is being produced from air, gas preparation equipment (driers, filters, compressors) is required. If ozone is being produced from oxygen, this equipment may not be needed as a clean dry pressurized gas supply will be available.

Where ozone capacities of 500 kg/d or less are required, air feed is preferred. Modification of the single-pass air feed system should be considered in determining the most economic system for application in wastewater treatment.

d'atteindre les objectifs de désinfection imposés par le permis en cas de défaillance d'un sous-système ou d'un composant. La redondance permet de procéder en tout temps aux travaux d'entretien courant, comme le nettoyage des quartzs.

8.6 OZONATION

8.6.1 Production d'ozone

L'ozone peut être produit à partir d'une source d'air ou d'oxygène. Les générateurs d'ozone doivent être équipés de dispositifs automatiques destinés à assurer la régulation de la production d'ozone conformément aux exigences de désinfection.

8.6.2 Dosage

La demande en ozone des effluents traités doit être satisfaite, et indiquée par la présence d'ozone résiduel, avant qu'une désinfection notable ne puisse être réalisée. Un dosage insuffisant n'entraînerait qu'une réduction des matières consommatrices d'oxygène.

En raison de la forme et de la courte durée de vie de l'ozone, il faut prévoir une alimentation étagée pour obtenir la période de contact nécessaire à la désinfection.

L'efficacité de l'ozone comme agent de désinfection est relativement indépendante du pH et de la température, bien qu'un pH de 6,0 à 7,0 semble être le plus favorable. Un dosage de 5 à 8 mg/l est nécessaire pour désinfecter un effluent secondaire. On peut s'appuyer sur la quantité et les caractéristiques des matières solides totales en suspension (MSTS) présentes dans l'effluent secondaire pour déterminer empiriquement le dosage de l'ozone :

$$\text{Dosage de l'ozone} = 1,5 + 0,38 \times \text{MSTS}$$

8.6.3 Conception

8.6.3.1 Équipement d'alimentation

La dissolution de l'ozone est assurée par un équipement classique de diffusion de gaz possédant les caractéristiques appropriées. Si l'ozone est produit à partir d'une source d'air, il faut utiliser un équipement de préparation de gaz (dessiccateur, filtres, compresseurs). Si l'ozone est produit à partir d'une source d'oxygène, cet équipement peut ne pas être nécessaire étant donné qu'une source d'alimentation en gaz comprimé sec et propre sera disponible.

Lorsque des quantités d'ozone de 500 kg/j ou moins sont nécessaires, une alimentation en air est préférable. Au moment de déterminer le système le plus économique pour la désinfection des effluents traités, on devrait envisager une modification du système d'alimentation en air à passage unique.

8.6.3.2 Air Cleaning

Removal of foreign matter such as dirt and dust is essential for optimum performance and life of an ozone device. For small units, cartridge-type impingement filters may be economical. For larger operations, electrical precipitator or combination filters are preferred.

8.6.3.3 Compressors

Positive displacement rotary-type compressors are preferred for large installations. Internally lubricated units should not be used since oil vapour will permanently impair the water-adsorptive capacity of the driers. Need for standby capacity and flexibility of operation requires the installation of several blower units.

The required compressor rating will depend on the pressure drop through the entire system. Generally, a 70 kN/m² pressure is necessary to force the air through the coolers, driers, ozonation devices, and the 4.5 to 6 m head of water in the mixing and contact system.

8.6.3.4 Cooling and Drying¹

Pre-treatment for reducing moisture in the feed gas stream shall be required.

Ozone generation is inefficient using current corona discharge technology, with a large portion of the energy consumed being converted to heat. Consequently, cooling of the ozone generator is an important consideration. Cooling systems may include the following:

- A closed circuit using a plate heat exchanger and recirculation pumps,
- A closed circuit with a chiller, or
- A chiller.

Water cooling is typically used, though air-cooled systems are available. The cooling system, regardless of whether it uses air or water, must be closely monitored. This monitoring requires the permanent installation of temperature sensors and recorders at both the influent and effluent ports of the ozonator.

8.6.3.5 Injection, Mixing and Contact

Intimate mixing of an ozone-enriched air stream with the wastewater as well as maintaining contact for an adequate period of time are essential. The major problems to be considered are satisfying the ozone demand, the rapid rise of the gas to the liquid surface of the contact chamber and escape of ozonated air bubbles, and the relatively short half-life of ozone. Consequently, where ozone contact beyond a few

8.6.3.2 Épuration de l'air

Il est essentiel d'éliminer les corps étrangers, comme les saletés et la poussière, pour optimiser le rendement et la durée de vie de l'ozoneur. Dans le cas des petites installations, l'utilisation de filtres à chocs de type cartouche peut s'avérer économique. Dans les grandes installations, il est préférable d'utiliser un séparateur électrique ou des filtres combinés.

8.6.3.3 Compresseurs

Les compresseurs volumétriques du type rotatif constituent un premier choix pour les grandes installations. On ne devrait pas utiliser des dispositifs à lubrification interne, car la vapeur d'huile réduit de façon permanente la capacité d'absorption d'eau des dessiccateurs. Afin de maintenir la capacité de réserve et la souplesse d'exploitation nécessaires, il faut installer plusieurs compresseurs.

La pression de sortie nominale des compresseurs dépend de la chute de pression dans l'ensemble du système. Généralement, une pression de 70 kN/m² est nécessaire pour pulser l'air dans les refroidisseurs, les dessiccateurs, les ozoneurs et la hauteur d'eau de 4,5 à 6 m dans le système de mélange et de contact.

8.6.3.4 Refroidissement et dessiccation

Il faut exiger un pré-traitement pour réduire l'humidité dans le flux de gaz d'alimentation.

La technique de décharge par effet couronne n'est pas efficace pour la production d'ozone, car une grande partie de l'énergie consommée est convertie en chaleur. Il est donc important d'envisager l'utilisation d'un système de refroidissement pour l'ozoneur. On peut utiliser notamment les systèmes suivants :

- un circuit fermé utilisant un échangeur à plaques et des pompes de recirculation;
- un circuit fermé et un dispositif de refroidissement, ou
- un dispositif de refroidissement.

On utilise généralement des systèmes de refroidissement par eau, même s'il existe également des systèmes de refroidissement par air. Le système de refroidissement, par air ou par eau, doit faire l'objet d'une surveillance attentive. Cette surveillance nécessite l'installation permanente de capteurs et d'enregistreurs de température aux orifices influent et effluent de l'ozoneur.

8.6.3.5 Injection, mélange et contact

Il est essentiel d'assurer le mélange homogène du flux d'air enrichi d'ozone et des effluents traités et de maintenir le contact pendant une période suffisante. Les principaux problèmes à considérer sont la nécessité de satisfaire la demande d'ozone, la remontée rapide du gaz à la surface du liquide du bassin de contact, l'échappement de bulles d'air chargées d'ozone, et la demi-vie relativement courte de l'ozone. Par conséquent, lorsqu'il faut prévoir une

minutes is needed, the ozonated feed stream is staged with the amount of ozone for each stage set at a level that can be consumed usefully.

8.6.3.6 Controls

The design engineer should be cognizant of the fact that ozone is a toxic gas, and that if compressed oxygen is used as the feed gas, special provisions must be met in its handling and storage. The ozonation process involves a series of mechanical and electrical units that require appropriate maintenance and repair and are susceptible to the same malfunctions as are all such pieces of equipment. Standby capacity normally is provided in all essential components. Information can be obtained from the equipment manufacturer on the metering and alarm systems needed for continuous process monitoring and warning of failure in any element of the process.

8.6.3.7 Piping and Connections

For ozonation systems, the selection of material should be made with due consideration for ozone's corrosive nature. Copper or aluminum alloys should be avoided. Only material at least as corrosion-resistant to ozone as Grade 304L stainless steel should be specified for piping containing ozone in non-submerged applications. Unplasticized PVC, Type I, may be used in submerged piping, provided the gas temperature is below 60°C and the gas pressure is low.

8.6.4 Reference Manuals

Environment Canada: Review of Municipal Wastewater Effluent Chlorination/Dechlorination Principles, Technologies and Practices

Water Environment Federation: The Chlorination / Dechlorination Handbook, 2002.

The following sources contain detailed design information for UV Disinfection:

Water Pollution Control Federation: *Wastewater Disinfection*, Manual of Practice FD-10, Alexandria, VA, 1986.

U.S. Environmental Protection Agency: *Design Manual for Municipal Wastewater Disinfection*, EPA 625/ 1-86-021, Cincinnati, OH, 1987.

période de contact de plus de quelques minutes, on doit assurer une alimentation étagée du flux et ajouter à chaque point d'ajout une quantité d'ozone qui pourra être consommée efficacement.

8.6.3.6 Contrôles

L'ingénieur concepteur devrait être conscient du fait que l'ozone est un gaz toxique, et que si de l'oxygène comprimé est utilisé comme gaz d'alimentation, des consignes spéciales de manutention et de stockage doivent être appliquées. Le procédé d'ozonation fait intervenir une série de dispositifs mécaniques et électriques qui nécessitent un entretien et des réparations appropriés et qui sont susceptibles de subir des défaillances, comme toutes les pièces d'équipement de cette nature. Une capacité de réserve est ordinairement prévue pour tous les composants essentiels. On peut se procurer, auprès du fabricant de l'équipement, de l'information sur les systèmes de dosage et d'alarme qui permettent d'assurer une surveillance continue des procédés et de signaler toute défaillance des éléments de procédé.

8.6.3.7 Tuyauterie et raccords connexes

Dans le cas des systèmes d'ozonation, on devrait tenir compte de la nature corrosive de l'ozone au moment de choisir le matériau. On devrait éviter les alliages de cuivre ou d'aluminium. Seuls les matériaux qui sont au moins aussi résistants à l'effet corrosif de l'ozone que l'acier inoxydable de nuance 304L devraient être prescrits pour les canalisations d'ozone employées dans des applications non immergées. On peut utiliser du PVC non plastifié de type I pour les canalisations immergées, à condition que le gaz affiche une température inférieure à 60°C et une basse pression.

8.6.4 Ouvrages de référence

Environnement Canada : Examen des techniques, des principes et de procédés de chloration et de déchloration des effluents des eaux usées municipales.

Water Environment Federation : The Chlorination / Dechlorination Handbook, 2002.

Les sources suivantes contiennent de l'information détaillée en matière de conception pour la désinfection par rayonnement ultraviolet :

Water Pollution Control Federation, "Wastewater Disinfection", manual of Practice FD-10, Alexandria, VA, 1986.

U.S. Environmental Protection Agency, "Design manual for municipal Wastewater Disinfection", EPA 625/ 1-86-021, Cincinnati, OH, 1987.

Footnote References

1. WEF, "Manual of Practice FD – 10, Wastewater Disinfection", 1996
2. Government of Saskatchewan, Guidelines for Chlorine Gas Use in Water and Wastewater Treatment, 2004.

Références (pieds de page)

1. WEF, "Manual of Practice FD – 10, Wastewater Disinfection", 1996
2. Gouvernement de la Saskatchewan, Guidelines for Chlorine Gas Use in Water and Wastewater Treatment, 2004.

CHAPTER 9 NUTRIENT REMOVAL & TERTIARY TREATMENT

9.1 PHOSPHORUS REMOVAL

9.1.1 General

9.1.1.1 Applicability

The following factors should be considered when determining the need for phosphorus control at wastewater treatment facilities:

- a. the present and future phosphorus loadings from the existing municipal wastewater treatment facility to the receiving water;
- b. the background phosphorus levels in the receiving water and the effects of these levels on the rate of eutrophication along the entire length of receiving waters;
- c. the predicted response of the receiving water to increased phosphorus loadings;
- d. the existing and desired water quality of the receiving water along its entire length;
- e. the existing and projected uses of the receiving water; and
- f. consideration of the best practicable technology available to control phosphorus discharges.

9.1.1.2 Phosphorus Removal Criteria

A wastewater treatment facility shall be required to control the discharge of phosphorus if the following conditions exist:

- a. Eutrophication of the receiving water environment is either occurring or may occur at a rate which may affect the existing and potential uses of the water environment; or
- b. The wastewater effluent discharge is contributing or may contribute significantly to the rate of receiving water eutrophication.

9.1.1.3 Method of Removal

Acceptable methods for phosphorus removal shall include chemical precipitation, high rate filtration or biological processes.

9.1.1.4 Design Basis

9.1.1.4.1 Preliminary Testing

Laboratory, pilot or full scale studies of various chemical feed systems and treatment processes are recommended for existing plant facilities to determine the achievable performance level, cost-

CHAPITRE 9 ÉLIMINATION DES ÉLÉMENTS NUTRITIFS ET TRAITEMENT TERTIAIRE

9.1 ÉLIMINATION DU PHOSPHORE

9.1.1 Généralités

9.1.1.1 Application

Au moment de déterminer si le phosphore doit être contrôlé dans les usines d'épuration des eaux usées, on devrait tenir compte des facteurs suivants :

- a. charges actuelles et futures de phosphore rejetées par l'usine d'épuration des eaux usées municipales dans les eaux réceptrices;
- b. niveaux historiques de phosphore dans les eaux réceptrices et effets de ces niveaux sur le taux d'eutrophisation sur toute la longueur des eaux réceptrices;
- c. réponse prévue des eaux réceptrices à des charges accrues de phosphore;
- d. qualité actuelle et visée de l'eau sur toute la longueur des eaux réceptrices;
- e. utilisations actuelles et prévues des eaux réceptrices; et
- f. examen de la meilleure technologie applicable pour contrôler les rejets de phosphore.

9.1.1.2 Critères d'élimination du phosphore

Les usines d'épuration des eaux usées doivent obligatoirement contrôler les rejets de phosphore dans les conditions suivantes :

- a. il y a ou il pourrait y avoir une eutrophisation des eaux réceptrices à un taux susceptible d'avoir une incidence sur les utilisations existantes et potentielles du milieu aquatique;
- b. le rejet d'eaux usées augmente ou peut augmenter de façon importante le taux d'eutrophisation des eaux réceptrices.

9.1.1.3 Méthode d'élimination

Les méthodes acceptables d'élimination du phosphore doivent comprendre la précipitation chimique, la filtration à haute charge et les procédés biologiques.

9.1.1.4 Base de calcul

9.1.1.4.1 Essais préliminaires

Il est recommandé de soumettre à des essais en laboratoire, à des essais pilotes ou à des essais en vraie grandeur les divers systèmes de dosage de réactifs et procédés de traitement des usines existantes afin de

effective design criteria, and ranges of required chemical dosages.

The selection of a treatment process and chemical dosage for a new facility should be based on such factors as influent wastewater characteristics, effluent requirements, and anticipated treatment efficiency.

9.1.1.4.2 System Flexibility

Systems shall be designed with sufficient flexibility to allow for several operational adjustments in chemical feed location, chemical feed rates, and for feeding alternate chemical compounds.

9.1.2 Effluent Requirements

If phosphorus control is required, the maximum acceptable concentration of final effluent phosphorus and/or the maximum acceptable mass loading to the receiving stream shall be established on a site specific basis.

9.1.3 Process Requirements

9.1.3.1 Dosage

Typical chemical dosage requirements of various chemicals required for phosphorus removal are outlined in Table 9.1.

Dosages will vary with the phosphorus concentration in the effluent. The required chemical dosage shall include the amount needed to react with the phosphorus in the wastewater, the amount required to drive the chemical reaction to the desired state of completion, and the amount required due to inefficiencies in mixing or dispersion. Excessive chemical dosage should be avoided.

9.1.3.2 Chemical Selection

The choice of lime or the salts of aluminum or iron should be based on the wastewater characteristics and the economics of the total system.

When lime is used it may be necessary to neutralize the high pH prior to subsequent treatment in secondary biological systems or prior to discharge in those flow schemes where lime treatment is the final step in the treatment process.

déterminer le niveau de performance pouvant être atteint et de définir des critères de conception efficaces en termes de coûts et les plages de dosages de réactifs devant être utilisées.

Dans le cas d'une nouvelle usine, le choix du procédé de traitement et du dosage de réactifs devrait être fondé sur divers facteurs, notamment les caractéristiques des eaux usées brutes, les exigences applicables à l'effluent et l'efficacité prévue de l'usine.

9.1.1.4.2 Souplesse du système

Les systèmes doivent offrir une souplesse suffisante pour permettre plusieurs ajustements opérationnels en ce qui a trait à l'emplacement des points d'ajout des réactifs et aux taux d'alimentation en produits chimiques ainsi qu'à l'utilisation de composés chimiques de remplacement.

9.1.2 Exigences relatives à l'effluent

S'il faut contrôler le phosphore, la concentration maximale admissible en phosphore de l'effluent final ou la charge massique maximale admissible dans le cours d'eau récepteur doit être établie pour chaque emplacement.

9.1.3 Exigences relatives au procédé

9.1.3.1 Dosage

Les dosages types des divers produits chimiques nécessaires à l'élimination du phosphore sont indiqués au tableau 9.1.

Les dosages varient selon la concentration en phosphore de l'effluent. Le dosage des produits chimiques doit comprendre la quantité de produits nécessaire pour réagir avec le phosphore contenu dans les eaux usées, amener la réaction chimique à l'état final voulu et compenser l'inefficacité du mélange ou de la dispersion. Il faut éviter un dosage excessif de produits chimiques.

9.1.3.2 Choix des produits chimiques

La décision d'utiliser de la chaux ou des sels d'aluminium ou de fer devrait être fondée sur les caractéristiques des eaux usées et une évaluation économique de l'ensemble du système.

Lorsqu'on utilise de la chaux, il peut être nécessaire d'abaisser le pH des eaux avant que celles-ci ne soient acheminées vers les systèmes de traitement biologique secondaire ou déchargées dans un circuit où le traitement à la chaux est la dernière étape du processus.

TABLE 9.1 TABLEAU 9.1		TYPICAL CHEMICAL DOSAGE REQUIREMENTS FOR PHOSPHORUS REMOVAL DOSAGE TYPE DES PRODUITS CHIMIQUES POUR L'ÉLIMINATION DU PHOSPHORE		
TYPE OF TREATMENT TYPE DE TRAITEMENT	ADDITION POINT POINT D'AJOUT	DOSAGE RATE (mg/l) DOSAGE (mg/l)		
		CHEMICAL PRODUIT CHIMIQUE	RANGE PLAGE	AVERAGE MOYENNE
MECHANICAL PLANT USINE MÉCANIQUE				
PRIMARY PRIMAIRE	RAW SEWAGE EAUX USÉES BRUTES	ALUM ALUN	100	100
		FERRIC CHLORIDE CHLORURE FERRIQUE	6-30	16
		LIME CHAUX	167-200	185
SECONDARY SECONDAIRE	RAW SEWAGE EAUX USÉES BRUTES	LIME CHAUX	40-100	70
		ALUM ALUN		
		FERRIC CHLORIDE CHLORURE FERRIQUE		
	SECONDARY SECTION SECTION SECONDAIRE	LIME CHAUX	30-150	65
		ALUM ALUN		
		FERRIC CHLORIDE CHLORURE FERRIQUE		
WASTE STABILIZATION PONDS ÉTANGS DE STABILISATION				
SEASONAL RETENTION PONDS BASSIN DE RÉTENTION SAISONNIÈRE	BATCH DOSAGE TO CELLS DOSAGE EN DISCONTINU DANS LES RÉACTEURS	ALUM ALUN	100-210	163
		FERRIC CHLORIDE CHLORURE FERRIQUE	17-22	20
		LIME CHAUX	250-350	300
CONTINUOUS DISCHARGE POND BASSIN À DÉCHARGE CONTINUE	RAW SEWAGE EAUX USÉES BRUTES	ALUM ALUN	225	225
		FERRIC CHLORIDE CHLORURE FERRIQUE	20	20
		LIME CHAUX	400	400

9.1.3.3 Chemical Feed System

In designing the chemical feed system for phosphorus removal, the following points should be considered:

- a. the need to select chemical feed pumps, storage tanks and piping suitable for use with the chosen chemical(s);
- b. selection of chemical feed equipment with the required range in capacity;
- c. the need for a standby chemical feed pump;
- d. provision of flow pacing for chemical pumps proportional to sewage flow rates;
- e. flexibility by providing a number of chemical application points;
- f. the need for protection of storage and piping from the effect of low temperatures;
- g. selection of the proper chemical storage volume;
- h. the need for ventilation in chemical handling rooms; and
- i. provision for containment of any chemical spills.

9.1.3.4 Chemical Feed Points

Selection of chemical feed points shall include consideration of the chemicals used in the process, necessary reaction times between chemical and polyelectrolyte additions, and the wastewater treatment processes and components utilized. Considerable flexibility in feed location should be provided, and multiple feed points are recommended.

9.1.3.5 Flash Mixing

Each chemical must be mixed rapidly and uniformly with the flow stream. Where separate mixing basins are provided, they should be equipped with mechanical mixing devices. The detention period should be at least 30 seconds.

9.1.3.6 Flocculation

The particle size of the precipitate formed by chemical treatment may be very small. Consideration should be given in the process design to the addition of synthetic polyelectrolytes to aid settling. The flocculation equipment should be adjustable in order to obtain optimum floc growth, control deposition of solids, and prevent floc destruction.

9.1.3.7 Liquid - Solids Separation

The velocity through pipes or conduits from flocculation basins to settling basins should not exceed 0.5 m/s in order to minimize floc destruction.

9.1.3.3 Doseur de réactifs

Au moment de concevoir le doseur de réactif, il faudrait tenir compte des points suivants :

- a. la nécessité de choisir des pompes d'alimentation en produits chimiques, des réservoirs de stockage et des canalisations compatibles avec les produits chimiques employés;
- b. le choix d'un équipement d'alimentation en produits chimiques dont la capacité s'inscrit dans la plage exigée;
- c. la nécessité de prévoir une pompe d'alimentation en produits chimiques de secours;
- d. la régulation du débit des pompes à réactifs en fonction du débit d'eaux usées;
- e. la souplesse offerte par plusieurs points d'ajout des produits chimiques;
- f. la nécessité de protéger les réservoirs de stockage et les canalisations contre les effets des basses températures;
- g. la détermination d'un volume de stockage approprié pour les produits chimiques;
- h. la nécessité d'aérer les locaux de manutention des produits chimiques;
- i. la nécessité de prévoir des mesures pour confiner les déversements de produits chimiques.

9.1.3.4 Points d'ajout des produits chimiques

Le choix des points d'ajout des produits chimiques doit tenir compte de la nature des produits utilisés dans le procédé, des temps de réaction nécessaires entre les ajouts de produits chimiques et de polyelectrolytes ainsi que des procédés de traitement des eaux usées et des composants utilisés. Il est recommandé de prévoir plusieurs points d'ajout et une bonne souplesse quant à leur emplacement.

9.1.3.5 Mélange rapide

Chaque produit chimique doit être mélangé rapidement et uniformément avec le flux. Lorsque des réservoirs de mélange séparés sont prévus, ils devraient être dotés de dispositifs d'agitation mécaniques. La période de séjour devrait être d'au moins 30 secondes.

9.1.3.6 Flocculation

La granulométrie du précipité formé au cours du traitement chimique peut être très faible. Il faudrait envisager, dans la conception du procédé, l'ajout de polyelectrolytes synthétiques pour favoriser la décantation. L'équipement de flocculation devrait être réglable pour qu'il soit possible d'obtenir une croissance optimale du floc, de contrôler le dépôt des solides et de prévenir la destruction du floc.

9.1.3.7 Séparation liquide-solides

La vitesse dans les canalisations qui relient les bassins de flocculation aux bassins de décantation ne devrait pas dépasser 0,5 m/s pour réduire le risque de destruction du

Entrance works to settling basins should also be designed to minimize floc shear.

Settling basin design shall be in accordance with criteria outlined in Chapter 6. For design of the sludge handling system, special consideration should be given to the type and volume of sludge generated in the phosphorus removal process.

9.1.3.8 Filtration

Effluent filtration shall be considered where effluent phosphorus concentrations of less than 1 mg/l must be achieved.

9.1.4 Feed Systems

9.1.4.1 Location

All liquid chemical mixing and feed installations should be installed on corrosion resistant pedestals and elevated above the highest liquid level anticipated during emergency conditions.

Lime feed equipment should be located so as to minimize the length of slurry conduits. All slurry conduits shall be accessible for cleaning.

9.1.4.2 Liquid Chemical Feed System

Liquid chemical feed pumps should be of the positive displacement type with variable feed rate. Pumps shall be selected to feed the full range of chemical quantities required for the phosphorus mass loading conditions anticipated with the largest unit out of service.

Screens and valves shall be provided on the chemical feed pump suction lines.

An air break or anti-siphon device shall be provided where the chemical solution stream discharges to the transport water stream to prevent an induction effect resulting in overfeed.

Consideration shall be given to providing pacing equipment to optimize chemical feed rates.

9.1.4.3 Dry Chemical Feed System

Each dry chemical feeder shall be equipped with a dissolver which is capable of providing a minimum of 5-minute retention at the maximum feed rate.

Polyelectrolyte feed installations should be equipped with two solution vessels and transfer piping for solution make-up and daily operation.

floc. Les ouvrages d'entrée des bassins de décantation devraient aussi être conçus pour réduire le cisaillement du floc.

La conception des bassins de décantation doit être conforme aux critères définis au chapitre 6. Pour la conception du système de traitement des boues, il faudrait accorder une attention spéciale au type et au volume de boues produites au cours du procédé d'élimination du phosphore.

9.1.3.8 Filtration

Il faut prévoir la filtration de l'effluent lorsque les concentrations en phosphore de l'effluent ne doivent pas dépasser 1 mg/l.

9.1.4 Systèmes d'alimentation

9.1.4.1 Emplacement

Toutes les installations de mélange et d'ajout de produits chimiques devraient être placées sur des assises résistant à la corrosion et surélevées par rapport au niveau de liquide maximal prévu en situation d'urgence.

L'emplacement de l'équipement d'alimentation en chaux devrait permettre de réduire au minimum la longueur des canalisations de lait de chaux. Toutes les canalisations de lait de chaux doivent être accessibles aux fins de nettoyage.

9.1.4.2 Système d'alimentation en produits chimiques liquides

Les pompes d'alimentation en produits chimiques liquides devraient être des pompes volumétriques à débit variable. Les pompes choisies doivent pouvoir fournir toutes les quantités de produits chimiques nécessaires à l'élimination des charges massiques de phosphore prévues lorsque la plus grande unité est hors service.

Des crépines et des vannes doivent être installées sur les canalisations d'aspiration des pompes d'alimentation en produits chimiques.

Un reniflard ou un dispositif anti-siphonnement doit être prévu lorsque le flux de solution chimique est déchargé dans le flux d'eau de transport pour prévenir l'effet d'induction associé à une suralimentation.

Il faut envisager l'utilisation d'équipement de régulation pour optimiser les débits d'alimentation en produits chimiques.

9.1.4.3 Système d'alimentation en produits chimiques secs

Chaque doseur de réactifs secs doit être doté d'un dissolvant capable d'assurer un temps de rétention d'au moins 5 minutes au débit d'alimentation maximal.

Les installations d'alimentation en polyélectrolytes devraient être dotées de deux récipients de solution et de canalisations de transfert pour la préparation de la solution et les opérations quotidiennes.

Make-up tanks shall be provided with an educator funnel or other appropriate arrangement for wetting the polymer during the preparation of the stock feed solution. Adequate mixing should be provided by a large-diameter low-speed mixer.

9.1.5 Storage Facilities

9.1.5.1 Size

Storage facilities shall be sufficient to insure that an adequate supply of the chemical is available at all times. The exact size required will depend on the size of the shipment, length of delivery time, and process requirements. Storage for a minimum of 10-days supply should be provided.

9.1.5.2 Location

The liquid chemical storage tanks and tank fill connections shall be located within a containment structure having a capacity exceeding the total volume of all storage vessels. Valves on discharge lines shall be located adjacent to the storage tank and within the containment structure.

Auxiliary facilities, including pumps and controls, within the containment area shall be located above the highest anticipated liquid level. Containment areas shall be sloped to a sump area and shall not contain floor drains.

Bag storage should be located near the solution make-up point to avoid unnecessary transportation and housekeeping problems.

9.1.5.3 Accessories

Platforms, ladders, and railings should be provided as necessary to afford convenient and safe access to all filling connections, storage tank entries, and measuring devices.

Storage tanks shall have reasonable access provided to facilitate cleaning.

9.1.6 Other Requirements

9.1.6.1 Materials

All chemical feed equipment and storage facilities shall be constructed of materials resistant to chemical attack by all chemicals normally used for phosphorus treatment.

Les réservoirs de préparation doivent être munis d'un éjecteur ou de tout autre dispositif approprié pour le mouillage des polymères au cours de la préparation de la solution de réserve. Un mélange adéquat devrait être assuré par un agitateur de fort calibre à faible vitesse.

9.1.5 Installations de stockage

9.1.5.1 Dimensions

Les installations de stockage doivent avoir des dimensions suffisantes pour garantir en tout temps un approvisionnement approprié en produits chimiques. Les dimensions exactes de ces installations dépendront de la taille des expéditions, des délais de livraison et des exigences d'épuration. Les installations devraient permettre le stockage d'un approvisionnement d'au moins 10 jours.

9.1.5.2 Emplacement

Les réservoirs de stockage de produits chimiques liquides et les raccords de remplissage doivent être situés dans un ouvrage de confinement dont la capacité dépasse le volume total de tous les réservoirs de stockage. Les vannes des canalisations de refoulement doivent être situées à proximité du réservoir de stockage et à l'intérieur de l'ouvrage de confinement.

Les installations auxiliaires, notamment les pompes et les commandes, qui se trouvent à l'intérieur de la zone de confinement doivent être surélevées par rapport au niveau maximal prévu du liquide. Les zones de confinement doivent être inclinées en direction d'un bac de décantation et ne doivent pas comporter d'avaloirs de sol.

L'aire de stockage des produits ensachés devrait être située à proximité du point de préparation de la solution pour éviter le transport inutile et les problèmes de nettoyage et d'entretien.

9.1.5.3 Accessoires

Il convient de prévoir des plates-formes, des échelles et des garde-corps selon les besoins pour permettre un accès facile et sécuritaire à tous les raccords de remplissage, aux entrées des réservoirs de stockage et aux dispositifs de mesure.

Les réservoirs de stockage doivent être raisonnablement accessibles aux fins de nettoyage.

9.1.6 Autres exigences

9.1.6.1 Matériaux

Tout l'équipement d'alimentation en produits chimiques et toutes les installations de stockage doivent être de matériaux résistants aux attaques chimiques de tous les produits ordinairement utilisés pour l'élimination du phosphore.

9.1.6.2 Temperature, Humidity and Dust Control

Precautions shall be taken to prevent chemical storage tanks and feed lines from reaching temperatures likely to result in freezing or chemical crystallization at the concentrations employed. A heated enclosure or insulation may be required. Consideration should be given to temperature, humidity and dust control in all chemical feed room areas.

9.1.6.3 Cleaning

Consideration shall be given to the accessibility of piping. Piping should be installed with plugged wyes, tees or crosses at changes in direction to facilitate cleaning.

9.1.6.4 Drains and Drawoff

Above-bottom drawoff from chemical storage or feed tanks shall be provided to avoid withdrawal of settled solids into the feed system. A bottom drain shall also be installed for periodic removal of accumulated settled solids. Provisions shall be made in the fill lines to prevent back siphonage of chemical tank contents.

9.1.7 Hazardous Chemical Handling

The requirements of Section 4.9.2 Hazardous Chemical Handling shall be met.

9.1.8 Sludge Handling

9.1.8.1 General

Consideration shall be given to the type and additional capacity of the sludge handling facilities needed when chemicals are added.

9.1.8.2 Dewatering

Design of dewatering systems should be based, where possible, on an analysis of the characteristics of the sludge to be handled. Consideration should be given to the ease of operation, effect of recycle streams generated, production rate, moisture content, dewaterability, final disposal, and operating cost.

9.2 AMMONIA REMOVAL

9.2.1 Breakpoint Chlorination

9.2.1.1 Applicability

The breakpoint chlorination process is best suited for removing relatively small quantities of ammonia, less than 5 mg/l $\text{NH}_3\text{-N}$, and in situations whose low residuals of ammonia or total nitrogen are required.

9.1.6.2 Régulation de la température et de l'humidité et élimination des poussières

Il faut prendre des mesures pour empêcher les réservoirs de stockage et les canalisations d'alimentation d'atteindre des températures susceptibles de causer le gel ou la cristallisation chimique des produits aux concentrations utilisées. Il peut être nécessaire de prévoir une enceinte chauffée ou une isolation. Un control de la température, de l'humidité et des poussières devrait être prévue dans toutes les zones d'alimentation en produits chimiques.

9.1.6.3 Nettoyage

Il importe d'assurer l'accessibilité aux canalisations. Celles-ci devraient être munies de divisions, de tés ou de croix aux changements de direction afin de faciliter le nettoyage.

9.1.6.4 Évacuation et soutirage

Les réservoirs de stockage ou d'alimentation en produits chimiques doivent être dotés d'un dispositif de soutirage, lequel doit être situé au-dessus du fond de ceux-ci afin d'empêcher le passage des solides décantés dans le système d'alimentation. Un drain de fond doit également être installé pour l'enlèvement périodique des dépôts de solides décantés. Il faut prévoir, dans les canalisations de remplissage, des dispositifs destinés à prévenir le refoulement du contenu du réservoir de produits chimiques.

9.1.7 Manutention des produits chimiques dangereux

Les exigences de la section 4.9.2, Manutention des produits chimiques dangereux, doivent être respectées.

9.1.8 Traitement des boues

9.1.8.1 Généralités

Il faut tenir compte du type d'installations de traitement des boues et de la capacité supplémentaire nécessaire lorsque des produits chimiques sont ajoutés.

9.1.8.2 Déshydratation

La conception des systèmes de déshydratation devrait être fondée, dans la mesure du possible, sur une analyse des caractéristiques des boues à traiter. Il faudrait accorder une attention particulière à la maniabilité, à l'effet des flux de recyclage produits, au taux de production, à la teneur en humidité, à la déshydratabilité, à l'élimination finale et aux coûts d'exploitation.

9.2 ÉLIMINATION DE L'AMMONIAC

9.2.1 Chloration au point critique

9.2.1.1 Application

Le procédé de chloration au point critique est efficace lorsqu'il faut éliminer des quantités relativement minimales d'ammoniac, c'est-à-dire inférieures à 5 mg/l $\text{NH}_3\text{-N}$, et lorsque de faibles concentrations d'ammoniac résiduel ou d'azote total sont exigées.

9.2.1.2 Design Considerations

9.2.1.2.1 Mixing

The reaction between ammonia and chlorine occurs instantaneously, and no special design features are necessary except to provide for complete uniform mixing of the chlorine with the wastewater. Good mixing can best be accomplished with in-line mixers or backmixed reactors. A minimum contact time of 10 min is recommended.

9.2.1.2.2 Dosage

The sizing of the chlorine producing and/or feed device is dependent on the influent ammonia concentration to be treated as well as the degree of pretreatment the wastewater has received. As the level of wastewater pretreatment increases, the required amount of chlorine decreases and approaches the theoretical amount required to oxidize ammonia to nitrogen (7.6 mg/l Cl_2 :1 mg/l $\text{NH}_3\text{-N}$). Table 9.2 shows the quantities of chlorine required, based on operating experience as well as recommended design capabilities. These ratios are applied to the maximum anticipated influent ammonia concentration.

Dechlorination must be considered to minimize the potential for aquatic toxicity due to residual chlorine.

9.2.1.2 Conception

9.2.1.2.1 Mélange

La réaction entre l'ammoniac et le chlore est instantanée et ne nécessite aucune caractéristique de conception particulière, sauf celles qui permettent d'assurer un mélange complet et uniforme du chlore avec les eaux usées. Pour assurer un bon mélange, il est préférable d'utiliser des agitateurs en ligne ou des réacteurs à mélange à contre-courant. Un temps de contact d'au moins 10 minutes est recommandé.

9.2.1.2.2 Dosage

Les dimensions du dispositif de production ou d'introduction du chlore sont fonction de la concentration en ammoniac de l'influent à traiter ainsi que du niveau de prétraitement des eaux usées. Plus le niveau de prétraitement des eaux usées est élevé, plus la quantité de chlore nécessaire diminue et se rapproche de la quantité théorique nécessaire pour oxyder l'ammoniac en azote (7.6 mg/l Cl_2 :1 mg/l $\text{NH}_3\text{-N}$). Le tableau 9.2 indique les quantités de chlore nécessaires, fondées sur l'expérience en exploitation, ainsi que les capacités de conception recommandées. Ces rapports s'appliquent à la concentration maximale prévue en ammoniac de l'influent.

La déchloration doit être considéré pour minimiser le potentiel de toxicité aquatique dû au chlore résiduel.

TABLE 9.2 TABLEAU 9.2		QUANTITIES OF CHLORINE REQUIRED FOR THREE WASTEWATER SOURCES QUANTITÉS DE CHLORE NÉCESSAIRES POUR TROIS SOURCES D'EAUX USÉES	
WASTEWATER SOURCE SOURCE D'EAUX USÉES	CHLORINE: NH ₃ - N RATIO TO REACH BREAKPOINT CHLORE : RAPPORT NH ₃ - N PERMETTANT D'ATTEINDRE LE POINT CRITIQUE		
	EXPERIENCE EXPÉRIENCE	RECOMMENDED DESIGN CAPABILITY CAPABILITÉ RECOMMANDÉE	
RAW BRUTES	10:1	13:1	
SECONDARY EFFLUENT EFFLUENT SECONDAIRE	9:1	12:1	
LIME SETTLED AND FILTERED SECONDARY EFFLUENT EFFLUENT SECONDAIRE DÉCANTÉ À LA CHAUX ET FILTRÉ	8:1	10:1	

9.2.1.2.3 Monitoring

If insufficient chlorine is available to reach the breakpoint, no nitrogen will be formed and the chloramines formed ultimately will revert back to ammonia. Provisions should be made to continuously monitor the waste, following chlorine addition, for free chlorine residual and to pace the chlorine feed device to maintain a set-point free chlorine residual.

9.2.1.2.4 Standby Equipment

The chemical feed assembly used for ammonia removal by breakpoint chlorination is considered in the preliminary design of the complete chlorination system, including those requirements for prechlorination, intermediate, and post-chlorination applications. Depending on the use of continuous chlorination at points within the system, some consideration is given to the use of standby chlorination equipment for the ammonia removal system. Reliability needs and maximum dosage requirements for the various application points shall also be examined when sizing the equipment.

9.2.1.2.5 pH Adjustment

Except for wastewaters having a high alkalinity or treatment systems employing lime coagulation prior to chlorination, provisions shall be made to feed an alkaline chemical to keep the pH of the wastewater in the proper range. A method for measuring and pacing the alkaline chemical feed pump to keep the pH in the desired range also should be provided.

9.2.2 Air Stripping

9.2.2.1 Applicability

The ammonia air stripping process is most economical if it is preceded by lime coagulation and settling. The ammonia stripping process can be used in a treatment system employing biological treatment or in a physical-chemical process. In most instances, more than 90 percent of the nitrogen in raw domestic wastewater is in the form of ammonia, and the ammonia stripping process can be readily applied to most physical-chemical treatment systems. However, when the ammonia stripping process is to be preceded by a biological process, care must be exercised to insure that nitrification does not occur in the secondary treatment process.

There is one serious limitation of the ammonia stripping process that should be recognized; namely, it is impossible to operate a stripping tower at air temperatures less than 0°C because of freezing within the tower. For treatment plants in cold weather locations, high pH stripping ponds may provide a simple solution to the problem of nitrogen removal.

9.2.1.2.3 Surveillance

Si la quantité de chlore n'est pas suffisante pour atteindre le point critique, il n'y aura pas de formation d'azote, et les chloramines formées finiront par se retransformer en ammoniac. Il faudrait prendre des mesures pour assurer une surveillance continue des eaux usées, après introduction du chlore, pour vérifier les concentrations de chlore résiduel et réguler le dispositif d'alimentation en chlore de manière à maintenir la concentration en chlore résiduel libre aux valeurs de consigne.

9.2.1.2.4 Équipement de secours

L'ensemble d'alimentation en produits chimiques utilisé pour l'élimination de l'ammoniac par chloration au point critique est pris en compte dans la conception préliminaire du système global de chloration, y compris les traitements de préchloration, de chloration intermédiaire et de postchloration. Si l'on choisit de recourir à la chloration continue en certains points du système, on peut envisager l'utilisation d'équipement de chloration de secours pour le système d'élimination de l'ammoniac. Il faut également tenir compte des exigences de fiabilité et de dosage maximal aux divers points d'ajout au moment de dimensionner l'équipement.

9.2.1.2.5 Ajustement du pH

Sauf pour les eaux usées fortement alcalines ou les systèmes de traitement dans lesquels la coagulation par la chaux précède la chloration, il faut prévoir l'ajout de produits chimiques alcalins pour maintenir le pH des eaux usées dans la plage appropriée. Il faut également prévoir une méthode de mesure et de régulation de la pompe d'alimentation en produits chimiques alcalins pour maintenir le pH à l'intérieur de la plage voulue.

9.2.2 Élimination par l'air

9.2.2.1 Application

Le procédé d'élimination de l'ammoniac par l'air est plus économique s'il est précédé d'une coagulation par la chaux et d'une décantation. Le procédé d'élimination de l'ammoniac peut être utilisé dans les systèmes de traitement biologique ou les procédés physicochimiques. Généralement, plus de 90 % de l'azote des eaux usées domestiques brutes se présente sous forme d'ammoniac, et le procédé d'élimination de l'ammoniac peut être facilement appliqué dans la plupart des systèmes de traitement physicochimiques. Cependant, lorsque le procédé d'élimination de l'ammoniac doit être précédé d'un traitement biologique, il faut s'assurer qu'il n'y a pas de nitrification au cours du traitement secondaire.

Le procédé d'élimination de l'ammoniac présente une limitation importante dont il faudrait tenir compte : il est impossible de faire fonctionner une tour de strippage à des températures inférieures à 0 °C en raison du risque de gel à l'intérieur de la tour. Dans le cas des usines situées dans des régions froides, des étangs à pH élevé peuvent constituer une solution simple au problème de l'élimination de l'azote.

9.2.2.2 Design Considerations

9.2.2.2.1 Tower Packing

Packings used in ammonia stripping towers may include 10 by 40 mm wood slats, plastic pipe, and a polypropylene grid. No specific packing spacing has been established. Generally, the individual splash should be spaced 40 to 100 mm horizontally and 50 to 100 mm vertically. A tighter spacing is used to achieve higher levels of ammonia removal and a more opening spacing is used where lower levels of ammonia removal are acceptable. Because of the large volume of air required, towers should be designed for a total air headloss of less than 50 to 75 mm of water. Packing depths of 6 to 7.5 m should be used to minimize power costs.

9.2.2.2.2 Hydraulic Loadings

Allowable hydraulic loading is dependent on the type and spacing of the individual splash bars. Although hydraulic loading rates used in ammonia stripping towers should range from 0.7 to 2.0 $\text{L/m}^2\text{-s}$ removal efficiency is significantly decreased at loadings in excess of 1.3 $\text{L/m}^2\text{-s}$. The hydraulic loading rate should be such that a water droplet is formed at each individual splash bar as the liquid passes through the tower.

9.2.2.2.3 Air Requirements

Air requirements vary from 2200 to 3800 L/s for each L/s being treated in the tower. The 6 to 7.5 m of tower packing will normally produce a pressure drop of 15 to 40 mm of water.

9.2.2.2.4 Temperature

Air and liquid temperatures have a significant effect on the design of an ammonia stripping tower. Minimum operating air temperature and associated air density should be considered when sizing the fans to meet the desired air supply. Liquid temperature also affects the level of ammonia removal.

9.2.2.2.5 General Construction Features

The stripping tower may be either of the countercurrent (air inlet at base) or cross flow (air inlet along entire depth of fill) type. Generally, provisions should be made to have the capability to recycle tower effluent to increase the removal of ammonia nitrogen during cooler temperatures.

Provisions shall be made in the design of the tower structure and fill so that the tower packing is readily

9.2.2.2 Conception

9.2.2.2.1 Matériaux de garnissage

Les matériaux de garnissage utilisés dans les tours de strippage peuvent comprendre des lattes de bois de 10 mm x 40 mm, des tuyaux en plastique et des grilles en polypropylène. Aucun espacement précis n'a été établi pour les matériaux de garnissage. Règle générale, les disperseurs individuels devraient être espacés de 40 à 100 mm dans le plan horizontal et de 50 à 100 mm dans le plan vertical. Un espacement plus serré permet d'obtenir des niveaux plus élevés d'élimination de l'ammoniac et un espacement plus important peut être utilisé lorsque des niveaux plus faibles d'élimination sont acceptables. Compte tenu du volume considérable d'air nécessaire, il convient de concevoir les tours en fonction d'une perte de charge d'air totale de moins de 50 à 75 mm d'eau. On devrait utiliser des épaisseurs de garnissage de 6 à 7,5 m pour réduire les coûts énergétiques.

9.2.2.2.2 Charges hydrauliques

Les charges hydrauliques admissibles dépendent de la nature et de l'espacement des disperseurs. Les taux de charge hydraulique utilisés dans les tours de strippage devraient varier entre 0,7 à 2,0 $\text{L/m}^2\text{-s}$, mais le rendement d'élimination est considérablement réduit à des charges supérieures à 1,3 $\text{L/m}^2\text{-s}$. Le taux de charge hydraulique devrait permettre la formation d'une goutte d'eau à l'emplacement de chaque disperseur lorsque le liquide traverse la tour.

9.2.2.2.3 Exigences d'aération

Les exigences d'aération varient de 2200 à 3800 L/s pour chaque L/s traité dans la tour. Des garnitures de tour de 6 à 7,5 m produiront ordinairement une baisse de pression de 15 à 40 mm d'eau.

9.2.2.2.4 Température

Les températures de l'air et du liquide ont un effet marqué sur la conception d'une tour d'élimination de l'ammoniac. Il faudrait tenir compte des températures minimales de service de l'air et de la densité d'air correspondante au moment de dimensionner les ventilateurs afin d'obtenir l'alimentation en air voulue. La température du liquide a également un effet sur le taux d'élimination de l'ammoniac.

9.2.2.2.5 Caractéristiques générales de construction

La tour de strippage peut être à contre-courant (admission d'air à la base) ou à courant transversal (admission d'air sur toute la profondeur de remplissage). Généralement, on devrait prendre des mesures pour recycler l'effluent de la tour afin d'accroître l'élimination de l'azote ammoniacal lorsque les températures sont plus basses.

Il convient de prévoir, dans la conception de la structure de la tour et du remplissage, des matériaux de garnissage

accessible or removable for removing possible deposits of calcium carbonate.

9.2.2.2.6 Process Control

During periods of tower operation when temperature, air and wastewater flow rates, and scale formation are under control, the major process requirement necessary to insure satisfactory ammonia removal is to control the influent pH. pH control should be practiced in the upstream lime-coagulation-settling process. This basin should be monitored closely to prevent excessive carryover of lime solids into the ammonia stripping process. Normal lime-addition required to raise the pH to 11.5 is 300 to 400 mg/l (as CAO).

9.3 BIOLOGICAL NUTRIENT REMOVAL

9.3.1 Biological Phosphorus Removal

A number of biological phosphorus removal processes exist that have been developed as alternatives to chemical treatment. Phosphorus is removed in biological treatment by means of incorporating orthophosphate, polyphosphate, and organically bound phosphorus into cell tissue. The key to the biological phosphorus removal is the exposure of the microorganisms to alternating anaerobic and aerobic conditions. Exposure to alternating conditions stresses the microorganisms so that their uptake of phosphorus is above normal levels. Phosphorus is not only used for cell maintenance, synthesis, and energy transport but is also stored for subsequent use by the microorganisms. The sludge containing the excess phosphorus is either wasted or removed through a sidestream to release the excess. The alternating exposure to anaerobic and aerobic conditions can be accomplished in the main biological treatment process, or "mainstream," or in the return sludge stream, or "sidestream."

9.3.1.1 Mainstream Phosphorus Removal (A/O Process)

The proprietary A/O process is a single sludge suspended-growth system that combines Anaerobic stages and Oxic stages (aerobic) in sequence. Settled sludge is returned to the influent end of the reactor and mixed with the incoming wastewater. Under anaerobic conditions, the phosphorus contained in the wastewater and the recycled cell mass is released as soluble phosphates. Some BOD reduction also occurs in this stage. The phosphorus is then taken up by the cell mass in the aerobic zone. Phosphorus is removed from the liquid stream in the waste activated sludge. The concentration of phosphorus in the effluent is dependent mainly on the ratio of BOD to phosphorus of the wastewater treated.

facilement accessibles ou amovibles pour permettre l'enlèvement des dépôts éventuels de carbonate de calcium.

9.2.2.2.6 Contrôle du procédé

Pendant les périodes de fonctionnement de la tour, lorsque la température, les débits d'air et d'eaux usées et l'entartrage sont contrôlés, l'élément de procédé qu'il faut surveiller pour assurer une élimination satisfaisante de l'ammoniac est le pH de l'influent. Il faudrait contrôler le pH en amont, au niveau du procédé de coagulation par la chaux et de décantation. Il convient de surveiller étroitement ce bassin pour prévenir l'entraînement excessif des solides de la chaux dans le procédé de strippage. Les quantités de chaux normalement ajoutées pour élever le pH à 11,5 varient de 300 à 400 mg/l (sous forme de CaO).

9.3 ÉLIMINATION BIOLOGIQUE DES NUTRIMENTS

9.3.1 Élimination biologique du phosphore

On a mis au point un certain nombre de procédés biologiques d'élimination du phosphore comme solutions de rechange au traitement chimique. Dans le traitement biologique, on élimine le phosphore en incorporant de l'orthophosphate, du polyphosphate et du phosphore organiquement lié dans le tissu cellulaire. L'élément clé de l'élimination biologique du phosphore est l'exposition des micro-organismes à des conditions anaérobies et aérobies, en alternance. L'exposition à des conditions alternées produit chez les micro-organismes un stress qui fait augmenter leur absorption de phosphore au-delà des niveaux normaux. Le phosphore ne sert pas uniquement au maintien des cellules, à la synthèse et au transport d'énergie, il est également stocké pour être utilisé ultérieurement par les micro-organismes. Les boues qui contiennent du phosphore excédentaire sont soit dégradées, soit réacheminées vers un flux secondaire où le phosphore est éliminé. L'exposition en alternance à des conditions anaérobies et aérobies peut se faire dans le cadre du procédé principal de traitement biologique, ou « flux principal », ou dans le flux des boues recyclées, ou « flux secondaire ».

9.3.1.1 Élimination du phosphore du flux principal (procédé A/O)

Le procédé exclusif A/O est un système unique à biomasse en suspension qui combine les étapes anaérobies et les étapes oxiques (aérobies) en séquence. Les boues décantées sont recyclées du côté influent du réacteur et mélangées aux eaux usées entrantes. Dans des conditions anaérobies, le phosphore contenu dans les eaux usées et la masse cellulaire recyclée est libéré sous forme de phosphates solubles. À ce stade, on peut observer une certaine réduction de la DBO. Le phosphore est ensuite absorbé par la masse cellulaire dans la zone aérobie. Le phosphore est éliminé du flux de liquide avec les boues activées rejetées. La concentration en phosphore de l'effluent dépend essentiellement du rapport de la DBO au phosphore contenu dans les eaux usées brutes.

9.3.1.2 Sidestream Phosphorus Removal (PhoStrip Process)

In the proprietary PhoStrip process, a portion of the return activated sludge from the biological treatment process is diverted to an anaerobic phosphorus stripping tank. The retention time in the stripping tank typically ranges from 8 to 12 hours. The phosphorus released in the stripping tank passes out of the tank in the supernatant, and the phosphorus-poor activated sludge is returned to the aeration tank. The phosphorus-rich supernatant is treated with lime or another coagulant in a separate tank and discharged to the primary sedimentation tanks or to a separate flocculation/clarification tank for solids separation. Phosphorus is removed from the system in the chemical precipitant. Conservatively designed PhoStrip and associated activated-sludge systems are capable of consistently producing an effluent with a total phosphorus content of less than 1.5 mg/l before filtration.

9.3.1.2 Élimination du phosphore du flux secondaire (procédé PhoStrip)

Dans le procédé exclusif PhoStrip, une partie des boues activées retournées produites par le traitement biologique est détournée vers un bassin anaérobie de déphosphatation. Le temps de séjour dans ce bassin varie généralement de 8 à 12 heures. Le phosphore libéré dans le bassin passe dans le surnageant, et les boues activées à faible teneur en phosphore sont recyclées dans le bassin d'aération. Le surnageant à forte teneur en phosphore est traité au moyen de chaux ou d'un autre coagulant dans un bassin séparé et évacué vers les bassins de sédimentation primaire ou un bassin distinct de floculation et de décantation qui opéreront une séparation des solides. Le phosphore est éliminé du système dans le précipitant chimique. Les procédés PhoStrip conçus avec soin et les systèmes de boues activées connexes peuvent assurer la production d'un effluent d'une teneur en phosphore total de moins de 1,5 mg/l avant filtration.

9.3.1.3 Design Criteria

9.3.1.3 Critères de conception

TABLE 9.3 TABLEAU 9.3	DESIGN CRITERIA FOR BIOLOGICAL PHOSPHORUS REMOVAL CRITÈRES DE CONCEPTION POUR L'ÉLIMINATION BIOLOGIQUE DU PHOSPHORE		
DESIGN PARAMETER PARAMÈTRE DE CONCEPTION	TREATMENT PROCESS PROCÉDÉ DE TRAITEMENT		
	A/O	PhoStrip	SBR RBS
Food/Microorganism Ratio (kg BOD ₅ /kg MLVSS·d) Rapport éléments nutritifs-biomasse (kg DBO ₅ /kg MSVLM·j)	0.2 - 0.7	0.1 - 0.5	0.15 - 0.5
Solids Retention Time (d) Temps de rétention des matières solides (j)	2 - 25	10 - 30	
MLSS (mg/l) MSLM (mg/l)	2000 - 4000	600 - 5000	2000 - 3000
Hydraulic Retention Time (hrs) Temps de rétention hydraulique (heures) - Anaerobic Zone Zone anaérobie - Aerobic Zone Zone aérobie	0.5 - 1.5	8 - 12	1.8 - 3
	1 - 3	4 - 10	1.0 - 4
Return Activated Sludge (% of Influent Flow Rate) Boues activées retournées (% du débit d'influent)	25 - 40	20 - 50	N/A
Stripper Underflow (% of Influent Flow Rate) Dépôt de traitement (% du débit d'influent)	N/A	10 - 20	N/A

9.3.2 Biological Nitrogen Removal

The principal nitrogen conversion and removal processes are conversion of ammonia nitrogen to nitrate by biological nitrification and removal of nitrogen by biological nitrification/denitrification.

9.3.2.1 Nitrification

Biological nitrification consists of the conversion of ammonia nitrogen to nitrite followed by the conversion of nitrite to nitrate. This process does not increase the removal of nitrogen from the waste stream over that achieved by conventional biological treatment. The principal effect is that nitrified effluent can be denitrified biologically. To achieve nitrification, all that is required is the maintenance of conditions suitable for the growth of nitrifying organisms.

Nitrification is also used when treatment requirements call for oxidation of ammonia-nitrogen. Nitrification may be carried out in conjunction with secondary treatment or in a tertiary stage. In each case, either suspended growth or attached growth reactors can be used.

9.3.2.1.1 Design Criteria

9.3.2 Élimination biologique de l'azote

Les principaux procédés de conversion et d'élimination de l'azote sont la conversion de l'azote ammoniacal en nitrates par nitrification biologique et l'élimination de l'azote par nitrification-dénitrification biologique.

9.3.2.1 Nitrification

La nitrification biologique est la conversion de l'azote ammoniacal en nitrites, suivie d'une conversion des nitrites en nitrates. Ce procédé ne produit pas un taux d'élimination de l'azote du flux d'eaux usées plus élevé que le traitement biologique classique. Son principal avantage est de permettre la dénitrification biologique de l'effluent nitrifié. Pour réaliser la nitrification, il suffit de maintenir des conditions propices à la croissance des organismes nitrifiants.

La nitrification est également utilisée lorsque les besoins d'épuration nécessitent une oxydation de l'azote ammoniacal. La nitrification peut être réalisée en conjonction avec un traitement secondaire ou à une étape tertiaire. Dans les deux cas, on peut utiliser un réacteur à biomasse en suspension ou à biomasse fixée.

9.3.2.1.1 Critères de conception

TABLE 9.4 TABLEAU 9.4	DESIGN CRITERIA FOR NITRIFICATION CRITÈRES DE CONCEPTION POUR LA NITRIFICATION	
	DESIGN PARAMETER PARAMÈTRE DE CONCEPTION	
		SINGLE STAGE MONO ÉTAGÉ
		SEPARATE STAGE ÉTAGES SÉPARÉS
	Food/Microorganism Ratio (kg BOD ₅ /kg MLVSS-d) Rapport éléments nutritifs-biomasse (kg DBO ₅ /kg MSVLM-j)	0.12 - 0.25
	Solids Retention Time (d) Temps de rétention des matières solides (j)	8 - 20
	MLSS (mg/l) MSLM (mg/l)	1500 - 3500
	Hydraulic Retention Time (hrs) Temps de rétention hydraulique (heures)	6 - 15
	Return Activated Sludge (% of Influent Flow Rate) Boues activées retournées (% du débit d'influent)	50 - 150
		50 - 200

9.3.2.2 Combined Nitrification/Denitrification

The removal of nitrogen by biological nitrification/denitrification is a two step process. In the first step, ammonia is converted aerobically to nitrate (NO_3^-) (nitrification). In the second step, nitrates are converted to nitrogen gas (denitrification).

The removal of nitrate by conversion to nitrogen gas can be accomplished biologically under anoxic conditions. The carbon requirements may be provided by internal sources, such as wastewater and cell material, or by an external source.

9.3.2.2.1 Bardenpho Process (Four-Stage)

The four-stage proprietary Bardenpho process uses both the carbon in the untreated wastewater and carbon from endogenous decay to achieve denitrification. Separate reaction zones are used for carbon oxidation and anoxic denitrification. The wastewater initially enters an anoxic denitrification zone to which nitrified mixed liquor is recycled from a subsequent combined carbon oxidation nitrification compartment. The carbon present in the wastewater is used to denitrify the recycled nitrate. Because the organic loading is high, denitrification proceeds rapidly. The ammonia in the wastewater passes unchanged through the first anoxic basin to be nitrified in the first aeration basin. The nitrified mixed liquor from the first aeration basin passes into a second anoxic zone, where additional denitrification occurs using the endogenous carbon source. The second aerobic zone is relatively small and is used mainly to strip entrained nitrogen gas prior to clarification. Ammonia released from the sludge in the second anoxic zone is also nitrified in the last aerobic zone.

9.3.2.2.2 Oxidation Ditch

In an oxidation ditch, mixed liquor flows around a loop-type channel, driven and aerated by mechanical aeration devices. For nitrification/denitrification applications, an aerobic zone is established immediately downstream of the aerator, and an anoxic zone is created upstream of the aerator. By discharging the influent wastewater stream at the upstream end of the anoxic zone, some of the wastewater carbon source is used for denitrification. The effluent from the reactor is taken from the end of the aerobic zone for clarification. Because the system has only one anoxic zone, nitrogen removals are lower than those of the Bardenpho process.

9.3.2.2 Procédé combiné de nitrification-dénitrification

L'élimination de l'azote par nitrification-dénitrification biologique est un procédé en deux étapes. À la première étape, l'ammoniac est converti dans des conditions aérobies en nitrates (NO_3^-) (nitrification). À la deuxième étape, les nitrates sont convertis en azote gazeux (dénitrification).

L'élimination des nitrates par conversion en azote gazeux peut être réalisée par des moyens biologiques dans des conditions anoxiques. La demande en carbone peut être satisfaite par des sources internes, comme les eaux usées et la matière cellulaire, ou par une source externe.

9.3.2.2.1 Procédé Bardenpho (quatre étapes)

Le procédé exclusif Bardenpho en quatre étapes utilise à la fois le carbone contenu dans les eaux usées non traitées et le carbone produit par une décomposition endogène pour réaliser la dénitrification. Des zones de réaction distinctes sont utilisées pour l'oxydation du carbone et la dénitrification anoxique. Les eaux usées pénètrent d'abord dans la zone de dénitrification anoxique vers laquelle la liqueur mixte nitrifiée est recyclée à partir d'un compartiment subséquent combiné d'oxydation du carbone et de nitrification. Le carbone présent dans les eaux usées sert à dénitrifier les nitrates recyclés. Comme la charge organique est élevée, la dénitrification se fait rapidement. L'ammoniac présent dans les eaux usées traverse le premier bassin anoxique sans subir de changement et est nitrifié dans le premier bassin d'aération. La liqueur mixte nitrifiée du premier bassin d'aération pénètre dans une deuxième zone anoxique, où elle subit une dénitrification plus poussée au contact de la source de carbone endogène. La deuxième zone aérobie est relativement petite et sert essentiellement à éliminer l'azote gazeux entraîné avant la décantation. L'ammoniac libéré par les boues dans la deuxième zone anoxique est également nitrifié dans la dernière zone aérobie.

9.3.2.2.2 Fossé d'oxydation

Dans le fossé d'oxydation, la liqueur mixte s'écoule dans un fossé en boucle, mue et aérée par des dispositifs d'aération mécaniques. Pour les applications de nitrification-dénitrification, une zone aérobie est établie immédiatement en aval de l'aérateur, et une zone anoxique est créée en amont de ce dernier. Lorsque le flux d'eaux usées entrants est déchargé à l'extrémité amont de la zone anoxique, une partie de la source de carbone des eaux usées est utilisée pour la dénitrification. L'effluent du réacteur est prélevé à l'extrémité de la zone aérobie pour une clarification. Étant donné que le système comporte une seule zone anoxique, les taux d'élimination de l'azote sont plus faibles que dans le procédé Bardenpho.

9.3.3 Combined Biological Nitrogen and Phosphorus Removal

A number of biological processes have been developed for the combined removal of nitrogen and phosphorus. Many of these are proprietary and use a form of the activated sludge process but employ combinations of anaerobic, anoxic, and aerobic zones or compartments to accomplish nitrogen and phosphorus removal.

9.3.3.1 A^2/O Process

The proprietary A^2/O process provides an anoxic zone for denitrification with a detention period of approximately one hour. The anoxic zone is deficient in dissolved oxygen, but chemically bound oxygen in the form of nitrate or nitrite is introduced by recycling nitrified mixed liquor from the aerobic section. Effluent phosphorus concentrations of less than 2 mg/l can be expected without effluent filtration; with effluent filtration, effluent phosphorus concentrations may be less than 1.5 mg/l.

9.3.3.2 Bardenpho Process (5 Stage)

The proprietary Bardenpho process can be modified for combined nitrogen and phosphorus removal. The Phoredox modification of the Bardenpho process incorporates a fifth (anaerobic) stage for phosphorus removal. The five-stage system provides anaerobic, anoxic, and aerobic stages for phosphorus, nitrogen, and carbon removal. A second anoxic stage is provided for additional denitrification using nitrate produced in the aerobic stage as the electron acceptor and the endogenous organic carbon as the electron donor. The final aerobic stage is used to strip residual nitrogen gas from solution and to minimize the release of phosphorus in the final clarifier. Mixed liquor from the first aerobic zone is recycled to the anoxic zone.

9.3.3.3 UCT Process

The UCT (University of Cape Town) process eliminates return activated sludge to the anoxic stage and the internal recycle is from the anoxic stage to the anaerobic stage. By returning the activated sludge to the anoxic stage, the introduction of nitrate to the anaerobic stage is eliminated, thereby improving the release of phosphorus in the anaerobic stage. The internal recycle feature provides for increased organic utilization in the anaerobic stage. The mixed liquor from the anoxic stage contains substantial soluble BOD but little nitrate. The recycle of the anoxic mixed liquor provides for optimal conditions for fermentation uptake in the anaerobic stage.

9.3.3 Procédé combiné d'élimination biologique de l'azote et du phosphore

On a mis au point un certain nombre de procédés biologiques combinés d'élimination de l'azote et du phosphore. Bon nombre de ces procédés sont exclusifs et reposent sur une forme quelconque de traitement par boues activées mais ils utilisent aussi une combinaison de zones ou de compartiments anaérobies, anoxiques et aérobies pour l'élimination de l'azote et du phosphore.

9.3.3.1 Procédé A^2/O

Dans le procédé exclusif A^2/O , on prévoit, pour la dénitrification, une zone anoxique où le temps de séjour est d'environ une heure. La zone anoxique est déficiente en oxygène dissous, mais de l'oxygène lié chimiquement sous forme de nitrate ou de nitrite est introduit par la liqueur mixte nitrifiée recyclée provenant de la zone aérobie. Des concentrations en phosphore de l'effluent de moins de 2 mg/l peuvent être prévues si l'effluent n'est pas filtré; si l'effluent est filtré, les concentrations en phosphore peuvent être inférieures à 1,5 mg/l.

9.3.3.2 Procédé Bardenpho (5 étapes)

On peut modifier le procédé exclusif Bardenpho pour réaliser une élimination combinée de l'azote et du phosphore. La variante Phoredox du procédé Bardenpho fait intervenir une cinquième étape (anaérobie) pour l'élimination du phosphore. Le système à cinq étapes comporte des étapes anaérobies, anoxiques et aérobies pour l'élimination du phosphore, de l'azote et du carbone. Une deuxième étape anoxique est prévue pour assurer une dénitrification plus poussée, où les nitrates produits à l'étape aérobie sont utilisés comme électroaccepteurs et où le carbone organique endogène est utilisé comme électrodonneur. L'étape aérobie finale sert à éliminer l'azote gazeux résiduel de la solution et à réduire la libération de phosphore dans le clarificateur final. La liqueur mixte produite dans la première zone aérobie est recyclée dans la zone anoxique.

9.3.3.3 Procédé UCT

Dans le procédé UCT (University of Cape Town), les boues activées ne passent pas à l'étape anoxique et le recyclage interne se fait de l'étape anoxique vers l'étape anaérobie. En recyclant les boues activées vers l'étape anoxique, on élimine l'introduction des nitrates dans la zone anaérobie, ce qui améliore la libération de phosphore à l'étape anaérobie. La caractéristique de recyclage interne permet une meilleure utilisation de la matière organique dans la zone anaérobie. La liqueur mixte en provenance de l'étape anoxique présente une DBO soluble importante mais contient peu de nitrates. Le recyclage de la liqueur mixte anoxique crée des conditions optimales pour l'assimilation par fermentation à l'étape anaérobie.

TABLE 9.5 TABLEAU 9.5	DESIGN CRITERIA FOR COMBINED BIOLOGICAL NITROGEN AND PHOSPHORUS REMOVAL CRITÈRES DE CONCEPTION DU PROCÉDÉ COMBINÉ D'ÉLIMINATION BIOLOGIQUE DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE			
	TREATMENT PROCESS PROCÉDÉ DE TRAITEMENT			
DESIGN PARAMETER PARAMÈTRE DE CONCEPTION	A ² /O	Bardenpho (5 Stage 5 étapes)	UCT	SBR RBS
Food/Microorganism Ratio (kg BOD ₅ /kg MLVSS.d) Rapport éléments nutritifs-biomasse (kg DBO ₅ /kg SSLM.j)	0.15 - 0.25	0.1 - 0.2	0.1 - 0.2	0.1
Solids Retention Time (d) Temps de rétention des matières solides (j)	4 - 27	10 - 40	10 - 30	---
MLSS (mg/l) SMSLM (mg/l)	3000 - 5000	2000 - 4000	2000 - 4000	600 - 5000
Hydraulic Retention Time (hrs) Temps de rétention hydraulique (heures)				Batch Times Séjour discontinu
Anaerobic Zone Zone anaérobie	0.5 - 1.5	1 - 2	1 - 2	0 - 3
Anoxic Zone - 1 Zone aérobie - 1	0.5 - 1.0	2 - 4	2 - 4	0 - 1.6
Aerobic Zone - 1 Zone aérobie - 1	3.5 - 6.0	4 - 12	4 - 12	0.5 - 1
Anoxic Zone - 2 Zone aérobie - 2		2 - 4	2 - 4	0 - 0.3
Aerobic Zone - 2 Zone aérobie - 2		0.5 - 1		0 - 0.3
Settle/Decant Sédimentation/Décantation				1.5 - 2
Total	4.5 - 8.5	9.5 - 23	9 - 22	4 - 9
Return Activated Sludge (% of Influent Flowrate) Boues activées recyclées (% du débit d'influent)	20 - 50	50 - 100	50 - 100	---
Internal Recycle (% of Influent Flowrate) Flux interne recyclé (% du débit d'influent)	100 - 300	400	100 - 600	---

9.3.4 Sequencing Batch Reactor (SBR)

The SBR can be operated to achieve any combination of carbon oxidation, nitrogen reduction, and phosphorus removal. Reduction of these constituents can be accomplished with or without chemical addition by changing the operation of the reactor. Phosphorus can be removed by coagulant addition or biologically without coagulant addition. By modifying the reaction times, nitrification or nitrogen removal can also be accomplished. Overall cycle time may vary from 3 to 24 hours. A carbon source in the anoxic phase is required to support denitrification-either an external source or endogenous respiration of the existing biomass.

9.3.4 Réacteur biologique séquentiel (RBS)

Les RBS peuvent être exploités de manière à réaliser n'importe quelle combinaison d'oxydation du carbone, de réduction de l'azote et d'élimination du phosphore. On peut réduire ces composants avec ou sans ajout de produits chimiques en modifiant le fonctionnement du réacteur. On peut éliminer le phosphore en ajoutant un coagulant ou par voie biologique, sans ajout de coagulant. En modifiant les temps de réaction, on peut également réaliser une nitrification ou éliminer l'azote. Le temps de cycle total peut varier de trois (3) à 24 heures. Une source de carbone doit être présente à l'étape anoxique pour favoriser la dénitrification; cette source peut être externe ou le carbone peut être fourni par la respiration endogène de la biomasse existante.

9.3.5 Detailed Design Manuals

The following sources contain detailed design information for biological nutrient removal:

Water Pollution Control Federation: *Nutrient Control, Manual of Practice* FD-7, Washington, DC, 1983.

U.S. Environmental Protection Agency: *Design Manual for Phosphorus Removal*, EPA 625/ 1-87-001, Cincinnati, OH, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency: *Process Design Manual for Nitrogen Control*, Office of Technology Transfer, Washington, DC, October 1975.

U.S. Environmental Protection Agency: *Process Design Manual for Phosphorus Removal*, Office of Technology Transfer, Washington, DC, April 1976.

Environment Canada: *Treatment Processes for the Removal of Ammonia from Municipal Wastewater*, 2003

9.3.5 Manuels de conception détaillée

Les sources suivantes contiennent des données de conception détaillées pour l'élimination biologique des éléments nutritifs :

Water Pollution Control Federation, "Nutrient Control, Manual of Practice", FD-7, Washington, DC, 1983.

U.S. Environmental Protection Agency, "Design Manual for Phosphorus Removal", EPA 625/ 1-87-001, Cincinnati, OH, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency, "Process Design Manual for Nitrogen Control", Office of Technology Transfer, Washington, DC, octobre 1975.

U.S. Environmental Protection Agency, "Process Design Manual for Phosphorus Removal", Office of Technology Transfer, Washington, DC, avril 1976.

Environnement Canada, « Procédés de traitement pour l'enlèvement de l'ammoniac des eaux usées municipales », 2003

9.4 EFFLUENT FILTRATION

9.4.1 General

9.4.1.1 Applicability

Effluent filtration is generally necessary when effluent quality better than 15 mg/l BOD₅, 15 mg/l suspended solids and 1.0 mg/l phosphorus is required.

Where effluent suspended solids requirements are less than 10 mg/l, where secondary effluent quality can be expected to fluctuate significantly, or where filters follow a treatment process where significant amounts of algae will be present, a pre-treatment process such as chemical coagulation and sedimentation or other acceptable process should precede the filter units.

9.4.1.2 Design Considerations

Factors to consider when choosing between the different filtration systems which are available, include the following:

- the installed capital and expected operating and maintenance costs;
- the energy requirements of the systems (head requirements);
- the media types and sizes and expected solids capacities and treatment efficiencies of the system; and
- the backwashing systems, including type, backwash rate, backwash volume, effect on sewage works, etc.

9.4 FILTRATION DE L'EFFLUENT

9.4.1 Généralités

9.4.1.1 Application

Il est généralement nécessaire de filtrer l'effluent lorsque la concentration de l'eau de l'effluent doit être inférieure à 15 mg/l de DBO₅, à 15 mg/l de matières en suspension et à 1,0 mg/l de phosphore.

Lorsque la teneur de l'effluent en matières en suspension doit être inférieure à 10 mg/l, qu'une variation importante de la qualité de l'effluent secondaire est prévue ou que la filtration suit un procédé de traitement caractérisé par une forte quantité d'algues, un procédé de prétraitement, comme la coagulation et la sédimentation chimique ou tout autre procédé acceptable devrait précéder les unités de filtration.

9.4.1.2 Conception

Au moment de choisir un système de filtration, il faut tenir compte des facteurs suivants :

- coût des investissements pour les équipements, installés et coûts prévus d'exploitation et d'entretien;
- demande énergétique des systèmes (hauteur de charge nécessaire);
- types de matériau, dimensions, capacité prévue de rétention des solides et rendement de traitement du système;
- systèmes de lavage à contre-courant, notamment le type, la vitesse et le volume de lavage et l'effet sur les ouvrages d'égout.

Care should be given in the selection of pumping equipment ahead of filter units to minimize shearing of floc particles. Consideration should be given in the plant design to providing flow-equalization facilities to moderate filter influent quality and quantity.

9.4.2 Location of Filter System

Effluent filtration should precede the chlorine contact chamber to minimize chlorine usage, to allow more effective disinfection and to minimize the production of chloro-organic compounds.

To allow excessive biological growths and grease accumulations to be periodically removed from the filter media, a chlorine application point should be provided upstream of the filtration system (chlorine would only be dosed as necessary at this location with dechlorination used as required to ensure protection of aquatic life.)

9.4.3 Number of Units

Total filter area shall be provided in 2 or more units, and the filtration rate shall be calculated on the total available filter area with one unit out of service.

9.4.4 Filter Types

Filters may be of the gravity type or pressure type. Pressure filters shall be provided with ready and convenient access to the media for treatment or cleaning. Where greases or similar solids, which result in filter plugging are expected, filters should be of the gravity type.

9.4.5 Filtration Rates

9.4.5.1 Hydraulic Loading Rate

Filtration rates at peak hourly sewage flow rates, including backwash flows, should not exceed 2.1 $\text{L/m}^2\text{-s}$ for shallow bed single media systems (if raw sewage flow equalization is provided, lower peak filtration rates should be used in order to avoid undersizing of the filter).

Filtration rates at peak hourly sewage flow rates, including backwash flows, should not exceed 3.3 $\text{L/m}^2\text{-s}$ for deep bed filters (if raw sewage flow equalization is provided, lower peak filtration rates should be used in order to avoid undersizing of the filter). The manufacturer's recommended maximum filtration rate should, however, not be exceeded.

Au moment de choisir l'équipement de pompage en amont des unités de filtration, il faut s'assurer de réduire le cisaillement du floc. Il convient de prévoir, dans la conception de l'usine, des installations d'équilibrage du débit pour réguler la qualité de l'influent à filtrer et sa quantité.

9.4.2 Emplacement du système de filtration

La filtration de l'effluent devrait précéder le bassin de chloration de manière à réduire la consommation de chlore, à permettre une désinfection plus efficace et à réduire la production de composés organochlorés.

Pour permettre l'enlèvement périodique des cultures bactériennes excessives et des accumulations de graisse du matériau filtrant, on devrait prévoir un point d'ajout de chlore en amont du système de filtration (le dosage du chlore à cet endroit devrait être minimal puisqu'il faudra par la suite déchlorer l'effluent pour protéger la vie aquatique.)

9.4.3 Nombre d'unités

La superficie totale de la zone de filtration devrait être divisée en deux ou plusieurs unités, et le débit de filtration devrait être calculé en fonction de l'aire totale de filtration lorsqu'une unité est hors service.

9.4.4 Types de filtres

Les filtres utilisés peuvent être des filtres gravitaires ou des filtres sous pression. Pour les filtres sous pression, il faut prévoir un accès facile et pratique au matériau filtrant à des fins de traitement et de nettoyage. Lorsque des graisses ou des matières solides semblables risquent de colmater les filtres, des filtres gravitaires devraient être utilisés.

9.4.5 Vitesses de filtration

9.4.5.1 Taux de charge hydraulique

Les vitesses de filtration aux débits horaires de pointe d'eaux usées, y compris les débits de lavage, ne devraient pas dépasser 2,1 $\text{L/m}^2\text{-s}$ dans le cas des systèmes à couche unique peu profonde (si un équilibrage du débit d'eaux usées est prévu, on devrait utiliser des vitesses de filtration de pointe plus faibles pour éviter un sous-dimensionnement du filtre).

Les vitesses de filtration aux débits horaires de pointe d'eaux usées, y compris les débits de lavage, ne devraient pas dépasser 3,3 $\text{L/m}^2\text{-s}$ dans le cas des filtres à haute couche (si un équilibrage du débit d'eaux usées est prévu, on devrait utiliser des vitesses de filtration de pointe plus faibles pour éviter un sous-dimensionnement du filtre). Il ne faudrait toutefois pas dépasser les vitesses maximales de filtration recommandées par le fabricant.

9.4.5.2 Organic Loading Rate

Peak solids loading rate should not exceed 50 mg/m²-s for shallow bed filters and 80 mg/m²-s for deep bed filters (if raw sewage flow equalization is provided, lower peak solids loading rates should be used in order to avoid undersizing of the filter).

9.4.6 Backwash

9.4.6.1 Backwash Rate

The backwash rate shall be adequate to fluidize and expand each media layer a minimum of 20 percent based on the media selected. The backwash system shall be capable of providing a variable backwash rate having a maximum of at least 14 l/m²-s and a minimum backwash period of 10 minutes.

9.4.6.2 Backwash

Pumps for backwashing filter units shall be sized and interconnected to provide the required rate to any filter with the largest pump out of service. Filtered water should be used as the source of backwash water. Waste filter backwash shall be adequately treated.

Air scour or mechanical agitation systems to improve backwash effectiveness are recommended.

If instantaneous backwash rates represent more than 15 percent of the average daily design flow rate of the plant, a backwash holding tank should be provided to equalize the flow of backwash water to the plant.

9.4.7 Filter Media

9.4.7.1 Selection

Selection of proper media size will depend on the filtration rate selected, the type of treatment provided prior to filtration, filter configuration, and effluent quality objectives. In dual or multi-media filters, media size selection must consider compatibility among media.

9.4.7.2 Media Specifications

The following table provides minimum media depths and the normally acceptable range of media sizes. The designer has the responsibility for selection of media to meet specific conditions and treatment requirements relative to the project under consideration.

9.4.5.2 Taux de charge organique

Le taux de charge de solides de pointe ne devrait pas dépasser 50 mg/m²-s, dans le cas des filtres à couche peu profonde, ni 80 mg/m²-s dans les cas des filtres à haute couche (si un équilibrage du débit d'eaux usées est prévu, on devrait utiliser des taux de charge de solides de pointe plus faibles pour éviter un sous-dimensionnement du filtre).

9.4.6 Lavage à contre-courant

9.4.6.1 Débit de lavage à contre-courant

Le débit de lavage à contre-courant doit être suffisant pour fluidiser et mettre en expansion chaque couche de matériau filtrant dans une proportion d'au moins 20 %, selon le matériau choisi. Le système de lavage à contre-courant doit pouvoir fournir un débit de lavage variable de manière à assurer un débit maximal d'au moins 14 l/m²-s et une période de lavage minimale de 10 minutes.

9.4.6.2 Lavage à contre-courant

Les pompes utilisées pour le lavage à contre-courant des filtres doivent être dimensionnées et interconnectées pour fournir le débit exigé à chacun des filtres lorsque la plus grosse pompe est hors service. De l'eau filtrée devrait être utilisée comme source d'eau de lavage. L'eau filtrée utilisée pour le lavage doit être correctement traitée.

Il est recommandé d'utiliser des systèmes de lavage à l'air ou d'agitation mécanique pour améliorer l'efficacité du lavage à contre-courant.

Si les débits instantanés de lavage représentent plus de 15% du débit quotidien moyen de l'usine, un bassin de rétention devrait être prévu pour égaliser le débit des eaux de lavage acheminé vers l'usine.

9.4.7 Matériau filtrant

9.4.7.1 Sélection

Les dimensions du matériau filtrant dépendent de la vitesse de filtration prévue, du type de traitement qui précède la filtration, de la configuration des filtres et des objectifs de qualité de l'effluent. Au moment de déterminer la dimension du matériau filtrant des filtres à deux ou à plusieurs couches, il importe de tenir compte de la compatibilité des matériaux filtrants.

9.4.7.2 Caractéristiques nominales du matériau filtrant

Le tableau suivant indique les épaisseurs minimales de matériau filtrant et les plages ordinairement acceptables de dimensions. Le concepteur doit s'assurer que le matériau filtrant retenu est compatible avec les conditions particulières et les exigences d'épuration du projet considéré.

TABLE 9.6 TABLEAU 9.6		MEDIA DEPTHS AND SIZES ÉPAISSEURS ET DIMENSIONS DES MATÉRIAUX FILTRANTS	
(Minimum Depth) (Effective Size) (Épaisseur minimale) (Dimensions effectives)			
	Single Media Couche unique	Multi-Media Couches multiples (2 media 2 couches) (3 media 3 couches)	
Anthracite	-	<u>50 cm</u> 1.0 - 2.0 mm	<u>50 cm</u> 1.0 - 2.0 mm
Sand Sable	<u>120 cm</u> 1.0 - 4.0 mm	<u>30 cm</u> 0.5 - 1.0 mm	<u>25 cm</u> 0.6 - 0.8 mm
Garnet or Similar Material Grenatite ou matériau semblable	-	-	<u>5 cm</u> 0.3 - 0.6 mm
Uniformity Coefficient shall be 1.7 or less Le coefficient d'uniformité doit être de 1,7 ou moins			

9.4.8 Filter Appurtenances

The filters shall be equipped with washwater troughs, surface wash or air scouring equipment, means of measurement and positive control of the backwash rate, equipment for measuring filter head loss, positive means of shutting off flow to a filter being backwashed, and filter influent and effluent sampling points. If automatic controls are provided, there shall be a manual override for operating equipment, including each individual valve essential to the filter operation. The underdrain system shall be designed for uniform distribution of backwash water (and air, if provided) without danger of clogging from solids in the backwash water. Provision shall be made to allow periodic chlorination of the filter influent or backwash water to control slime growths. If air is to be used for filter backwash, separate backwash blowers shall be provided.

9.4.9 Reliability

Each filter unit shall be designed and installed so that there is ready and convenient access to all components and the media surface for inspection and maintenance without taking other units out of service. The need for housing of filter units shall depend on expected extreme climatic conditions at the treatment plant site. As a minimum, all controls shall be enclosed. The structure housing filter controls and equipment shall be provided with adequate heating and ventilation equipment to minimize problems with excess humidity.

9.4.8 Ouvrages annexes de filtration

Les filtres doivent être munis de caniveaux d'eau de lavage, d'équipement de lavage en surface ou de lavage à l'air, de dispositifs de mesure et de régulation du débit de lavage à contre-courant, de dispositifs de mesure de la perte de charge des filtres, d'un dispositif permettant d'interrompre le débit vers un filtre en cours de lavage et des points d'échantillonnage de l'influent et de l'effluent du système de filtration. Si des commandes automatiques sont installées, il importe de prévoir une reprise manuelle pour les appareils et dispositifs, notamment les vannes, essentiels au fonctionnement des filtres. Le système de drain souterrain doit être conçu pour assurer une répartition uniforme de l'eau de lavage (et de l'air, le cas échéant), sans risque de colmatage par les solides contenus dans l'eau de lavage. Il faut prendre des mesures pour assurer la chloration périodique de l'influent de filtration ou de l'eau de lavage pour réduire la formation de films biologiques. Si de l'air doit être utilisé pour le lavage à contre-courant des filtres, on doit prévoir des souffleries de lavage distinctes.

9.4.9 Fiabilité

Il faut concevoir et installer chaque unité de filtration de manière qu'on puisse facilement accéder à tous les composants et à la surface du matériau filtrant aux fins d'inspection et d'entretien, sans avoir à mettre les autres unités hors service. La nécessité d'abriter les unités de filtration dépendra des conditions climatiques extrêmes prévues à l'usine d'épuration. Il importe pour le moins d'abriter toutes les commandes. L'ouvrage qui abrite les commandes de filtration doit être doté d'appareils adéquats de chauffage et de ventilation aux fins de réduction des problèmes causés par une humidité excessive.

9.4.10 Backwash Surge Control

The rate of return of waste filter backwash water to treatment units should be controlled such that the rate does not exceed 15 percent of the design average daily flow rate to the treatment units. The hydraulic and organic load from waste backwash water shall be considered in the overall design of the treatment plant. Surge tanks shall have a minimum capacity of two backwash volumes, although additional capacity should be considered to allow for operational flexibility. Where waste backwash water is returned for treatment by pumping, adequate pumping capacity shall be provided with the largest unit out of service.

9.4.11 Backwash Water Storage

Total backwash water storage capacity provided in an effluent clearwell or other unit shall equal or exceed the volume required for two complete backwash cycles.

9.4.12 Proprietary Equipment

Where proprietary filtration equipment not conforming to the preceding requirements is proposed, data which supports the capability of the equipment to meet effluent requirements under design conditions shall be provided. Such equipment will be reviewed on a case-by case basis at the discretion of the regulatory agencies.

9.5 MICROSCREENING

9.5.1 General

9.5.1.1 Applicability

Microscreening units may be used following a biological treatment process for the removal of residual suspended solids. Selection of this unit process should consider final effluent requirements, the preceding biological treatment process, and anticipated consistency of the biological process to provide a high quality effluent.

9.5.1.2 Design Considerations

Pilot plant testing on existing secondary effluent is encouraged. Where pilot studies so indicate, where microscreens follow trickling filters or ponds, or where effluent suspended solids requirements are less than 10 mg/l, a pre-treatment process such as chemical coagulation and sedimentation shall be provided. Care should be taken in the selection of pumping equipment ahead of microscreens to minimize shearing of floc particles. The process design shall include flow equalization facilities to moderate microscreen influent quality and quantity.

9.4.10 Protection contre les surpressions d'eau de lavage

Le débit de retour de l'eau de lavage des filtres vers les unités de traitement devrait être régulé de manière à ne pas dépasser 15 % du débit quotidien moyen de conception vers les unités de traitement. La charge hydraulique et organique de l'eau de lavage doit être prise en compte dans la conception globale de l'usine. Les réservoirs tampons doivent avoir une capacité correspondant à au moins deux fois le volume de lavage, mais il faudrait prévoir une capacité supplémentaire pour assurer une certaine souplesse opérationnelle. Lorsque l'eau de lavage est retournée par pompage vers les unités de traitement, la capacité de pompage doit être suffisante même lorsque la plus grosse pompe est hors service.

9.4.11 Stockage de l'eau de lavage

La capacité totale de stockage pour l'eau de lavage contenue dans le puits d'eau de sortie ou de tout autre dispositif de stockage doit être égale ou supérieure au volume nécessaire pour deux cycles complets de lavage à contre-courant.

9.4.12 Équipement exclusif

Lorsque de l'équipement exclusif non conforme aux exigences qui précèdent est proposé, il faut soumettre des données attestant de la capacité de l'équipement à répondre aux exigences applicables à l'effluent dans les conditions de conception. Cet équipement sera évalué au cas par cas, à la discrétion des organismes de réglementation.

9.5 MICROFILTRATION

9.5.1 Généralités

9.5.1.1 Application

On peut utiliser des unités de microfiltration après un traitement biologique pour éliminer les matières en suspension résiduels. Le choix de ce procédé unitaire devrait prendre en compte les exigences de qualité de l'effluent terminal, les procédés de traitement biologique précédents et la capacité des processus biologiques à produire de façon constante un effluent de bonne qualité.

9.5.1.2 Conception

Il est recommandé de mener des essais en installation pilote sur l'effluent secondaire existant. Lorsque les études pilotes le justifient, que la microfiltration suit des lits bactériens ou des étangs ou que la teneur en matières en suspension de l'effluent ne doit pas dépasser 10 mg/l, il faut prévoir un prétraitement, par exemple, une coagulation et une sédimentation chimiques. Il faut s'assurer, au moment de choisir l'équipement de pompage installé en amont des unités de microfiltration, de réduire le cisaillement du floc. Dans la conception du procédé, il faut prévoir des installations d'équilibrage du débit destinées à réguler la quantité d'influent pénétrant dans les unités de microfiltration et sa qualité.

9.5.2 Screen Material

The microfabric shall be a material demonstrated to be durable through long-term performance data. The aperture size must be selected considering required removal efficiencies, normally ranging from 20 to 35 microns. The use of pilot plant testing for aperture size selection is recommended.

9.5.3 Screening Rate

The screening rate shall be selected to be compatible with available pilot plant test results and selected screen aperture size, but shall not exceed $3.4 \text{ l/m}^2\text{-s}$ of effective screen area based on the maximum hydraulic flow rate applied to the units. The effective screen area shall be considered as the submerged screen surface area less the area of screen blocked by structural supports and fasteners. The screening rate shall be that applied to the units with one unit out of service.

9.5.4 Backwash

All waste backwash water generated by the microscreening operation shall be recycled for treatment. The backwash volume and pressure shall be adequate to assure maintenance of fabric cleanliness and flow capacity. Equipment for backwash of at least 1.65 l/m-s of screen length and 4.22 kgf/cm^2 , respectively, shall be provided. Backwash water shall be supplied continuously by multiple pumps, including one standby, and should be obtained from microscreened effluent. The rate of return of waste backwash water to treatment units shall be controlled such that the rate does not exceed 15 percent of the design average daily flow rate to the treatment plant. The hydraulic and organic load from waste backwash water shall be considered in the overall design of the treatment plant. Where waste backwash is returned for treatment by pumping, adequate pumping capacity shall be provided with the largest unit out of service. Provisions should be made for measuring backwash flow.

9.5.5 Appurtenances

Each microscreen unit shall be provided with automatic drum speed controls with provisions for manual override, a bypass weir with an alarm for use when the screen becomes blinded to prevent excessive head development, and means for dewatering the unit for inspection and maintenance. Bypassed flows must be segregated from water used for backwashing. Equipment for control of biological slime growths shall be provided. The use of chlorine should be restricted to those installations where the screen material is not subject to damage by the chlorine.

9.5.2 Matériau filtrant

La toile filtrante doit être faite d'un matériau dont la durabilité est démontrée par des données de performance à long terme. Il faut déterminer la taille des mailles en tenant compte du rendement d'élimination exigé, lequel varie ordinairement entre 20 et 35 micromètres. Il est recommandé de procéder à des essais en installation pilote pour déterminer la taille des mailles.

9.5.3 Débit de filtration

Le débit de filtration doit être compatible avec les résultats des essais en installation pilote et les dimensions des mailles des filtres, mais ne doit pas dépasser $3,4 \text{ l/m}^2\text{-s}$ par unité de surface utile du filtre au débit hydraulique maximal exercé sur les unités. La surface utile du filtre est réputée correspondre à la surface utile immergée moins la surface du filtre obstruée par les supports structuraux et les dispositifs de fixation. Le débit de filtration doit correspondre au débit exercé sur les unités lorsqu'une unité est hors service.

9.5.4 Lavage à contre-courant

Toute l'eau de lavage produite par l'opération de microfiltration doit être recyclée vers les unités de traitement. Le volume et la pression de lavage doivent être suffisants pour maintenir la propreté et la capacité de débit de la toile filtrante. Il faut prévoir de l'équipement de lavage à contre-courant d'un débit d'au moins $1,65 \text{ l/m-s}$ par unité de longueur de filtre et d'une force de $4,22 \text{ kgf/cm}^2$, respectivement. L'eau de lavage doit être fournie en continu par plusieurs pompes, dont une pompe de secours, et provenir de l'effluent microfiltré. Il faut réguler le débit de recyclage de l'eau de lavage usée vers les unités de traitement de manière qu'il ne dépasse pas 15% du débit quotidien moyen de calcul entrant dans l'usine d'épuration. La charge hydraulique et organique de l'eau de lavage usée doit être prise en compte dans la conception globale de l'usine d'épuration. Lorsque l'eau de lavage est retournée par pompage vers les unités de traitement, la capacité de pompage devrait être suffisante lorsque la plus grosse pompe est hors service. Il faudrait prendre des mesures pour mesurer le débit d'eau de lavage.

9.5.5 Ouvrages annexes

Chaque unité de microfiltration doit être dotée de commandes automatiques de vitesse de rotation du tambour avec reprise manuelle, d'un déversoir de dérivation muni d'une alarme pouvant être utilisé lorsque le filtre est obstrué pour prévenir le développement d'une charge hydraulique excessive ainsi que d'un dispositif permettant d'assécher l'unité aux fins d'inspection et d'entretien. Les flux de dérivation doivent être séparés de l'eau utilisée pour le lavage à contre-courant. Il faut prévoir de l'équipement pour empêcher la formation de films biologiques. L'utilisation de chlore doit être réservée aux installations dont le matériau filtrant ne risque pas d'être endommagé par cette substance.

9.5.6 Reliability

A minimum of two microscreen units shall be provided, each unit being capable of independent operation. A supply of critical spare parts shall be provided and maintained. All units and controls shall be enclosed in a heated and ventilated structure with adequate working space to provide for ease of maintenance.

9.6 ACTIVATED CARBON ADSORPTION

9.6.1 Applicability

In tertiary treatment, the role of activated carbon is to remove the relatively small quantities of refractory organics, as well as inorganic compounds such as nitrogen, sulphides, and heavy metals, remaining in an otherwise well-treated wastewater.

Activated carbon may also be used to remove soluble organics following chemical-physical treatment.

9.6.2 Design Considerations

The usefulness and efficiency of carbon adsorption for wastewater treatment depends on the quality and quantity of the delivered wastewater. To be fully effective, the carbon unit should receive an effluent of uniform quality, without surges in the flow. Other wastewater qualities of concern include suspended solids, oxygen demand, other organics such as methylene blue active substance (MBAS) or phenol, and dissolved oxygen. Environmental parameters of importance include pH and temperature. Consideration also should be given to the type of activated carbon available. Activated carbons produced from different base materials and by different activation processes will have varying adsorptive capacities. Some factors influencing adsorption at the carbon/liquid interface are:

- a. attraction of carbon for solute;
- b. attraction of carbon for solvent;
- c. solubilizing power of solvent or solute;
- d. association;
- e. ionization;
- f. effect of solvent on orientation at interface;
- g. competition for interface in presence of multiple solutes;
- h. coadsorption;
- i. molecular size of molecules in the system;
- j. pore size distribution in carbon;
- k. surface area of carbon; and
- l. concentration of constituents.

9.5.6 Fiabilité

Il faut prévoir au moins deux microtamis pouvant fonctionner indépendamment. Il faut également constituer et maintenir un stock de pièces de rechange critiques. Toutes les unités et commandes doivent être logées dans un ouvrage chauffé et ventilé présentant un espace de travail adéquat pour faciliter l'entretien.

9.6 ADSORPTION SUR CHARBON ACTIF

9.6.1 Application

Dans le traitement tertiaire, le charbon actif a pour fonction d'éliminer des quantités relativement minimales de matières organiques réfractaires, ainsi que de composés inorganiques comme l'azote, les sulfures et les métaux lourds, qui demeurent dans l'eau usée par ailleurs bien traitée.

On peut également utiliser du charbon actif pour éliminer les matières organiques solubles après un traitement physicochimique.

9.6.2 Conception

L'utilité et l'efficacité de l'adsorption sur charbon actif dans le l'épuration des eaux usées dépendent de la qualité et de la quantité d'eaux usées acheminées. Pour être vraiment efficace, l'unité d'adsorption doit recevoir un effluent de qualité uniforme, sans augmentation subite du débit. La qualité des eaux usées doit également être prise en compte, notamment la teneur en matières en suspension, la demande en oxygène, la présence d'autres matières organiques, comme la substance qui réagit au bleu de méthylène ou le phénol, et l'oxygène dissous. Certains paramètres environnementaux jouent également un rôle important, notamment le pH et la température. Il faudrait aussi tenir compte du type de charbon actif utilisé. Les charbons actifs produits à partir de matériaux de base différents et à l'aide de procédés d'activation différents produiront des capacités d'adsorption variables. Certains facteurs influent sur l'adsorption à l'interface charbon-liquide :

- a. attraction du charbon pour le soluté;
- b. attraction du charbon pour le solvant;
- c. pouvoir de solubilisation du solvant ou du soluté;
- d. association;
- e. ionisation;
- f. effet du solvant sur l'orientation à l'interface;
- g. compétition pour l'interface en présence de plusieurs solutés;
- h. coadsorption;
- i. taille moléculaire des molécules dans le système;
- j. distribution de la taille des pores dans le charbon;
- k. surface efficace du charbon; et
- l. concentration des constituants.

There are several different activated carbon contactor systems that can be selected. The carbon columns can be either of the pressure or gravity type.

9.6.3 Unit Sizing

9.6.3.1 Contact Time

The contact time shall be calculated on the basis of the volume of the column occupied by the activated carbon. Generally, carbon contact times of 15 to 35 min are used depending on the application, the wastewater characteristics, and the desired effluent quality. For tertiary treatment applications, carbon contact times of 15 to 20 min should be used where the desired effluent quality is a COD of 10 to 20 mg/l, and 30 to 35 min when the desired effluent COD is 5 to 15 mg/l. For chemical-physical treatment plants, carbon contact times of 20 to 35 min should be used, with a contact time of 30 min being typical.

9.6.3.2 Hydraulic Loading Rate

Hydraulic loading rates of 2.5 to 7.0 $\text{l/m}^2\text{-s}$ of cross section of the bed shall be used for upflow carbon columns. For downflow carbon columns, hydraulic loading rates of 2.0 to 3.3 $\text{l/m}^2\text{-s}$ are used. Actual operating pressure seldom rises above 7 kN/m^2 , for each 0.3 m of bed depth.

9.6.3.3 Depth of Bed

The depth of bed will vary considerably, depending primarily on carbon contact time, and may be from 3 to 12 m. A minimum carbon depth of 3 m is recommended. Typical total carbon depths range from 4.5 to 6 m. Freeboard has to be added to the carbon depth to allow an expansion of 10 to 50 percent for the carbon bed during backwash or for expanded bed operation. Carbon particle size and water temperature will determine the required quantity of backwash water to attain the desired level of bed expansion.

9.6.3.4 Number of Units

A minimum of two, parallel carbon contactor units are recommended for any size plant. A sufficient number of contactors should be provided to insure an adequate carbon contact time to maintain effluent quality while one column is off line during removal of spent carbon for regeneration or for maintenance.

9.6.4 Backwashing

The rate and frequency of backwash is dependent on hydraulic loading, the nature and concentration of suspended solids in the wastewater, the carbon particle size, and the method of contacting. Backwash frequency can be prescribed arbitrarily (each day at a

Il existe différents systèmes de contacteur à charbon actif. Les colonnes de charbon actif peuvent être des colonnes sous pression ou gravitaires.

9.6.3 Dimensionnement des unités

9.6.3.1 Temps de contact

On doit calculer le temps de contact en se fondant sur le volume de la colonne occupé par le charbon actif. Généralement, le temps de contact avec le charbon est de 15 à 35 minutes, selon l'application, les caractéristiques des eaux usées et la qualité visée de l'effluent. Pour les applications de traitement tertiaire, les temps de contact devraient être de 15 à 20 minutes, lorsqu'on exige pour l'effluent une DCO de 10 à 20 mg/l, et de 30 à 35 minutes, lorsque la DCO doit se situer entre 5 et 15 mg/l. Dans le cas des installations de traitement physicochimique, il faudrait prévoir des temps de contact de 20 à 35 minutes, le temps de contact type étant de 30 minutes.

9.6.3.2 Taux de charge hydraulique

Des taux de charge hydraulique de 2,5 à 7,0 $\text{l/m}^2\text{-s}$ par unité d'aire transversale du lit devraient être utilisés pour les colonnes de charbon actif à courant ascendant. Dans le cas des colonnes à courant descendant, on utilise des taux de charge hydraulique de 2,0 à 3,3 $\text{l/m}^2\text{-s}$. Les pressions effectives de service dépassent rarement 7 kN/m^2 , pour chaque tranche de 0,3 m de profondeur de lit.

9.6.3.3 Profondeur du lit

La profondeur du lit variera considérablement selon le temps de contact avec le charbon, et pourra se situer entre 3 et 12 m. Une profondeur de charbon d'au moins 3 m est recommandée. La profondeur totale type du charbon varie de 4,5 à 6 m. Il faut ajouter à la profondeur de charbon une hauteur libre pour permettre une dilatation de 10 à 50 % du lit de charbon au cours du lavage à contre-courant ou un fonctionnement en lit expansé. La granulométrie du charbon et la température de l'eau détermineront la quantité d'eau de lavage nécessaire pour atteindre le niveau voulu d'expansion du lit.

9.6.3.4 Nombre d'unités

Il est recommandé de prévoir au moins deux unités de contacteur en parallèle au charbon actif pour toutes les tailles d'usine. Il faudrait prévoir un nombre suffisant de contacteurs pour assurer un temps de contact adéquat avec le charbon et maintenir ainsi la qualité de l'effluent lorsqu'une colonne doit être mise hors service pour permettre l'enlèvement du charbon usé à régénérer ou pour en faire l'entretien.

9.6.4 Lavage à contre-courant

La vitesse et la fréquence de lavage à contre-courant dépendent de la charge hydraulique, de la nature des matières en suspension et de leur concentration dans les eaux usées, de la granulométrie du charbon et de la méthode de contact. La fréquence de lavage à contre-courant peut être prescrite de

specified time), or by operating criteria, (headloss or turbidity). Duration of backwash may be 10 to 15 min.

The normal quantity of backwash water employed is less than 5 percent of the product water for a 0.8 m deep filter and 10 to 20 percent for a 4.5 m filter.

Recommended backwash flow rates for granular carbons of 8 x 12 or 12 x 30 mesh are 8 to 14 $\ell/m^2 \cdot s$.

9.6.5 Valve and Pipe Requirements

Upflow units shall be piped to operate either as upflow or downflow units as well as being capable of being backwashed. Downflow units shall be piped to operate as downflow and in series. Each column must be valved to be backwashed individually. Furthermore, downflow series contactors should be valved and piped so that the respective position(s) of the individual contactors can be interchanged.

9.6.6 Instrumentation

The individual carbon columns should be equipped with flow and headloss measuring devices.

9.6.7 Hydrogen Sulphide Control

Methods that can be incorporated into the plant design to cope with hydrogen sulphide production include:

1. Providing upstream biological treatment to satisfy as much of the biological oxygen demand as possible prior to carbon treatment;
2. Reducing detention time in the carbon columns based on dissolved oxygen concentrations of the effluent;
3. Backwashing the columns at more frequent intervals;
4. Chlorinating carbon column influent; and
5. In upflow expanded beds, the introducing of an oxygen source, such as air or hydrogen peroxide, to keep the columns aerobic.

9.6.8 Carbon Transport

Provisions must be made to remove spent carbon from the carbon contactors. It is important to obtain a uniform withdrawal of carbon over the entire horizontal surface area of the carbon bed. Care must be taken to insure that gravel or stone supporting media used in downflow contactors does not enter the carbon transport system.

Activated carbon shall be transported hydraulically. Carbon slurries can be transported using water or air

façon arbitraire (chaque jour à une heure donnée) ou en fonction des critères d'exploitation (perte de charge ou turbidité). La durée du lavage peut varier de 10 à 15 minutes.

La quantité normale d'eau de lavage utilisée est inférieure à 5 % de l'eau de production, dans le cas d'un filtre de 0,8 m de profondeur, et de 10 à 20 %, dans le cas d'un filtre de 4,5 m.

La vitesse de lavage recommandée pour les charbons granulaires 8 x 12 ou de 12 x 30 est de 8 à 14 $\ell/m^2 \cdot s$.

9.6.5 Tuyauterie et robinetterie

La tuyauterie des unités à courant ascendant doit permettre un fonctionnement en courant ascendant ou descendant et un lavage à contre-courant. La tuyauterie des unités à courant descendant doit permettre un fonctionnement en courant descendant et en série. Il faut munir chaque colonne d'une vanne pour permettre un lavage à contre-courant indépendant. Par ailleurs, les contacteurs à courant descendant fonctionnant en série doivent être dotés de la tuyauterie et de la robinetterie appropriées pour que leurs positions relatives soient interchangeables.

9.6.6 Appareils de mesure

Chaque colonne de charbon actif doit être dotée de dispositifs de mesure du débit et de la perte de charge.

9.6.7 Contrôle du sulfure d'hydrogène

Certaines méthodes permettant de contrôler la production de sulfure d'hydrogène peuvent être incorporées dans la conception de l'usine, notamment :

1. prévoir un traitement biologique en amont pour satisfaire le plus possible à la demande biochimique en oxygène avant le traitement au charbon;
2. réduire le temps de séjour dans les colonnes de charbon en tenant compte des concentrations en oxygène dissous de l'effluent;
3. augmenter la fréquence de lavage à contre-courant des colonnes;
4. chlorer l'influent des colonnes de charbon;
5. introduire une source d'oxygène dans les lits expansés à courant ascendant, comme de l'air ou du peroxyde d'hydrogène, pour maintenir des conditions aérobies dans les colonnes.

9.6.8 Transport du charbon

Il faut prendre des mesures pour retirer le charbon usé des contacteurs au charbon. Il est important d'assurer un enlèvement uniforme du charbon sur toute la surface horizontale du lit de charbon. Il faut veiller à ce que le gravier ou la roche qui supporte le matériau filtrant utilisé dans les contacteurs à courant descendant ne pénètre pas dans le système de transport du charbon.

Le charbon actif doit être transporté par voie hydraulique. Pour le transport des boues liquides de charbon, on peut

pressure, centrifugal or diaphragm pumps, or eductors. The type of motive equipment selected requires a balance of owner preference, column control capabilities, capital and maintenance costs, and pumping head requirements.

Carbon slurry piping systems shall be designed to provide approximately 8 litres of transport water for each kg of carbon removed. Pipeline velocities of 0.9 to 1.5 m/s are recommended.

Long-radius elbows or tees and crosses with cleanouts should be used at points of pipe direction change. Valves should be of the ball or plug type. No valves should be installed in the slurry piping system for the purpose of throttling flows.

utiliser de l'eau ou de l'air sous pression, des pompes centrifuges ou à membrane ou des éjecteurs. Le type d'équipement de circulation doit être choisi en fonction des préférences du propriétaire, de la capacité de régulation des colonnes, des coûts d'investissement et d'entretien et de la capacité de refoulement nécessaire.

Les réseaux de canalisations de boues liquides de charbon doivent être conçus pour fournir environ 8 litres d'eau de transport pour chaque kilogramme de charbon enlevé. Des vitesses de 0,9 à 1,5 m/s dans les canalisations sont recommandées.

Des coudes à grand rayon ou des tés et des croix munis de regards de nettoyage devraient être utilisés aux changements de direction des canalisations. Les robinets devraient être à tournant conique ou sphérique. Le réseau de canalisations de boues liquides ne devrait pas comporter de robinetterie destinée à réguler le débit.

9.6.9 Carbon Regeneration

9.6.9.1 Quantities of Spent Carbon

The carbon dose used to size the regeneration facilities depends on the strength of the wastewater applied to the carbon and the required effluent quality. Typical carbon dosages that might be anticipated for municipal wastewaters are shown in Table 9.7.

9.6.9 Régénération du charbon

9.6.9.1 Quantités de charbon usé

Le dosage de charbon sur lequel il faut se baser pour dimensionner les installations de régénération dépend de la concentration des eaux usées en contact avec le charbon et de la qualité visée de l'effluent. Les dosages de charbon types pouvant être prévus pour des eaux municipales sont indiqués au tableau 9.7.

TABLE 9.7 TABLEAU 9.7	TYPICAL CARBON DOSAGES FOR DIFFERENT COLUMN WASTEWATER INFLUENTS DOSAGES TYPES DE CHARBON POUR DIFFÉRENTS INFLUENTS D'EAUX USÉES
PRETREATMENT PRÉTRAITEMENT	TYPICAL CARBON DOSAGE REQUIRED PER m ³ OF COLUMN THROUGHPUT (g/m ³)* DOSAGE TYPE NÉCESSAIRE PAR MÈTRE CUBE DE CAPACITÉ DE COLONNE (g/m ³)*
COAGULATED, SETTLED AND FILTERED ACTIVATED SLUDGE EFFLUENT EFFLUENT DE BOUES ACTIVÉES COAGULÉ, DÉCANTÉ ET FILTRÉ	35 - 70
FILTERED SECONDARY EFFLUENT EFFLUENT SECONDAIRE FILTRÉ	70 - 100
COAGULATED, SETTLED, AND FILTERED RAW WASTEWATER (PHYSICAL - CHEMICAL) EAUX USÉES BRUTES COAGULÉES, DÉCANTÉES ET FILTRÉES (PHYSIQUE - CHIMIQUE)	100 - 300

*LOSS OF CARBON DURING EACH REGENERATION CYCLE TYPICALLY WILL BE 5 TO 10 PER CENT. MAKE-UP CARBON IS BASED ON CARBON DOSAGE AND THE QUALITY OF THE REGENERATED CARBON

*LA PERTE DE CHARBON AU COURS DE CHAQUE CYCLE DE RÉGÉNÉRATION EST GÉNÉRALEMENT DE 5 À 10 %. LA QUANTITÉ DE CHARBON D'APPOINT UTILISÉE DÉPEND DU DOSAGE DE CHARBON ET DE LA QUALITÉ DU CHARBON RÉGÉNÉRÉ.

9.6.9.2 Carbon Dewatering

Dewatering of the spent carbon slurry prior to thermal regeneration may be accomplished in spent carbon drain bins. The drainage bins shall be equipped with screens to allow the transport of water to flow from the carbon. Two drain bins shall be provided.

Dewatering screws may also be used to dewater the activated carbon. A bin must be included in the system to provide a continuous supply of carbon to the screw, as well as maintain a positive seal on the furnace.

9.6.9.3 Regeneration Furnace

Partially dewatered carbon may be fed to the regeneration furnace with a screw conveyor equipped with a variable speed drive to control the rate of carbon feed precisely.

The theoretical furnace capacity is determined by the anticipated carbon dosage. An allowance for furnace downtime on the order of 40 percent should be added to the theoretical capacity.

Based on the experience gained from two full-scale facilities, provisions should be made to add approximately 1 kg of steam per kg of carbon regenerated. Fuel requirements for the carbon regeneration furnace are 7000 kJ/kg of carbon when regenerating spent carbon on tertiary and secondary effluent applications. To this value, the energy requirements for steam and an afterburner, if required, must be added.

The furnace shall be designed to control the carbon feed rate, rabble arm speed, and hearth temperatures. The off-gases from the furnace must be within acceptable air pollution standards. Air pollution control equipment shall be designed as an integral part of the furnace and include a scrubber for removing carbon fines and an afterburner for controlling odours.

9.7 CONSTRUCTED WETLANDS

9.7.1 General

Constructed wetlands are inundated land areas with water depths typically less than 0.6 m that support the growth of emergent plants such as cattail, bulrush, reeds, and sedges. The vegetation provides surface for the attachment of bacterial films, aids in the filtration and adsorption of wastewater constituents, transfers oxygen into the water column, and controls the growth of algae by restricting the penetration of sunlight.

Although plant uptake is an important consideration in contaminant removal, particularly nutrient removal, it is only one of many active removal mechanisms in the

9.6.9.2 Déshydratation du charbon

La déshydratation des boues liquides de charbon avant la régénération thermique peut être réalisée dans les réservoirs d'évacuation du charbon usé. Les réservoirs d'évacuation doivent être dotés de crépines pour permettre à l'eau de s'écouler du charbon. Il faut prévoir deux réservoirs d'évacuation.

On peut également utiliser des presses à vis pour déshydrater le charbon actif. Le système doit comporter un réservoir qui assurera l'alimentation continue de la vis en charbon et assurer l'étanchéité du four.

9.6.9.3 Four de régénération

Le charbon partiellement régénéré peut être placé dans le four de régénération à l'aide d'un transporteur à vis doté d'un entraînement à vitesse variable permettant de contrôler avec précision le débit d'alimentation en charbon.

La capacité théorique du four est fonction du dosage de charbon prévu. Une marge de l'ordre de 40 % devrait être ajoutée à la capacité théorique pour tenir compte des temps d'arrêt du four.

À la lumière de l'expérience acquise dans deux installations en vraie grandeur, il faudrait ajouter environ 1 kilogramme de vapeur par kilogramme de charbon régénéré. La demande de combustible des fours de régénération du charbon est de 7000 kJ par kilogramme de charbon lorsque le charbon régénéré a servi au traitement d'effluents tertiaires et secondaires. À cette valeur, il faut ajouter la demande énergétique pour la vapeur et la postcombustion, s'il y a lieu.

Le four doit être conçu pour réguler le débit d'alimentation en charbon, la vitesse du râble et les températures du creuset. Les dégagements gazeux du four doivent demeurer dans les normes acceptables de pollution atmosphérique. L'équipement antipollution atmosphérique doit faire partie intégrante du four et comprendre un laveur d'air permettant d'éliminer les particules fines de charbon et un dispositif de postcombustion pour le contrôle des odeurs.

9.7 MARAIS ARTIFICIELS

9.7.1 Généralités

Les marais artificiels sont des zones inondées dans lesquelles la profondeur de l'eau est généralement inférieure à 0,6 m et qui favorisent la croissance de plantes émergentes comme la massette, le scirpe, les glycéries et les carex. La végétation offre une surface à laquelle peuvent se fixer des films biologiques, facilite la filtration et l'adsorption des composants des eaux usées, transfère l'oxygène dans la colonne d'eau et contrôle la croissance des algues en limitant la pénétration de la lumière solaire.

Bien que la prise en charge soit un facteur important dans l'élimination des contaminants, et plus particulièrement celle des éléments nutritifs, elle n'est qu'un des nombreux

wetland environment. Removal mechanisms have been classified as physical, chemical and biological and are operative in the water column, the humus and soil column beneath the growing plants, and at the interface between the water and soil columns. Because most of the biological transformations take place on or near a surface to which bacteria are attached, the presence of vegetation and humus is very important. Wetland systems are designed to provide maximum production of humus material through profuse plant growth and organic matter decomposition.

9.7.2 Types

Wastewater treatment systems using constructed wetlands have been categorized as either free water surface (FWS) or subsurface flow (SF) types.

a. Free Water Surface Wetlands (FWS)

A FWS system consists of basins or channels with a natural or constructed subsurface barrier to minimize seepage. Emergent vegetation is grown and wastewater is treated as it flows through the vegetation and plant litter. FWS wetlands are typically long and narrow to minimize short-circuiting.

b. Subsurface Flow Wetlands (SF)

A SF wetland system consists of channels or basins that contain gravel or sand media which will support the growth of emergent vegetation. The bed of impermeable material is sloped typically between 0 and 2 percent. Wastewater flows horizontally through the root zone of the wetland plants about 100 to 150 mm below the gravel surface. Treated effluent is collected in an outlet channel or pipe.

9.7.3 Site Evaluation

Site characteristics that must be considered in wetland system design include topography, soil characteristics, existing land use, flood hazard, and climate.

a. Topography

Level to slightly sloping, uniform topography is preferred for wetland sites because free water systems (FWS) are generally designed with level basins or channels, and subsurface flow systems (SF) are normally designed and constructed with slopes of 1 percent or slightly more. Although basins may be constructed on steeper sloping or uneven sites, the amount of earthwork required will affect the cost of the system. Thus, slope gradients should be less than 5 percent.

mécanismes d'élimination actifs dans les milieux marécageux. Les mécanismes d'élimination peuvent être physiques, chimiques et biologiques et opèrent dans la colonne d'eau, l'humus et la colonne de sol sous la végétation en croissance ainsi qu'à l'interface des colonnes d'eau et du sol. Étant donné que la plupart des transformations se produisent sur la surface ou près de la surface sur laquelle se fixent les bactéries, la présence de végétation et d'humus est très importante. Les systèmes humides sont conçus pour assurer une production maximale de matières humiques grâce à une forte croissance végétale et à la décomposition de la matière organique.

9.7.2 Types

Les marais artificiels utilisés comme unité de procédé de traitement des eaux usées peuvent être des marais à écoulement en surface (ÉS) ou à écoulement horizontal sous la surface (ÉHSS).

a. Marais à écoulement en surface (ÉS)

Un marais ÉS est constitué de bassins ou de canaux et d'une barrière subsuperficielle naturelle ou construite qui réduit les infiltrations. On y fait croître de la végétation émergente, et on y traite les eaux usées en les faisant circuler à travers la végétation et la litière végétale. Les marais ÉS sont généralement longs et étroits, ce qui réduit le court-circuitage.

b. Marais à écoulement horizontal sous la surface (ÉHSS)

Un marais ÉHSS est constitué de bassins ou de canaux qui contiennent du gravier ou du sable qui supportera la croissance de végétation émergente. Le lit, qui est fait d'un matériau imperméable, présente généralement une pente de 0 à 2 %. Les eaux usées s'écoulent à l'horizontale à travers la zone occupée par les racines des plantes de marécage, à environ 100 à 150 mm sous la surface du gravier. L'effluent traité est capté par un canal ou une canalisation de sortie.

9.7.3 Évaluation du site

Les caractéristiques du site devant être prises en compte dans la conception d'un procédé de traitement avec marais comprennent la topographie, les caractéristiques du sol, l'utilisation actuelle des terres, le risque d'inondation et les conditions climatiques.

a. Topographie

Une topographie uniforme, plane ou légèrement inclinée est privilégiée pour les marais parce que les marais ÉS comportent ordinairement des bassins ou des canaux plans et que les marais ÉHSS sont généralement conçus et construits en fonction de pentes égales ou légèrement supérieures à 1 %. Bien que les bassins puissent être construits sur des terrains à pente plus abrupte ou sur des terrains irréguliers, le volume de travaux de terrassement nécessaires aura un effet sur le coût du système. C'est pourquoi les pentes devraient être inférieures à 5 %.

b. Soil

Sites with slowly permeable ($< 1.4 \times 10^{-4}$ cm/sec) surface soils or subsurface layers are most desirable for wetland systems because the objective is to treat the wastewater in the water layer above the soil profile. Therefore, percolation losses through the soil profile should be minimized. As with overland-flow systems, the surface soil will tend to seal with time due to deposition of solids and growth of bacterial slimes. Permeabilities of native soils may be purposely reduced by compacting during construction. Sites with high permeability soils may be used for small systems by constructing basins with clay or artificial liners. The depth of soil to groundwater should be a minimum of 0.3 - 0.6 m to allow sufficient distance for treatment of any percolate entering the groundwater.

c. Flood Hazard

Wetland sites should be located outside of flood plains, or protection from flooding should be provided.

d. Existing Land Use

Open space or agricultural lands, particularly those near existing natural wetlands, are preferred for wetland sites. Constructed wetlands can enhance existing natural wetlands by providing additional wildlife habitat and, in some cases, by providing a more consistent water supply.

e. Climate

The use of wetland systems in cold climates is possible. Because the principle treatment systems are biological, treatment performance is strongly temperature sensitive. Storage will be required where treatment objectives cannot be met due to low temperatures.

9.7.4 Preapplication Treatment

Artificial wetlands may be designed to accept wastewater with minimal (coarse screening and comminution) pretreatment. However, the level of pretreatment will influence the quality of the final effluent and therefore overall treatment objectives must be considered. Since there is no permanent escape mechanism for phosphorus within the wetland, Phosphorus reduction by chemical addition is also recommended as a pretreatment step to ensure continued satisfactory phosphorus removal within the marsh.

b. Sol

Les sites dont le sol superficiel ou les couches de subsuperficielles présentent une faible perméabilité ($< 1,4 \times 10^{-4}$ cm/s) sont les plus souhaitables pour les procédés de traitement avec marais parce que l'eau doit être traitée dans la couche d'eau qui surmonte l'horizon pédologique. Les pertes par percolation dans l'horizon pédologique devraient donc être réduites au minimum. Comme dans le cas du ruissellement de surface, le sol superficiel aura tendance à s'imperméabiliser avec le temps, sous l'effet de l'accumulation de matières solides et de la formation de films biologiques. La perméabilité des sols indigènes peut être réduite à dessein par compactage au moment de la construction. Pour de petits systèmes, on peut utiliser des sites dont les sols présentent une perméabilité élevée en dotant les bassins d'un revêtement en argile ou en matériau synthétique. La profondeur du sol jusqu'à la nappe phréatique devrait être d'au moins 0,3 à 0,6 m pour offrir une distance suffisante de traitement de tout percolat pénétrant dans l'eau souterraine.

c. Risque d'inondation

Les marais devraient être situés à l'extérieur des plaines d'inondation ou protégés contre les inondations.

d. Utilisation actuelle des terres

Les espaces verts et les terres agricoles, en particulier ceux qui sont situés à proximité de marais naturels, sont le meilleur choix pour les marais artificiels. Les marais artificiels peuvent améliorer les marais naturels existants en offrant un habitat supplémentaire pour la faune et, dans certains cas, en assurant un approvisionnement en eau plus régulier.

e. Conditions climatiques

Il est possible d'utiliser des marais artificiels dans les climats froids. Étant donné que les principaux procédés de traitement sont biologiques, l'efficacité du traitement est étroitement liée à la température. Il faudra prévoir un moyen de stockage lorsque la température est trop basse pour qu'on puisse atteindre les objectifs d'épuration.

9.7.4 Prétraitement

Les marais artificiels peuvent être conçus pour accepter des eaux usées n'ayant subi qu'un prétraitement minimal (dégrossissage et dilacération). Cependant, le niveau de prétraitement aura un effet sur la qualité de l'effluent final, et c'est pourquoi il est important de tenir compte des objectifs globaux d'épuration. Comme il n'existe aucun mécanisme permanent d'évacuation du phosphore à l'intérieur du marais, il est recommandé de réduire le phosphore par ajout de produits chimiques comme étape de prétraitement pour garantir une élimination continue satisfaisante du phosphore à l'intérieur du marécage.

9.7.5 Vegetation Selection and Management

The plants most frequently used in constructed wetlands include cattails, reeds, rushes, bulrushes, and sedges. All of these plants are ubiquitous and tolerate freezing conditions. The important characteristics of the plants related to design are the optimum depth of water for FWS systems and the depth of rhizome and root systems for SF systems. Cattails tend to dominate in water depths over 0.15 m. Bulrushes grow well at depths of 0.05 - 0.25 m. Reeds grow along the shoreline and in water up to 1.5 m deep, but are poor competitors in shallow waters. Sedges normally occur along the shoreline and in shallower water than bulrushes. Cattail rhizomes and roots extend to a depth of approximately 0.3 m, whereas reeds extend to more than 0.6 m and bulrushes to more than 0.75 m. Reeds and bulrushes are normally selected for SF systems because the depth of rhizome penetration allows for the use of deeper basins.

Harvesting of wetland vegetation is generally not required, especially for SF systems. However dry grasses in FWS systems are burned off periodically to maintain free-flow conditions and to prevent channeling of the flow. Removal of the plant biomass for the purpose of nutrient removal is normally not practical.

9.7.6 Design Parameters

9.7.6.1 Detention Time

a. Free Water Surface Wetlands (FWS)

The relationship between BOD removal and detention times for FWS is represented by the equation:

$$C_e = C_o \exp(-k_T t)$$

where :

C_e = effluent BOD, mg/l

C_o = influent BOD, mg/l

k_T = temperature dependent rate constant, d^{-1}
 $= k_{20} \times 1.06^{(T-20)}$

k_{20} = d^{-1}

T = average monthly water temperature, $^{\circ}C$

t = average detention time, d
 $= A_s c y / Q_A$

A_s = design surface area of wetland, m^2

c = fraction of cross sectional area not used by plants

y = depth of water in the wetland, m

Q_A = average flow through the wetland
 $[(Q_{in} + Q_{out}) / 2]$, m^3/d

9.7.5 Choix et gestion de la végétation

Les plantes les plus souvent utilisées dans les marais artificiels comprennent la massette, les sparganiers, les phragmites, les quenouilles et le carex. Toutes ces plantes sont ubiquistes et tolèrent le gel. Les caractéristiques des plantes qui influent sur la conception comprennent la hauteur d'eau optimale pour les marais ÉS et la profondeur des rhizomes et du système racinaire, pour les marais ÉHSS. La massette tend à dominer lorsque la hauteur d'eau dépasse 0,15 m. Les quenouilles ont une bonne croissance à des hauteurs d'eau de 0,05 à 0,25 m. Le sparganier pousse le long du rivage et dans les eaux jusqu'à une profondeur de 1,5 m, il est un compétiteur médiocre dans les eaux peu profondes. Le carex est ordinairement présent le long du rivage et dans des eaux moins profondes que celles où croissent les quenouilles. Les rhizomes et les racines de la massette peuvent atteindre une profondeur d'environ 0,3 m, profondeur qui dépasse 0,6 m dans le cas du sparganier, et 0,75 m dans le cas de la quenouille. Le sparganier et la quenouille sont généralement retenus pour les marais ÉHSS parce que la profondeur de pénétration du rhizome permet des étangs plus profonds.

Il n'est ordinairement pas nécessaire d'arracher la végétation palustre, en particulier dans le cas des marais ÉHSS. Cependant, dans les marais ÉS, on brûle périodiquement les herbes sèches pour maintenir des conditions d'écoulement fluide et prévenir le cheminement préférentiel des eaux. Il est généralement peu pratique d'enlever la biomasse végétale pour éliminer les éléments nutritifs.

9.7.6 Paramètres de conception

9.7.6.1 Temps de séjour

a. Marais à écoulement en surface (ÉS)

La relation entre l'élimination de la DBO et les temps de séjour pour les marais ÉS est exprimée par l'équation :

$$C_e = C_o \exp(-k_T t)$$

où

C_e = DBO de l'effluent, mg/l

C_o = DBO de l'influent, mg/l

k_T = constante de vitesse dépendant de la température, d^{-1}
 $= k_{20} \times 1,06^{(T-20)}$

k_{20} = d^{-1}

T = température mensuelle moyenne de l'eau, $^{\circ}C$

t = temps de séjour moyen, j
 $= A_s c y / Q_A$

A_s = aire superficielle de conception du marais, m^2

c = fraction de la section transversale non utilisée par les plantes

y = hauteur d'eau dans le marais, m

Q_A = débit moyen dans le marais
 $[(Q_{entrant} + Q_{sortant}) / 2]$, m^3/j

b. Subsurface Flow Wetlands (SF)

The relationship between BOD removal and detention times for SF is represented by the equation:

$$C_e = C_o \exp (-K_T t')$$

where

C_e = effluent BOD, mg/l

C_o = influent BOD, mg/l

K_T = temperature dependent rate constant, d^{-1}
 $= K_{20} \times 1.06^{(T-20)}$

T = average monthly water temperature, $^{\circ}C$

K_{20} = d^{-1}

t' = $A_s \alpha y / Q_A$

A_s = design surface area of wetland, m^2

α = porosity of basin medium (See Table 9.8 for media characteristics)

y = depth of water in the wetland, m

Q_A = average flow through the wetland
 $[(Q_{in} + Q_{out}) / 2]$, m^3/d

Note: See Table 9.9 for typical parameters for FWS and SF wetlands

9.7.6.2 Water Depth

For FWS, the design water depth depends on the optimum depth for the selected vegetation. In cold climates, the operating depth is normally increased in the winter to allow for ice formation on the surface and to provide the increased detention time required at colder temperatures. Systems should be designed with an outlet structure that allows for varied operating depths.

The design depth of SF systems is controlled by the depth of penetration of the plant rhizomes and roots because the plants supply oxygen to the water through the root/rhizome system.

See Table 9.9 for typical FWS and SF water depths.

b. Marais à écoulement horizontal sous la surface (ÉHSS)

La relation entre l'élimination de la DBO et les temps de séjour pour les marais ÉHSS est exprimée par l'équation

$$C_e = C_o \exp (-K_T t')$$

où

C_e = DBO de l'effluent, mg/l

C_o = DBO de l'influent, mg/l

K_T = constante de vitesse dépendant de la température, d^{-1}
 $= K_{20} \times 1,06^{(T-20)}$

T = température mensuelle moyenne de l'eau, $^{\circ}C$

K_{20} = d^{-1}

t' = $A_s \alpha y / Q_A$

A_s = aire superficielle de conception du marais, m^2

α = porosité du milieu filtrant (voir le tableau 9.8 pour connaître les caractéristiques des milieux)

y = hauteur d'eau dans le marais, m

Q_A = débit moyen dans le marais
 $[(Q_{entrant} + Q_{sortant}) / 2]$, m^3/j

Note : Voir le tableau 9.9 pour connaître les paramètres types des marais ÉS et ÉHSS

9.7.6.2 Hauteur d'eau

Dans le cas des marais ÉS, la hauteur d'eau de conception dépend de la hauteur optimale pour la végétation choisie. Dans les régions froides, on augmente généralement la hauteur d'eau pendant l'hiver pour tenir compte de la formation de glace à la surface et du temps de séjour plus long devant être prévu lorsque les températures sont basses. Il convient de prévoir, dans la conception des systèmes, des ouvrages de sortie adaptés aux variations de hauteur d'eau.

La hauteur de conception des marais ÉHSS est dictée par la profondeur de pénétration des rhizomes et des racines des plantes parce que les plantes fournissent de l'oxygène à l'eau par l'intermédiaire de leur système racinaire et leurs rhizomes.

Voir le tableau 9.9 pour connaître les hauteurs d'eau types des marais ÉS et ÉHSS.

9.7.6.3 Hydraulics and Hydrological Considerations¹

Manning's equation is generally accepted as a model for the flow of water through FWS wetland systems. Flow velocity depends on depth of the water, hydraulic gradient (i.e., slope of the water surface), and the resistance to flow.

$$v = (1/n)(y^{2/3})(s^{1/2})$$

Where

- v = flow velocity, m/s
- n = Manning's coefficient, $s/m^{1/3}$
- s = hydraulic gradient, m/m
- y = water depth, m

The relationship between Manning's n coefficient and the resistance factor is defined as

$$n = a/y^{1/2}$$

Where

- a = is the resistance factor, $s \cdot m^{1/6}$

Reed et al. (1995) presented the following values for a in FWS wetlands.

Sparse, low standing vegetation, $y > 0.4$ m :

$$a = 0.4 \text{ s} \cdot m^{1/6}$$

Moderately dense vegetation, $y \geq 0.3$ m : $a = 1.6 \text{ s} \cdot m^{1/6}$

Very dense and litter, $y < 0.3$ m : $a = 6.4 \text{ s} \cdot m^{1/6}$

The aspect ratio (i.e. length: width ratio) selected for a FWS wetland can influence the hydraulic regime because resistance to flow increases as length increases. Reed et al. (1995) developed a model that can estimate the maximum desirable length of an FWS wetland channel.

$$L = [(A_s)(y^{2.667})(m^{0.5})(86400)/(a)(Q_A)]^{0.667}$$

Where:

- L = maximum length of wetland cell, m;
- A_s = design surface area of wetland, m^2 ;
- y = depth of water in the wetland, m;
- m = portion of available hydraulic gradient used to provide the necessary head, percent as a decimal;
- a = resistance factor, $s \cdot m^{1/6}$

$$Q_A = \text{average flow through the wetland, } m^3/d \\ = (Q_{IN} + Q_{OUT})/2$$

9.7.6.3 Facteurs hydrauliques et hydrologiques¹

L'équation de Manning est généralement acceptée comme modèle pour l'écoulement de l'eau dans les marais palustres ÉS. La vitesse d'écoulement dépend de la hauteur d'eau, du gradient hydraulique (soit la pente de la surface de l'eau) et de la résistance à l'écoulement.

$$v = (1/n)(y^{2/3})(s^{1/2})$$

où

- v = vitesse d'écoulement, m/s
- n = coefficient de Manning, $s/m^{1/3}$
- s = gradient hydraulique, m/m
- y = hauteur d'eau, m

La relation entre le coefficient de Manning n et le facteur de résistance est exprimée par l'équation suivante :

$$n = a/y^{1/2}$$

où

- a = est le facteur de résistance, $s \cdot m^{1/6}$

Reed et al. (1995) ont présenté les valeurs suivantes pour a dans les marais ÉS.

Végétation clairsemée de faible hauteur, $y > 0,4$ m :

$$a = 0,4 \text{ s} \cdot m^{1/6}$$

Végétation modérément dense, $y \geq 0,3$ m : $a = 1,6 \text{ s} \cdot m^{1/6}$

Végétation très dense et litière, $y < 0,3$ m : $a = 6,4 \text{ s} \cdot m^{1/6}$

Le facteur de forme (rapport longueur : largeur) retenu pour un marais ÉS peut influencer sur le régime hydraulique parce que la résistance à l'écoulement augmente en proportion de la longueur. Reed et al. (1995) ont mis au point un modèle qui permet d'estimer la longueur maximale souhaitable d'un canal de marais ÉS.

$$L = [(A_s)(y^{2.667})(m^{0.5})(86400)/(a)(Q_A)]^{0.667}$$

où

- L = longueur maximale de la cellule, m;
- A_s = aire superficielle de conception du marais, m^2 ;
- y = hauteur d'eau dans le marais, m;
- m = partie du gradient hydraulique disponible utilisé pour assurer la hauteur de chute nécessaire, pourcentage exprimé sous forme décimale;
- a = facteur de résistance, $s \cdot m^{1/6}$

$$Q_A = \text{débit moyen dans le marais, } m^3/j \\ = (Q_{ENTRÉE} + Q_{SORTIE})/2$$

An initial m value between 10 and 20% is suggested for design to ensure a future reserve as a safety factor. In the general case this model produces an aspect ratio of 3:1 or less. Using the average flow Q_A in the model compensates for the influence of precipitation, evapotranspiration, and seepage on the flow through the wetland. The design surface area A_s is the bottom area of the wetland.

Darcy's Law describes the flow regime in a porous media and is generally accepted for the hydraulic design of SF wetlands.

$$\text{Because } v = -k_s s = Q_A / A_c$$

$$\text{Therefore } Q_A = k_s A_c s$$

Where

Q_A = average flow through the SF wetland, m^3/d

k_s = hydraulic conductivity of a unit area of the wetland perpendicular to the flow direction, $m^3/m^2/d$

A_c = total cross-sectional area perpendicular to flow, m^2

s = hydraulic gradient or slope of the water surface in the wetland, m/m

v = Darcy's velocity, the apparent flow velocity through the cross sectional area.

The aspect ratio (i.e. length: width ratio) selected for a SF wetland can influence the hydraulic regime because resistance to flow increases as length increases. Reed et al. (1995) developed a model that can estimate the maximum desirable length of an SF wetland channel.

$$W = (1/y)[(Q_A)(A_s)/(m)(k_s)]^{0.5}$$

Where:

W = maximum width of the SF wetland cell, m ;

A_s = design surface area of wetland, m^2 ;

y = depth of water in the wetland, m ;

m = portion of available hydraulic gradient used to provide the necessary head, percent as a decimal;

k_s = hydraulic conductivity of the media used, $m^3/m^2 \cdot d$

Q_A = average flow through the wetland, m^3/d
= $(Q_{IN} + Q_{OUT})/2$

Au moment de la conception, on recommande d'utiliser une valeur m initiale située entre 10 et 20 % pour assurer une réserve future comme coefficient de sécurité. En général, ce modèle produit un facteur de forme de 3:1 ou moins. L'utilisation d'un débit moyen Q_A dans le modèle compense l'effet des précipitations, de l'évapotranspiration et de l'infiltration sur le débit dans le marais. L'aire superficielle de conception A_s correspond à la superficie du fond du marais.

La loi de Darcy, qui décrit le régime d'écoulement dans un milieu poreux, est généralement acceptée pour le calcul hydraulique des marais ÉHSS.

$$\text{Si } v = -k_s s = Q_A / A_c$$

$$\text{Donc } Q_A = k_s A_c s$$

où

Q_A = débit moyen dans le marais ÉHSS, m^3/j

k_s = conductivité hydraulique d'une unité de surface du marais perpendiculaire au sens d'écoulement, $m^3/m^2/j$

A_c = section transversale totale perpendiculaire à l'écoulement, m^2

s = gradient hydraulique ou pente de la surface de l'eau dans le marais, m/m

v = vitesse de Darcy, vitesse apparente d'écoulement à travers la section transversale.

Le facteur de forme (rapport longueur : largeur) choisi pour un marais ÉHSS peut avoir un effet sur le régime hydraulique parce que la résistance à l'écoulement augmente en proportion de la longueur. Reed et al. (1995) ont mis au point un modèle qui permet d'estimer la longueur maximale souhaitable d'un canal de marais ÉHSS.

$$W = (1/y)[(Q_A)(A_s)/(m)(k_s)]^{0.5}$$

où

W = largeur maximale d'une cellule ÉHSS, m ;

A_s = aire superficielle de calcul du marais, m^2 ;

y = hauteur d'eau dans le marais, m ;

m = partie du gradient hydraulique disponible pour assurer la hauteur de chute nécessaire, pourcentage exprimé sous forme décimale;

k_s = conductivité hydraulique du milieu utilisé, $m^3/m^2 \cdot j$

Q_A = débit moyen dans le marais, m^3/j
= $(Q_{ENTRÉE} + Q_{SORTIE})/2$

The m value in the equation above ranges from 5 to 20% of the potential head available. For large projects, the hydraulic conductivity k_s should be directly measured with a sample of the media to be used. When using the maximum width equation, not more than one-third of the effective hydraulic conductivity k_s should be used in the calculation, and m value should not exceed 20% to ensure a large safety factor against potential clogging and other contingencies not defined at the time of design.

Table 9.8 gives the typical characteristics for media in SF wetlands.

Dans l'équation ci-dessus, la valeur m varie entre 5 et 20 % de la hauteur de chute disponible. Dans les grands projets, la conductivité hydraulique k_s devrait être mesurée directement sur un échantillon du milieu utilisé. Lorsqu'on applique l'équation de la largeur maximale, on ne devrait pas utiliser, dans les calculs, plus d'un tiers de la conductivité hydraulique effective k_s et une valeur m ne dépassant pas 20 % pour obtenir un coefficient de sécurité élevé, compte tenu du risque de colmatage et d'autres imprévus non définis au moment de la conception.

Le tableau 9.8 indique les caractéristiques types des milieux filtrants des marais ÉHSS.

9.7.6.4

TABLE 9.8 TABLEAU 9.8	TYPICAL MEDIA CHARACTERISTICS FOR SF WETLANDS CARACTÉRISTIQUES TYPES DES MILIEUX FILTRANTS DES MARAIS ÉHSS		
Media type Type de milieu	D₁₀ Effective size, mm Diamètre effectif D₁₀, mm	Porosity, α Porosité, α	k_s, m³/m²·d K_s, m³/m²·j
Coarse Sand Sable grossier	2	0.28-0.32	100-1000
Gravelly sand Sable graveleux	8	0.30 - 0.35	500-5000
Fine gravel Gravier fin	16	0.35 - 0.38	1000-10,000
Medium gravel Gravier moyen	32	0.36 - 0.40	10,000-50,000
Coarse rock Gravier grossier	128	0.38 - 0.45	50,000-250,000

TABLE 9.9 TABLEAU 9.9	TYPICAL PARAMETERS FOR FWS AND SF WETLANDS PARAMÈTRES TYPES POUR LES MARAIS ÉS ET ÉHSS	
Parameter Paramètre	FWS Wetland Marais ÉS	SF Marais ÉHSS
Porosity (α) Porosité (α)	0.65 - 0.75	0.35 - 0.45
Depth (y), m Hauteur d'eau (y), m	0.15 - 0.60	0.30 - 0.60
Fraction of cross sectional area not used by plants (c) Fraction de la section transversale non utilisée par les plantes (c)	0.65 - 0.75	0.65 - 0.75
BOD₅ Removal Élimination de la DBO₅		
K ₂₀ , d ⁻¹	0.678	1.104
θ	1.06	1.06
Background Concentration, mg/ℓ Concentration de fond, mg/ℓ	6	6

TABLE 9.9 TABLEAU 9.9		TYPICAL PARAMETERS FOR FWS AND SF WETLANDS PARAMÈTRES TYPES POUR LES MARAIS ÉS ET ÉHSS	
Parameter Paramètre		FWS Wetland Marais ÉS	SF Marais ÉHSS
TSS Removal Élimination des MSTs			
C_e/C_o		[0.1139 + 0.00213(HLR)]	[0.1058 + 0.0011(HLR)]
HLR = hydraulic loading rate, mm/d x 0.1 TCH = taux de charge hydraulique, mm/j x 0,1		-	-
TSS removal does not depend on temperature L'élimination des MSTs ne dépend pas de la température			
Background Concentration mg/l Concentration de fond, mg/l		6	6
Ammonia Removal Élimination de l'ammoniac			
At 0 °C, $K_T(d^{-1})$ À 0 °C, $K_T(d^{-1})$		0	0
At 1 °C, K_{20} À 1 °C, K_{20}		0.2187	$(K_{NH})(\theta)^{(T-20)}$
θ		1.048	1.048
K_{NH} = rate constant 20 °C for SF wetlands, d^{-1} (r_z = portion of SF bed occupied by plant roots, % as a decimal can equal 0 to 0.1, depending on root depth (0.5 is typical)) K_{NH} = constante de vitesse à 20 °C pour les marais ÉHSS, d^{-1} (r_z = partie du lit du marais ÉHSS occupée par les racines des plantes, le pourcentage exprimé sous forme décimale peut varier entre 0 et 0,1, selon la profondeur de pénétration des racines (valeur type de 0,5))		-	$K_{NH} = 0.1854 + 0.3922(r_z)^{(2.6077)}$
Background Concentration, mg/l Concentration de fond, mg/l		0.2	0.2
<i>Note: It is prudent to assume that all TKN entering the wetland can appear as ammonia; so assume C_e for ammonia is equal to influent TKN.</i> <i>Note : Il est plus prudent de supposer que la totalité de l'ATK qui pénètre dans le marais peut prendre la forme d'ammoniac; il faut donc poser l'hypothèse que la valeur de C_o pour l'ammoniac correspond à l'AKT influent.</i>			
Nitrate Removal Dénitrification			
At 0 °C, $K_T(d^{-1})$ À 0 °C, $K_T(d^{-1})$		0	0
At 1 °C, K_{20} À 1 °C, K_{20}		1.0	1.0
θ		1.15	1.15
Background Concentration, mg/l Concentration de fond, mg/l		0.2	0.2
<i>Note: It is conservative to assume that all ammonia removed in the previous step can appear as nitrate; so C_o for nitrate removal design equals C_e from ammonia removal plus nitrate present in the influent.</i> <i>Note : Il est plus prudent de supposer que la totalité de l'ammoniac éliminé à l'étape précédente peut prendre la forme de nitrate; la valeur de C_o pour le calcul de l'élimination des nitrates correspond à la somme de la valeur de C_e pour l'élimination de l'ammoniac et de la quantité de nitrates présents dans l'influent.</i>			

TABLE 9.9 TABLEAU 9.9	TYPICAL PARAMETERS FOR FWS AND SF WETLANDS PARAMÈTRES TYPES POUR LES MARAIS ÉS ET ÉHSS	
Parameter Paramètre	FWS Wetland Marais ÉS	SF Marais ÉHSS
TN Removal Élimination de l'azote total		
Effluent $T_N = C_{e(NO_3)} + (C_{e(NH_4)} - C_{e(NO_3)})$		
Background Concentration, mg/l Concentration de fond, mg/l	0.4	0.4
<i>Note: A specific model for total nitrogen removal is not available in this set. The effluent TN can be estimated as the sum of residual ammonia and remaining nitrate ($C_o - C_e$)</i>		
<i>Note : Il n'y a pas de modèle précis pour l'élimination de l'azote total dans cet ensemble. On peut estimer que la teneur en azote total de l'effluent correspond à la somme de l'ammoniac résiduel et des nitrates restants ($C_o - C_e$).</i>		
Total Phosphorus Removal Élimination du phosphore total		
	$C_e/C_o = \exp(-K_p/HLR)$	$C_e/C_o = \exp(-K_p/HLR)$
K_p , mm/d x 0.1 K_p , mm/j x 0.1	2.73	2.73
TP removal does not depend on temperature L'élimination du phosphore total ne dépend pas de la température		
HLR = average hydraulic loading rate, cm/d TCH = taux de charge hydraulique moyen, cm/j		
Background Concentration, mg/l Concentration de fond, mg/ l	0.5	0.5
Fecal Coliform Removal Élimination des coliformes fécaux		
C_e/C_o mpn/100mℓ C_e/C_o vpp/100 mℓ	$[1/1 + K_T(t/x)]^x$	$[1/1 + K_T(t/x)]^x$
K_{20} , d ⁻¹	2.6	2.6
θ	1.19	1.19
t,d	HRT in the system TRH dans le système	HRT in the system TRH dans le système
X	numbers of wetland cells in series Nombre de cellules en série	numbers of wetland cells in series Nombre de cellules en série
Background Concentration, cfu/100 mℓ Concentration de fond, cfu/100 mℓ	2000	2000
<i>Note: This model was developed for facultative ponds and is believed to give a conservative estimate for fecal coliform removal in both FWS and SF wetlands.</i>		
<i>Note : Ce modèle a été mis au point pour les étangs facultatifs et est réputé produire une estimation prudente du taux d'élimination des coliformes fécaux dans les marais ÉS et ÉHSS.</i>		

9.7.7 Vector Control

FWS systems provide ideal breeding habitat for mosquitoes. Plans for biological control of mosquitoes through the use of fish that prey on mosquito larvae, and swallows should be incorporated in the design. Thinning of vegetation may also be necessary to eliminate pockets of water that are inaccessible to fish.

Mosquito breeding should not be a problem in SF systems, provided the system is designed to prevent mosquito access to the subsurface water zone. The surface is normally covered with pea gravel or coarse sand to achieve this purpose.

9.7.8 Vegetation Harvesting

Harvesting of the emergent vegetation is only required to maintain hydraulic capacity, promote active growth, and avoid mosquito growth. Harvesting for nutrient removal is not practical and is not recommended.

9.7.9 Monitoring

Monitoring is necessary to maintain loadings within design limits. A routine monitoring program should be established for the following parameters:

- a. wastewater application rates ($\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$);
- b. discharge flow rates (m^3/d);
- c. wastewater quality, including BOD_5 and COD, suspended solids, total dissolved solids, total nitrogen, total phosphorous, pH and sodium adsorption ratio; and
- d. discharge water quality according to the analyses summarized in item (c).

9.8 FLOATING AQUATIC PLANT TREATMENT SYSTEMS

9.8.1 General

Aquatic treatment systems consist of one or more shallow ponds in which one or more species of water tolerant vascular plants such as duckweed is grown. The shallower depths and the presence of aquatic macrophytes in the place of algae are the major differences between aquatic treatment systems and stabilization ponds. The presence of plants is of great practical significance because the effluent from aquatic systems is of higher quality than the effluent from stabilization pond systems for equivalent or shorter detention times. This is true, particularly when the systems are situated after conventional pond systems which provide greater than primary treatment.

In aquatic systems, wastewater is treated principally by bacterial metabolism and physical sedimentation, as is

9.7.7 Luttres contre les vecteurs biologiques

Les marais ÉS offrent un habitat de reproduction idéal pour les moustiques. Il convient d'incorporer, dans la conception, des plans de lutte biologique contre les moustiques faisant appel à l'utilisation de poissons qui s'emparent des larves de moustiques, et des hirondelles. Il peut aussi être nécessaire d'éclaircir la végétation pour éliminer les poches d'eau inaccessibles aux poissons.

La reproduction des moustiques ne devrait pas poser de problèmes dans les marais ÉHSS, dans la mesure où ceux-ci sont conçus pour empêcher les moustiques de pénétrer dans la zone d'eau souterraine. C'est pour cette raison qu'on recouvre ordinairement la surface de gravillons ou de sable grossier.

9.7.8 Arrachage de la végétation

On ne doit arracher la végétation émergente que pour maintenir la capacité hydraulique, favoriser une végétation active et prévenir la croissance des moustiques. Il n'est ni pratique ni recommandé d'arracher la végétation pour éliminer les éléments nutritifs.

9.7.9 Surveillance

Il faut exercer une surveillance pour s'assurer que les charges demeurent à l'intérieur des limites de conception. Un programme de surveillance systématique devrait être établi pour les paramètres suivants :

- a. taux d'application d'eaux usées ($\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{j}$);
- b. débits de rejet (m^3/j);
- c. qualité des eaux usées, notamment la DBO_5 et la DCO, les matières solides en suspension, les matières solides dissoutes totales, l'azote total, le phosphore total, le pH et le rapport d'adsorption du sodium; et
- d. qualité des eaux rejetées selon les analyses résumées au point c).

9.8 PROCÉDÉS DE TRAITEMENT À PLANTES AQUATIQUES FLOTTANTES

9.8.1 Généralités

Les procédés de traitement aquatique sont formés d'un ou de plusieurs étangs de faible profondeur dans lesquels poussent une ou plusieurs espèces de plantes vasculaires tolérantes à l'eau. Les procédés de traitement aquatique se distinguent essentiellement des étangs de stabilisation en ce qu'ils sont moins profonds et contiennent des macrophytes aquatiques au lieu d'algues. La présence de plantes présente une grande importance sur le plan pratique parce que l'effluent des systèmes aquatiques est de meilleure qualité que celui des étangs de stabilisation pour des temps de séjour équivalents ou plus courts. Ceci est particulièrement vrai lorsque les systèmes suivent des étangs classiques qui assurent un traitement supérieur à un traitement primaire.

Dans les systèmes aquatiques, les eaux usées sont surtout traitées par métabolisme bactérien et sédimentation physique,

the case in conventional trickling filter systems. The aquatic plants themselves bring about very little actual treatment of the wastewater. Their function is to provide components of the aquatic environment that improve the wastewater treatment capability and/or reliability of that environment.

9.8.2 Plant Selection

The principal floating aquatic plants used in aquatic treatment systems are duckweed and pennywort. These plants are described in greater detail in the following discussion.

9.8.2.1 Duckweed

Duckweed are small, green freshwater plants with fronds from one to a few millimetres in width with a short root, usually less than 12 mm in length. Duckweed are the smallest and the simplest of the flowering plants and have one of the fastest reproduction rates. Duckweed grown in wastewater stabilization pond effluent (at 27°C) doubles in frond numbers, and therefore in area covered, every four days. The plant is essentially all metabolically active cells with very little structural fibre.

Small floating plants, particularly duckweed, are sensitive to wind and may be blown in drifts to the leeward side of the pond unless baffles are used. Redistribution of the plants requires manual labour. If drifts are not redistributed, decreased treatment efficiency may result due to incomplete coverage of the pond surface. Odours have also developed where accumulated plants are allowed to remain and undergo anaerobic decomposition.

9.8.2.2 Pennywort

Pennywort is generally a rooted plant. However, under high-nutrient conditions, it may form hydroponic rafts that extend across water bodies. Pennywort tends to intertwine and grows horizontally; at high densities, the plants tend to grow vertically. The photosynthetic leaf area of pennywort is small, and, at dense plant stands, yields are significantly reduced as a result of self shading. Pennywort exhibits mean growth rates greater than 0.010 kg/m²·d in warm climates. Nutrient uptake by pennywort is approximately the same during both warm and cool seasons. Pennywort is a cool season plant that can be integrated into lettuce biomass production systems.

comme pour les lits bactériens classiques. Les plantes aquatiques en soi jouent un rôle négligeable dans le traitement des eaux usées. Elles ont pour fonction de fournir les composants du milieu aquatique qui améliorent la capacité de traitement des eaux usées et la fiabilité de ce milieu.

9.8.2 Choix des plantes

Les principales plantes aquatiques flottantes utilisées dans les systèmes de traitement aquatique sont la lentille d'eau et le cotylédon. Ces plantes sont décrites plus en détail aux paragraphes suivants.

9.8.2.1 Lentille d'eau

La lentille d'eau est une petite plante verte d'eau douce qui comporte des frondes d'un à quelques millimètres de largeur et une courte racine, ordinairement de moins de 12 mm de longueur. La lentille d'eau est la plus petite et la plus simple des plantes à floraison et présente un des taux de reproduction les plus rapides. Chez les lentilles d'eau qui poussent dans l'effluent des étangs de stabilisation (à 27°C), le nombre de frondes, et donc la superficie couverte, double tous les quatre jours. La plante est presque entièrement constituée de cellules métaboliquement actives et n'est constituée que de très peu de fibres structurales.

Les petites plantes flottantes, et en particulier la lentille d'eau, sont sensibles au vent et peuvent être soufflées du côté sous le vent de l'étang à moins que des déflecteurs ne soient installés. La redistribution des plantes demande un travail manuel. Si les plantes entraînées ne sont pas redistribuées de manière à couvrir la totalité de la surface de l'étang, l'efficacité du traitement pourrait diminuer. Des odeurs se dégagent également lorsqu'on laisse des plantes s'accumuler et subir une décomposition anaérobie.

9.8.2.2 Cotylédon

Le cotylédon est généralement une plante à racine. Cependant, dans des conditions où les éléments nutritifs sont abondants, il peut former des filaments hydroponiques qui s'étendent sur les plans d'eau. Le cotylédon tend à s'entrelacer et à croître à l'horizontale; à des densités élevées, les plantes croissent le plus souvent à la verticale. La surface photosynthétisante du cotylédon est peu importante et, dans les peuplements denses, les rendements sont considérablement réduits parce que les plantes se font mutuellement ombrager. Le cotylédon affiche des vitesses de croissance moyennes de plus de 0,010 kg/m²·j dans les climats chauds. L'absorption d'éléments nutritifs par le cotylédon demeure sensiblement le même au cours de la saison froide et de la saison chaude. Le cotylédon est une plante d'hiver qui peut être intégrée aux systèmes de production de biomasse à partir de laitue d'eau.

9.8.3 Types of Systems

The principal types of floating aquatic plant treatment systems used for wastewater treatment are those employing duckweed.

9.8.3.1 Duckweed Systems

Duckweed and pennywort have been used primarily to improve the effluent quality from facultative ponds or stabilization ponds by reducing the algae concentration. Conventional pond design may be followed for this application, except for the need to control the effects of wind. Without controls, duckweed will be blown to the downwind side of the pond, resulting in exposure of large surface areas and defeating the purpose of the duckweed cover. As noted previously, accumulations of decomposing plants can also result in the production of odours. Floating baffles can be used to construct cells of limited size to minimize the amount of open surface area exposed to wind action.

9.8.4 Climatic Constraints

Duckweed is cold tolerant and can be grown practically at temperatures as low as 7°C.

9.8.5 Preapplication Treatment

The minimum level of preapplication treatment should be primary treatment, short detention time aerated ponds or the equivalent. Treatment beyond primary depends on the effluent requirements. Use of oxidation ponds in which high concentrations of algae are generated should be avoided prior to aquatic treatment because algae removal is inconsistent. When there are effluent limitations on phosphorus, it should be removed in the preapplication treatment step because phosphorus removal in aquatic treatment systems is minimal.

9.8.3 Types de systèmes

Les principaux types de systèmes à plantes aquatiques flottantes utilisés pour le traitement des eaux usées emploient la lentille d'eau.

9.8.3.1 Systèmes utilisant la lentille d'eau

On a surtout utilisé la lentille d'eau et le cotylédon pour améliorer la qualité de l'effluent des étangs facultatifs ou des étangs de stabilisation en réduisant la concentration d'algues. Pour ces systèmes, on peut s'inspirer de la conception des étangs classiques, mais il faut contrôler les effets du vent. En l'absence de ces mécanismes de contrôle, la lentille d'eau peut être soufflée du côté sous le vent de l'étang, ce qui expose de vastes zones superficielles et neutralise l'effet de la couverture végétale. Comme il a été mentionné précédemment, l'accumulation de plantes en décomposition peut également produire des odeurs. On peut utiliser des déflecteurs flottants pour délimiter des cellules de dimensions restreintes et réduire ainsi la quantité de zones exposées à l'action du vent.

9.8.4 Contraintes climatiques

La lentille d'eau tolère le froid et peut être cultivée à une température d'à peine 7°C.

9.8.5 Prétraitement

Le niveau minimal de prétraitement devrait être un traitement primaire avec court temps de séjour dans un étang aéré ou l'équivalent. L'application d'un traitement qui dépasse un traitement primaire dépend de la qualité exigée de l'effluent. Il faudrait éviter d'utiliser des bassins d'oxydation dans lesquels de fortes concentrations d'algues sont produites avant un traitement aquatique parce que le taux d'élimination des algues est variable. Lorsque des limites sont imposées à la teneur en phosphore de l'effluent, le phosphore devrait être éliminé à l'étape du prétraitement parce que la déphosphoration est minimale dans les systèmes de traitement aquatique.

9.8.6 Design Parameters

The principal design parameters for aquatic treatment systems include hydraulic detention time, water depth, pond geometry, organic-loading rate, and hydraulic loading rate. Typical design guidelines for duckweed systems are summarized in Table 9.10 for different levels of pre-application treatment.

9.8.6 Paramètres de conception

Les principaux paramètres de conception pour les systèmes de traitement aquatique comprennent le temps de rétention hydraulique, la hauteur d'eau, la géométrie de l'étang, le taux de charge organique et le taux de charge hydraulique. Les lignes directrices de conception types pour les systèmes utilisant la lentille d'eau sont résumées au tableau 9.10 pour différents niveaux de prétraitement.

TABLE 9.10 TABLEAU 9.10	FLOATING AQUATIC PLANT SYSTEM DESIGN CRITERIA CRITÈRES DE CONCEPTION DES SYSTÈMES À PLANTES AQUATIQUES FLOTTANTES
ITEM ÉLÉMENT	DUCKWEED TREATMENT SYSTEM SYSTÈMES DE TRAITEMENT UTILISANT LA LENTILLE D'EAU
Influent Wastewater Eaux usées influentes	Facultative Pond Effluent Effluent d'un étang facultatif
Influent BOD ₅ (mg/l) DBO ₅ (mg/l) de l'influent	40
BOD ₅ Loading (kg/ ha-d) Charge de DBO ₅ (kg/ ha-j)	22 - 28
Water Depth (m) Hauteur d'eau (m)	1.3 - 2.0
Detention Time (d) Temps de séjour (j)	20 - 25
Hydraulic Loading Rate (m ³ / ha-d) Taux de charge hydraulique (m ³ / ha-j)	570 - 860
Water Temperature (°C) Température de l'eau (°C)	>7
Harvest Schedule Fréquence d'arrachage	Monthly Mensuelle

9.8.7 Pond Configuration

9.8.7.1 Duckweed Systems

Duckweed systems should be designed as conventional stabilization ponds except for the need to control the effects of wind. Floating baffles are used to minimize the amount of surface area exposed to direct wind action. Without this control, duckweed will be blown by the wind and treatment efficiencies cannot be achieved.

9.8.7 Configuration de l'étang

9.8.7.1 Systèmes utilisant la lentille d'eau

On devrait concevoir les systèmes qui utilisent la lentille d'eau comme des étangs de stabilisation classiques où, par contre, les effets du vent doivent être contrôlés. On utilise des déflecteurs flottants pour réduire la surface exposée directement à l'action du vent. En l'absence de ce mécanisme de contrôle, la lentille d'eau sera emportée par le vent, et il ne sera pas possible d'atteindre les objectifs de traitement.

9.8.8 Plant Harvesting and Processing

The need for plant harvesting depends on water quality objectives, the growth rates of the plants, and the effects of predators such as weevils. Harvesting of aquatic plants is needed to maintain a crop with high metabolic uptake of nutrients. Significant phosphorus removal is achieved only with frequent harvesting. Duckweed harvesting for nutrient removal may be required as often as once per week during warm periods.

If the plants are not first partially dried or squeezed, the high moisture content tends to reduce the effectiveness of the compost process and results in the production of a liquid stream that must be disposed of. Ground duckweed can be used as animal feed without air drying.

9.8.9 Detailed Design Guidelines

The following sources contain detailed design information for natural wastewater treatment systems:

Water Pollution Control Federation: *Natural Systems for Wastewater Treatment*, Manual of Practice FD-16, Alexandria, VA, 1990.

U.S. Environmental Protection Agency: *Design Manual for Constructed Wetlands and Aquatic Plant Systems for Municipal Wastewater Treatment*, EPA 625/ 1-88-022, Cincinnati, OH, 1988.

Footnote References

1. Water Environment Federation: *Natural Systems for Wastewater Treatment*, Manual of Practice FD-16, Alexandria, VA, 2001.

9.8.8 Arrachage et traitement des plantes

La nécessité d'arracher les plantes dépend des objectifs de qualité de l'eau, du taux de croissance des plantes et des effets des prédateurs comme les charançons. Il faut arracher les plantes aquatiques pour maintenir une culture qui présente une forte assimilation métabolique des éléments nutritifs. Seule une cueillette fréquente permet d'atteindre un taux élevé d'élimination du phosphore. Il peut être nécessaire d'enlever les lentilles d'eau pour éliminer les éléments nutritifs à une fréquence hebdomadaire pendant les périodes chaudes.

Si les plantes ne sont pas d'abord partiellement séchées ou pressées, leur forte teneur en humidité tend à réduire l'efficacité du processus de compostage et produit un flux liquide qu'il faut ensuite éliminer. On peut employer la lentille d'eau broyée pour nourrir les animaux sans qu'il soit nécessaire de la faire sécher à l'air.

9.8.9 Lignes directrices détaillées pour la conception

Les sources suivantes contiennent des données de conception détaillées pour les systèmes de traitement naturels des eaux usées :

Water Pollution Control Federation, "Natural Systems for Wastewater Treatment", Manual of Practice FD-16, Alexandria, VA, 1990.

U.S. Environmental Protection Agency, "Design Manual for Constructed Wetlands and Aquatic Plant Systems for Municipal Wastewater Treatment", EPA 625/ 1-88-022, Cincinnati, OH, 1988.

Ouvrages de référence (notes de bas de page)

1. Water Environment Federation, "Natural Systems for Wastewater Treatment", Manual of Practice FD-16, Alexandria, VA, 2001.

CHAPTER 10 TREATED EFFLUENT DISPOSAL LAND

10.1 GENERAL

With many communities throughout the world approaching or reaching the limits of their available water supplies, reclaimed water use has become an attractive option for conserving and extending available water supplies. Reclaimed water use is the controlled application of treated wastewater by irrigation (onto the land surface to achieve disposal, utilization, and/or treatment of the wastewater) or by infiltration (into the soil). This can be achieved by a number of options including land application, surface and subsurface irrigation, in-ground trenches, and overland flow, as approved by regulatory agencies having jurisdiction.

Water reclamation and nonpotable reuse only require conventional water and wastewater treatment technology that is widely practised and readily available in countries throughout the world. Furthermore, because properly implemented nonpotable reuse does not entail significant health risks, it has generally been accepted and endorsed by the public in the urban and agricultural areas where it has been introduced. This section provides information on planning considerations re-use applications, water quality considerations, and guidelines for wastewater irrigation and other re-use criteria.

In addition to the general pre-design report requirements, the designer shall include supplemental information as outlined in Section 1.3.6.

10.1.1 Definitions¹

Biological Oxygen Demand (BOD)

A measure of the quantity of oxygen used in the biochemical oxidation of organic matter in a specified time, at a specific temperature, and under specified conditions.

Carbonaceous Biochemical Oxygen Demand (CBOD)

A quantitative measure of the amount of dissolved oxygen required for biological oxidation of carbon-containing compounds in a sample.

Chemical Oxygen Demand (COD)

A quantitative measure of the amount of oxygen required for the chemical oxidation of carbonaceous (organic) material in wastewater using inorganic dichromate or permanganate salts as oxidants in a 2-hour test.

CHAPITRE 10 REJET D'EAUX USÉES ÉPURÉES DANS LE SOL

10.1 GÉNÉRALITÉS

Partout dans le monde, des collectivités atteignent les limites de leurs réserves d'eau disponibles ou s'en approchent. C'est pourquoi l'utilisation d'eau recyclée devient une solution de plus en plus intéressante pour conserver et faire durer les réserves d'eau disponibles. Cette technique consiste à appliquer les eaux usées épurées de façon contrôlée, soit par irrigation (à la surface du sol, pour éliminer, utiliser ou traiter les eaux usées), soit par infiltration (dans le sol). Pour ce faire, plusieurs possibilités sont offertes, y compris l'application sur le sol, l'irrigation superficielle ou souterraine, l'aménagement de tranchées souterraines et le recours à l'écoulement de surface, en fonction des approbations délivrées par les organismes de réglementation compétents.

Le recyclage et la réutilisation de l'eau à des fins autres que la consommation humaine ne nécessitent qu'une technologie d'épuration de l'eau et des eaux usées courante et facilement accessible dans de nombreux pays du monde. De plus, comme la réutilisation de l'eau non potable, correctement mise en œuvre, ne comporte aucun risque appréciable pour la santé, elle a reçu un accueil généralement favorable de la part du public des régions urbaines et rurales qui l'ont adoptée. Dans la présente section, on aborde les questions de planification, les applications de la réutilisation et les questions de qualité de l'eau, puis on recommande des procédures pour l'irrigation avec les eaux usées et d'autres critères de réutilisation.

En plus de se conformer aux exigences générales qui s'appliquent au rapport avant conception, le concepteur doit inclure les renseignements supplémentaires décrits à la section 1.3.6.

10.1.1 Définitions¹

Demande biochimique en oxygène (DBO)

Quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation biochimique des matières organiques durant une période déterminée, à une température donnée et sous certaines conditions.

Demande biochimique en oxygène des matières carbonées

Mesure quantitative de la quantité d'oxygène dissous requise pour l'oxydation biochimique des composés carbonés contenus dans un échantillon.

Demande chimique en oxygène (DCO)

Mesure quantitative de la quantité d'oxygène requise pour l'oxydation chimique des matières carbonées (organiques) présentes dans les eaux usées à l'aide de sels de dichromate ou de permanganate, servant d'oxydants, dans un essai de deux heures.

Infiltration

The flow or movement of water through interstices or pores of soil or other porous medium.

Irrigation

The artificial application of water to lands to meet the water needs of growing plants not met by rain fall.

10.2 TREATED EFFLUENT APPLICATION METHODS

10.2.1 General

Land application of treated sewage effluent is a method of disposing of effluent without direct discharge to surface waters. Ground disposal installations are normally used where the waste contains pollutants which can successfully be removed through distribution to the soil mantle. These pollutants can be removed through organic decomposition in the vegetation-soil complex and by adsorptive, physical, and chemical reactions with earth materials. Preliminary considerations of a site for ground disposal should include the compatibility of the waste with the organic and earth materials and the percolation rates and exchange capacity of the soils. The ground disposal of treated effluent will eventually recharge the local groundwater; therefore, the quality, direction and rate of movement, and local use of the groundwater, present and potential, are prime considerations in evaluating a proposed site.

It is essential to provide good vegetation growth conditions and removal of nutrients. It must be realized that a groundwater mound will develop below the application area after it is in use. The major factors in design of ground disposal fields are topography, soils, geology, hydrology, weather, agricultural practice, adjacent land use, and equipment selection and installation.

The primary methods used for distributing treated effluent on the land are irrigation, and infiltration.

Table 10.1 outlines various features and performance of treated effluent land application systems.

Infiltration

Écoulement ou circulation de l'eau par les interstices ou les pores d'un sol ou de tout autre milieu poreux.

Irrigation

Application artificielle d'eau sur les terres pour répondre aux besoins en eau des végétaux en croissance que la pluie n'arrive pas à combler.

10.2 MÉTHODES D'APPLICATION D'EFFLUENTS ÉPURÉS SUR LE SOL

10.2.1 Généralités

L'application d'eaux usées épurées sur le sol est une méthode employée pour éliminer les effluents sans les rejeter directement dans les eaux de surface. Normalement, on a recours à des installations d'élimination dans le sol lorsque l'eau usée renferme des polluants qu'on peut éliminer efficacement en les répartissant dans la couverture pédologique. Ces polluants s'éliminent par décomposition organique dans le complexe végétation-sol et par des réactions adsorptives, physiques et chimiques avec les composants du sol. Parmi les facteurs à considérer dans un premier temps pour choisir un site d'élimination dans le sol, mentionnons la compatibilité des eaux usées avec les matières organiques et pédologiques, le taux de percolation et la capacité d'échange du sol. Les effluents épurés éliminés dans le sol iront éventuellement alimenter les nappes souterraines de la localité; c'est pourquoi, au moment d'évaluer un site proposé, il est primordial de tenir compte de la qualité, de la direction et du taux d'écoulement de l'eau souterraine et de son utilisation actuelle et potentielle à l'échelle locale.

Il est essentiel d'assurer de bonnes conditions de croissance végétale et une élimination efficace des nutriments. Il faut réaliser que, lorsqu'on aura commencé l'application, une crête de la nappe phréatique se formera sous la zone d'application. Les principaux facteurs à examiner dans l'aménagement de champs d'élimination souterraine sont la topographie, le sol, la géologie, l'hydrologie, les conditions climatiques, les pratiques agricoles, l'utilisation des terres attenantes, ainsi que le choix et l'installation de l'équipement.

L'irrigation et l'infiltration sont les deux principales méthodes utilisées pour répartir des eaux usées épurées sur les terres.

Le tableau 10.1 donne un aperçu des diverses caractéristiques et du rendement des deux méthodes d'application d'eaux usées épurées sur les terres.

TABLE 10.1	COMPARISON OF FEATURES AND PERFORMANCE FOR TREATED EFFLUENT UTILIZATION, TREATMENT AND DISPOSAL SYSTEMS	
SYSTEM REQUIREMENT	STANDARD RATE IRRIGATION	RAPID INFILTRATION
SOIL PERMEABILITY	MODERATE (MEDIUM TEXTURE SOIL)	RAPID (LOAMY SANDS AND GRAVELS)
UTILIZATION OF WATER AND NUTRIENTS	HIGH	NONE
SLOPE	UP TO 30% FOR SPRINKLER AND 6% FOR SURFACE METHODS	NOT CRITICAL
STORAGE	HIGH (7-9 MONTHS)	NIL
LAND AREA	HIGH	LOW
WATER QUALITY – SALINITY, ETC.	VERY HIGH	MEDIUM TO LOW
TREATMENT EFFICIENCY	VERY HIGH	MEDIUM
LOADING RATE	500 – 6000 $\ell/m^2 \cdot a$	6000 – 100,000 $\ell/m^2 \cdot a$

TABLEAU 10.1	COMPARAISON DES CARACTÉRISTIQUES ET DU RENDEMENT DES MÉTHODES D'UTILISATION, DE TRAITEMENT ET D'ÉLIMINATION DES EAUX USÉES ÉPURÉES	
EXIGENCES	IRRIGATION À DÉBIT NORMAL	INFILTRATION RAPIDE
PERMÉABILITÉ DU SOL	MOYENNE (SOL DE TEXTURE MOYENNE)	RAPIDE (SABLES LOAMEUX ET GRAVIER)
UTILISATION D'EAU ET DE NUTRIMENTS	ÉLEVÉE	AUCUNE
PENTE	JUSQU'À 30 % POUR L'ASPERSION ET 6 % POUR LES MÉTHODES SUPERFICIELLES	NON CRITIQUE
STOCKAGE	LONGUE DURÉE (7-9 MOIS)	AUCUN
SUPERFICIE DE SOL	ÉLEVÉE	FAIBLE
QUALITÉ DE L'EAU SALINITÉ, ETC.	TRÈS ÉLEVÉE	MOYENNE À FAIBLE
EFFICACITÉ DU TRAITEMENT	TRÈS ÉLEVÉE	MOYENNE
TAUX DE CHARGE	500 – 6 000 $\ell/m^2 \cdot a$	6 000 – 100 000 $\ell/m^2 \cdot a$

10.2.2 Irrigation

10.2.2.1 Piping to Sprinklers

The piping should be arranged to allow the irrigation pattern to be varied easily. Stationary systems are preferred; but if a moveable system is proposed, one main header must be provided with individual connections for each field and sufficient spare equipment must be available to assure non-interrupted irrigation. Facilities must be provided to allow the pipes to be completely drained at suitable points to prevent freezing and spillage of treated effluent into sensitive areas.

10.2.2.2 Sprinkling System

Sprinklers should be located to give a non-irrigated buffer zone around the irrigated area, and design of the buffer zone should consider wind transport of the treated effluent. The system shall be designed to provide an even distribution over the entire field.

The selected application rate should be low enough to allow the irrigated treated effluent to percolate into the soil and to assure proper residency within the soil mantle. Proposed application rates will not be accepted without substantiating data.

In general, sufficient monitoring controls should be provided to indicate the degree of efficiency with which the sprinklers are working. A pressure gauge and flow meter should be provided.

10.2.2.3 Site Buffer Zone

The requirements for buffer zones around the irrigation operation are outlined in Section 10.3.3.2, and are dependent on a number of site specific factors.

10.2.3 Rapid Infiltration (RI)

10.2.3.1 Applicability

Rapid infiltration (RI) involves the application of treated effluent to land by means of basins. The treated effluent percolates through the soil, undergoes a variety of physical, chemical and biological reactions and eventually reaches the groundwater. The loss of water via plants or evaporation is minor compared to the loss by percolation. The loading must be intermittent to allow for the restoration of aerobic conditions in the soil. Acceptable salinity, boron, nitrogen and phosphorus levels in the treated effluent will be governed by the potential use of the groundwater downstream of the RI site. The permeability of the site is, however, very important to the performance of a RI system. Therefore, the sodium adsorption ratio of the effluent should be below 9.

10.2.2 Irrigation

10.2.2.1 Tuyauterie du système d'aspersion

La tuyauterie doit être installée de façon à permettre de faire varier facilement le schéma d'irrigation. On doit privilégier les systèmes fixes, mais si un système mobile est proposé, il faut installer un collecteur principal muni d'une connexion distincte pour chaque champ et veiller à avoir suffisamment de pièces de rechange pour éviter toute interruption de l'irrigation. Il faut prévoir les installations nécessaires pour purger complètement les tuyaux en cas de gel, afin de prévenir tout déversement de l'effluent épuré dans des zones sensibles.

10.2.2.2 Système d'aspersion

Les asperseurs doivent être disposés de façon à laisser une zone tampon non irriguée autour de la zone d'irrigation; l'aménagement de la zone tampon doit tenir compte du transport éolien de l'eau aspergée. Le système doit être conçu de façon à répartir l'effluent de façon uniforme dans tout le champ.

Le taux d'application choisi devrait être suffisamment faible pour permettre aux eaux usées aspergées de percoler dans la couverture pédologique. Aucune proposition de taux d'application ne peut être acceptée sans données à l'appui.

En général, on doit prévoir des procédures de surveillance propres à indiquer le degré d'efficacité des asperseurs. Le système devrait être muni d'un manomètre et d'un débitmètre.

10.2.2.3 Zone tampon

Les exigences relatives à la zone tampon qui doit entourer les zones d'irrigation dépendent de plusieurs facteurs propres à chaque site; elles sont décrites à la section 10.3.3.2.

10.2.3 Infiltration rapide (IR)

10.2.3.1 Applicabilité

L'infiltration rapide (IR) consiste à appliquer l'effluent épuré dans le sol au moyen de bassins. L'effluent épuré percole à travers le sol et subit diverses réactions physiques, chimiques et biologiques avant de finalement atteindre la nappe aquifère. Comparativement à la quantité d'eau qui s'infiltre, la quantité d'eau absorbée par les végétaux ou perdue par évaporation est faible. Il faut procéder par intermittence afin de permettre le rétablissement des conditions aérobies du sol. La salinité ainsi que les concentrations de bore, d'azote et de phosphore acceptables dans les effluents épurés sont dictées par l'utilisation potentielle de l'eau souterraine en aval du site d'IR. Toutefois, comme le rendement du système d'IR dépend fortement de la perméabilité du sol, il faut veiller à maintenir le rapport d'adsorption du sodium de l'effluent en dessous de 9.

Optimum site conditions for rapid infiltration (RI) are dependent upon the quantity of wastewater to be treated and the degree of treatment required. Generally, there will be an inverse relationship between maximum wastewater application rate and the degree of treatment. Soil conditions required for a good RI site are a deep uniform sandy loam to loamy sand having the following chemical characteristics;

pH	6.0 - 8.5
Organic Matter	0.5 - 3.0%
Electrical Conductivity	2 dS/m
Sodium Adsorption Ratio	10
Cation Exchange Capacity	10 meq/100 g

Free Ca or Mg CO₃ should be present

Rapid infiltration installations require permeable granular subsurface materials. A minimum of 4 m separation between the water table and the basin bottom between irrigation cycles is recommended. In situations where potable water systems will not be affected and tertiary treatment is provided, the 4 m vertical separation distance may be reduced. As a minimum, the separation distance should be 1 m between the water table and the bottom of the basin during operation. Adverse natural groundwater conditions can be modified by the installation of underdrains and/or recovery wells.

Excessive slopes will restrict the usefulness of a RI site. The maximum slope is that which maintains downward infiltration with no premature lateral discharge. Generally, the maximum slope is 5% unless considerable earth moving is undertaken. Uniform flat topography will reduce construction costs. In areas where facultative lagoons are used for treatment, the lagoons will generally be large enough to provide cold weather storage. However, the infiltration area will have to be large enough to treat the annual wastewater production during the warm weather period. Treated effluent from treatment plants with short detention times will retain sufficient heat to allow continuous RI treatment and eliminate the need for storage.

10.2.3.2 Area and Infiltration Rate

Prior to site selection the planner must determine the approximate land area required for an RI system. This can be obtained by using sewage flow data and the annual amount of infiltration per unit area. The hydraulic conductivity required to estimate total infiltration can be determined from Table 10.2 and the following calculations. It is then suggested that a factor of 1.5 be applied to the calculated area requirements.

Les conditions optimales pour l'infiltration rapide sont fonction de la quantité d'eaux usées à épurer et du degré de traitement requis. En général, on observe un rapport inverse entre le taux maximal d'application des eaux usées et le degré de traitement. Les sites propices à l'IR possèdent un sol profond et uniforme, de loam sableux ou de sable loameux, doté des caractéristiques chimiques suivantes :

pH	6,0 - 8,5
matières organiques	0,5 - 3,0 %
conductivité électrique	2 dS/m
rapport d'adsorption du sodium	10
capacité d'échange cationique	10 meq/100 g

présence de Ca libre ou de MgCO₃.

Les installations d'infiltration rapide requièrent la présence d'un sous-sol perméable et granulaire. On recommande de maintenir une distance minimale de 4 m entre la nappe aquifère et le fond du bassin entre les cycles d'irrigation. Là où un traitement tertiaire est prévu, si l'IR n'a aucune répercussion sur les réseaux d'eau potable, on peut réduire cet écart vertical tout en veillant à maintenir une distance minimale de 1 m entre la nappe aquifère et le fond du bassin durant l'exploitation du système. On peut corriger les conditions des eaux souterraines, si elles sont défavorables, en installant des drains souterrains et (ou) des puits de récupération.

Une pente trop prononcée limite l'efficacité des sites d'IR. La pente maximale permet une bonne infiltration descendante sans rejet latéral précoce. En général, il faut limiter la pente à 5 %, à moins d'entreprendre de grands travaux de terrassement. Un relief plat et uniforme permet de réduire les coûts de construction. Là où on choisit d'installer des étangs d'épuration, ceux-ci doivent généralement être assez grands pour entreposer l'eau durant la saison froide. La zone d'infiltration doit cependant être assez vaste pour traiter durant la saison chaude toute les eaux usées produites au cours de l'année. Les effluents épurés provenant des usines d'épuration à courte durée de rétention n'ont pas besoin d'être stockés, puisqu'ils conservent une chaleur suffisante pour permettre leur traitement par IR à l'année.

10.2.3.2 Superficie et taux d'infiltration

Avant de choisir le site, les concepteurs doivent déterminer la superficie approximative du terrain requis pour le système d'IR. Le calcul prend en compte les données sur l'écoulement des eaux usées et l'infiltration annuelle par unité de surface. La conductivité hydraulique, nécessaire pour estimer l'infiltration totale, peut être déterminée à l'aide du tableau 10.2 et des calculs ci-dessous. On suggère ensuite de multiplier le résultat par un facteur de 1,5 pour obtenir la superficie requise.

TABLE 10.2 TABLEAU 10.2	HYDRAULIC CONDUCTIVITIES OF VARIOUS GRANULAR DEPOSITS CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE DE DIVERS DÉPÔTS GRANULAIRES
Deposit Dépôt	Hydraulic Conductivity Conductivité hydraulique (cm/s)
Clean, well sorted sand and gravel Sable et gravier propres et bien triés	10^{-1}
Clean sand, moderately sorted gravel Sable propre, gravier moyennement bien trié	10^{-2}
Moderately sorted sand and gravel Sable et gravier moyennement bien triés	10^{-3}
Poorly sorted sand and gravel Sable et gravier mal triés	10^{-4}

Infiltration capacity is estimated by the following procedure:

- Estimate site hydraulic conductivity, in cm/s.
- Determine annual hydraulic loading and convert $\ell/m^2\cdot d$ to m/a (multiply by 0.365).
- Interpolate the site area (on the y-coordinate of Figure 10.1) using the line most closely representing the estimated hydraulic loading rate determined. The site area can also be determined by dividing the annual average treated effluent flow rate by the design annual hydraulic loading as given below:

$$A_i = \frac{(Q\ell/d)(365d/a)}{(L_w m/a)(1000\ell/m^3)(10000m^2/ha)}$$

If seasonal treated effluent flows are not equalized, the highest average seasonal flow rate should be used for design. The initial estimate of required land area computed using the equation above may be adjusted depending on constraints, as discussed in the section dealing with the layout of the infiltration area.²

- Maximum daily infiltration capacity of the site in question can be read off the x-coordinate (Figure 10.1).

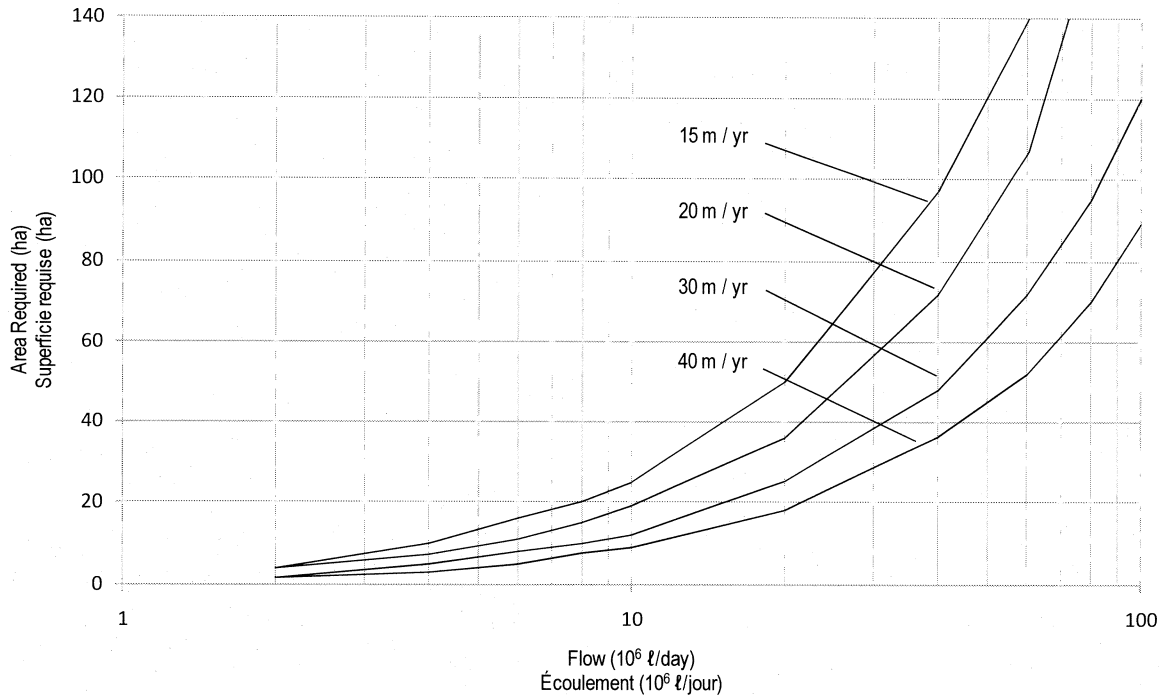
Voici la procédure à suivre pour estimer la capacité d'infiltration :

- Estimer la conductivité hydraulique du site, en cm/s.
- Déterminer la charge hydraulique annuelle et convertir les $\ell/m^2\cdot j$ en m/a (multiplier par 0,365).
- Interpoler la superficie du site (en ordonnée, à la figure 10.1) en utilisant la courbe correspondant le mieux à la charge hydraulique estimative calculée. On peut aussi déterminer la superficie du site en divisant le taux annuel moyen d'écoulement de l'effluent épuré par la charge hydraulique annuelle théorique, selon l'équation suivante :

Si les valeurs saisonnières d'écoulement des eaux usées épurées n'ont pas été rajustées, il y a lieu de concevoir le site en fonction du taux d'écoulement saisonnier moyen le plus élevé. L'estimation initiale de la superficie requise, obtenue au moyen de l'équation ci-dessus, peut être rajustée en fonction des contraintes, comme on l'explique dans la section sur l'aménagement de la zone d'infiltration.²

- La capacité d'infiltration quotidienne maximale du site en question est indiquée en abscisse (figure 10.1).

FIGURE 10.1
DETERMINATION OF LAND AREA REQUIRED FOR RAPID INFILTRATION SYSTEMS
DÉTERMINATION DE LA SUPERFICIE DE SOL REQUISE POUR LES SYSTÈMES D'INFILTRATION RAPIDE



The infiltration rate must be confirmed by field testing. Surface area requirements for an RI system must include:

- a. infiltration basins and dykes;
- b. maintenance and laboratory buildings(s);
- c. possibly on-site treatment facilities;
- d. on-site roads;
- e. expansion and emergency use areas;
- f. buffer strips.

10.2.3.3 Loading Cycle

In Atlantic Canada, RI systems would likely require an altered loading cycle with respect to seasons because longer resting periods may be required for soil drying and aeration during winter. Decreasing the application rate and increasing the length of the application and resting period are possible means of overcoming the problems of winter application.

Le taux d'infiltration doit être confirmé par des essais sur le terrain. La superficie de terrain requise pour un système d'IR doit inclure les éléments suivants :

- a. les bassins d'infiltration et les digues;
- b. les bâtiments d'entretien et de laboratoire;
- c. les éventuelles installations d'épuration sur place;
- d. les routes;
- e. les zones prévues pour l'expansion et les utilisations d'urgence;
- f. les zones tampons.

10.2.3.3 Cycle de charge

Au Canada atlantique, il faudrait sans doute modifier le cycle de charge des systèmes d'IR en fonction des saisons afin de laisser au sol le temps nécessaire pour sécher et s'aérer en hiver (les périodes de repos pourraient être plus longues qu'ailleurs). Pour surmonter les problèmes liés à l'application hivernale, on peut par exemple réduire le taux d'application ou allonger les périodes d'application et de repos.

Suggested loading cycles are shown in Table 10.3. The values given in this table are considered guidelines. Actual loading cycles should take into account site-specific conditions.

On trouve au tableau 10.3 les cycles de charge proposés. Les valeurs indiquées devraient être considérées comme des lignes directrices, et il convient de déterminer les cycles de charge réellement requis en tenant compte des conditions propres à chaque site.

TABLE 10.3 TABEAU 10.3		SUGGESTED HYDRAULIC LOADING CYCLES FOR RAPID INFILTRATION SYSTEMS CYCLES DE CHARGE HYDRAULIQUE PROPOSÉS POUR LES SYSTÈMES D'INFILTRATION RAPIDE	
Objective of Preapplication Treatment Period Objectif de la période de traitement avant application	Season Saison	Application Period (Days) Période d'application (jours)	Drying (Days) Séchage (jours)
Maximize infiltration rates of nitrification Maximiser le taux d'infiltration pour la nitrification	Summer Été Winter Hiver	1 - 3 1 - 3	4 - 5 5 - 12
Maximize nitrogen removal Maximiser l'élimination de l'azote	Summer Été Winter Hiver	7 - 9 9 - 12	10 - 15 12 - 18

10.2.3.4 Application Rate

Once the loading rate and loading cycle have been established, the application rate can be calculated. For example, if the hydraulic loading rate is 20 m/year and the loading cycle is one day of application alternated with seven days of drying, the application rate is as follows:

$$A = B \times \frac{(C + D)}{D} \times E$$

- A = Daily application Rate
- B = Hydraulic loading Rate
- C = Time on
- D = Time off
- E = Conversion Factor (Annual to Daily)

The application rate should be used to determine the maximum depth of the applied treated effluent. For instance, if the measured basin infiltration rate is 1.7×10^{-4} cm/s the maximum wastewater depth will be the daily application rate minus 1.7×10^{-4} .

In general, maximum treated effluent depth should not exceed 50 cm with a preferable maximum depth of 30 cm. If the treated effluent depth calculation indicates the recommended maximum will be exceeded, either the loading rate should be decreased or the loading cycle adjusted until the maximum basin depth is acceptable.

10.2.3.4 Taux d'application

Lorsqu'on a établi la charge et le cycle de charge, on peut calculer le taux d'application. Si on a, par exemple, une charge hydraulique de 20 m/année, et un cycle de charge selon lequel on fait alterner un jour d'application avec sept jours de séchage, le taux d'application se calcule comme suit :

- A = taux d'application quotidien
- B = charge hydraulique
- C = période d'application
- D = période de repos
- E = facteur de conversion (années en jours)

Le taux d'application devrait servir à déterminer la profondeur maximale d'application des effluents épurés. Par exemple, si le taux d'infiltration mesuré du bassin est de $1,7 \times 10^{-4}$ cm/s, la profondeur maximale d'application des eaux usées sera égale au taux d'application quotidien moins $1,7 \times 10^{-4}$.

En général, la profondeur maximale d'application des effluents épurés ne devrait pas dépasser 50 cm; de préférence, elle devrait se limiter à 30 cm. Si le calcul de la profondeur d'application donne une valeur supérieure au maximum recommandé, il est préférable soit de réduire la charge, soit de modifier le cycle de charge jusqu'à ce que la profondeur maximale du bassin atteigne une valeur acceptable.

10.2.3.5 Monitoring

A monitoring program should provide applied treated effluent quality, the quality of groundwater affected by the RI system and, if required, an analysis of the soil affected by the RI system. Several groundwater samples should be collected from sites expected to be influenced by RI and compared with samples from areas not affected by treated effluent infiltration.

10.2.3.6 Separation Distances

The requirements for RI separation distances are outlined in Section 10.3.3.2.

10.2.4 Runoff

The system shall be designed to prevent surface runoff from entering or leaving the project site.

10.2.5 Fencing and Warning Signs

The project area shall be enclosed with a suitable fence to exclude livestock and discourage trespassing, depending on the level of treatment provided and type of effluent disposal used. A vehicle access gate of sufficient width to accommodate mowing equipment should be provided. All access gates should be provided with locks.

Appropriate signs should be provided along the fence around the project boundaries where necessary to designate the nature of the facility and advise against trespassing.

10.3 GUIDELINES FOR TREATED EFFLUENT IRRIGATION

Treated municipal effluent does not always meet a quality standard that would enable its unrestricted discharge to the sensitive receiving environment. For land application, concerns still remain with respect to elevated concentrations of soluble salts, nutrients, and microbiological quality of the treated effluent.

The major difference between municipal treated effluent and "high quality irrigation water" is the higher concentration of living and nonliving organic material, nitrogen, phosphorus, and in some instances, higher sodium and salt levels in the municipal treated effluent. Low concentration of grease, oil, detergents, and certain metals may also be present, but these are generally at concentrations that do not adversely impact crop's and/or the land if applied through irrigation at rates compatible with a crops seasonal water deficit need. Treated effluent suitability for irrigation is based on a select set of water quality parameters to be tested prior to and during their release. Site acceptability is to be based on pertinent

10.2.3.5 Surveillance

Le programme de surveillance mis en place devrait fournir des données sur la qualité des effluents épurés qu'on applique et sur la qualité des eaux souterraines touchées par le système d'IR; s'il y a lieu, il devrait comprendre l'analyse des sols touchés par le système d'IR. Plusieurs échantillons d'eaux souterraines devraient être prélevés dans les endroits susceptibles de subir les effets de l'IR, et les résultats devraient être comparés à ceux obtenus pour des échantillons prélevés dans des zones non touchées par l'infiltration d'effluents épurés.

10.2.3.6 Distances de sécurité

Les distances de sécurité à respecter pour l'IR sont décrites à la section 10.3.3.2.

10.2.4 Ruissellement

Le système doit être conçu de façon à empêcher tout ruissellement d'eau vers le terrain ou vers l'extérieur.

10.2.5 Clôtures et panneaux de mise en garde

Le périmètre du terrain doit être clôturé de façon à empêcher les animaux d'élevage d'y pénétrer et à limiter le passage des humains, selon le degré de traitement des eaux usées et le mode d'élimination employé. On devrait prévoir un accès pour véhicules, fermé par une barrière, suffisamment large pour laisser passer des faucheuses. Toutes les barrières fermant l'accès devraient être munies d'un dispositif de verrouillage.

Tout autour du site, la clôture devrait porter des panneaux de mise en garde aux endroits appropriés, indiquant la nature des installations et interdisant toute intrusion.

10.3 RECOMMANDATIONS POUR L'IRRIGATION AVEC DES EFFLUENTS ÉPURÉS

Les effluents d'eaux usées municipales épurées ne respectent pas toujours les normes de qualité qui permettraient de les rejeter librement dans les milieux récepteurs sensibles. Pour ce qui est de l'application sur les terres, des préoccupations subsistent quant à la forte teneur des effluents épurés en sels solubles, en nutriments et à leur qualité microbiologique.

La principale différence entre les effluents d'eaux usées municipales épurées et « l'eau d'irrigation de haute qualité » est la plus forte concentration de matière organique vivante et non vivante, d'azote, de phosphore et, dans certains cas, de sodium et de sels que renferment les effluents d'eaux usées municipales épurées. On y retrouve parfois de petites quantités de graisse, d'huile, de détergents et de certains métaux, mais en concentrations généralement trop faibles pour avoir des effets nocifs sur les cultures ou les sols, à condition d'appliquer les eaux usées par irrigation, à des taux compatibles avec le déficit hydrique saisonnier des cultures. Pour déterminer si un effluent épuré est propre à l'irrigation, on se fonde sur une série de paramètres de qualité choisis, mesurés avant et durant l'application.

soil and geological properties, topography, hydrology, climate, and zoning and cropping intentions.

In contrast with natural irrigation waters, municipal treated effluent has numerous additional health and environmental factors that need to be evaluated to ensure no detrimental impacts occur from their use. Due to the origin, the variety and the often changing quality of wastewater generated by municipalities, it is imperative that municipal treated effluent be tested for a much wider range of water quality parameters than is currently necessary for irrigation with natural waters. Irrigation with municipal treated effluent is a suitable disposal option in Atlantic Canada where additional moisture can be effectively utilized for improved crop production. Treated effluent loading is to be based on the consumptive water use of the crop being grown. This loading, however, must also consider seasonal moisture deficiencies, system application efficiencies, and additional considerations related to annual soil leaching and crop nutrient utilization factors. The primary objective should be enhancement of crop production. The root zone of productive soils can often serve as one of the most active media for the decomposition, immobilization, or utilization of wastes. Considering these active processes in the topsoil, treated effluent can often be safely released to land at water quality standards less restrictive than those that would apply to a surface water release option. Further, with the added benefits currently applied to waste re-utilization processes and water conservation practices, treated effluent irrigation is considered an attractive waste disposal option.

10.3.1 Assessment of Municipal Effluent Quality for Treated Effluent Irrigation Development

As water quality standards for municipal treated effluent discharging to surface water bodies become more stringent, the associated treatment costs correspondingly escalate. Irrigation is therefore becoming a more desired alternative for treated effluent disposal for many communities. However, since different water quality variables need to be considered when evaluating wastewater treatment plant effluents as a potential irrigation water source, than those considered for its direct discharge into a receiving stream, a specific set of treated effluent quality reporting requirements must be outlined and defined. In this overall treatise it is therefore important to first evaluate restrictions that may apply to the use of standard sources of irrigation water and then consider what supplemental evaluations would apply to treated effluent irrigation use.

L'acceptabilité du site est fonction des propriétés pédologiques et géologiques pertinentes, de la topographie, des caractéristiques hydrologiques, du climat ainsi que du zonage et des cultures prévus.

Contrairement à l'eau d'irrigation naturelle, les effluents d'eaux municipales épurées doivent être évalués à la lumière de nombreux facteurs supplémentaires ayant trait à la santé et à l'environnement, afin d'éliminer tout risque d'effets nocifs pouvant découler de leur utilisation. En raison de l'origine, de la variété et de la qualité extrêmement changeante des eaux usées produites par les municipalités, il est impératif de soumettre les effluents d'eaux usées municipales épurées à des essais visant à vérifier une gamme de paramètres de qualité de l'eau beaucoup plus vaste que celle qu'on utilise actuellement pour évaluer l'eau d'irrigation naturelle. L'irrigation est une méthode d'élimination des effluents d'eaux usées municipales épurées appropriée au Canada atlantique, là où une source d'humidification supplémentaire peut être utilisée efficacement pour améliorer le rendement des cultures. La charge d'effluent épuré doit être déterminée en fonction des besoins en eau des cultures irriguées. La charge doit cependant tenir compte des déficits hydriques saisonniers, de l'efficacité de l'application et d'autres considérations liées au lessivage annuel du sol et aux facteurs d'utilisation des nutriments par les cultures. L'objectif premier devrait demeurer l'amélioration du rendement des cultures. La rhizosphère des sols productifs constitue souvent l'un des milieux les plus propices à la décomposition, à l'immobilisation ou à l'utilisation de rebuts divers. Compte tenu de cette activité dans la couche arable, on peut souvent rejeter en toute sécurité dans le sol des effluents épurés répondant à des normes de qualité moins strictes que celles qui s'appliqueraient à leur rejet dans les eaux de surface. En outre, au vu des autres avantages actuellement associés aux processus de réutilisation des eaux usées et aux pratiques de conservation de l'eau, l'irrigation avec des effluents épurés est considérée comme une méthode intéressante d'élimination des eaux usées.

10.3.1 Évaluation de la qualité des effluents municipaux épurés en vue de leur utilisation pour l'irrigation.

Plus les normes de qualité des effluents d'eaux usées municipales épurées rejetés dans les plans d'eau de surface se durcissent, plus les coûts de l'épuration augmentent. C'est pourquoi les collectivités privilégient de plus en plus l'irrigation pour l'élimination de leurs effluents épurés. Cependant, comme les variables de qualité prises en compte au moment d'évaluer les effluents d'usines d'épuration en vue de les utiliser comme source d'eau d'irrigation diffèrent de celles considérées dans le cas du rejet direct dans un cours d'eau récepteur, il faut définir à cet égard une série d'exigences particulières pour les rapports sur la qualité des effluents épurés. Dans le présent ouvrage, il convient donc d'évaluer d'abord les restrictions peuvent s'appliquer à l'utilisation des sources conventionnelles d'eau d'irrigation, avant d'envisager les évaluations supplémentaires que pourrait nécessiter l'utilisation d'effluents épurés à des fins d'irrigation.

10.3.1.1 Natural Irrigation Water Quality Characterization

The use of waters for irrigation application normally involves evaluation of the following water quality parameters:

- **Electrical conductivity (EC):** is a reliable indicator of the total dissolved solids (salts) content of the water. The addition of irrigation water to soils adds to the concentration of salt in the soil. Concentration of these salts will result in an increase in osmotic potential in the soil solution interfering with extraction of water by the plants. Toxic effects may also result with an increase in salinity. EC is measured in dS m^{-1} . For specific values on acceptable EC levels in waters used for irrigation, refer to Table 10.4 that follows.
- **Sodium Adsorption Ratio (SAR):** is an indicator of the sodium hazard of water. Excess sodium in relation to calcium and magnesium concentrations in soils destroys soil structure that reduces permeability of the soil to water and air. Sodium may be toxic to some crops.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{Ca^{2+} + Mg^{2+}}}$$

(for concentrations in me/ℓ)

AND

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

(for concentrations in mmol/ℓ)

Cations are expressed in milliequivalent (me) of charge per litre or millimoles (mmol) of charge per litre.

For specific values on acceptable SAR levels in waters used for irrigation, refer to Table 10.4.

- **Boron (B):** is very toxic to most crops at very low levels. In most jurisdictions, excess natural boron in soils and water has not been a problem. Acceptable boron concentrations for agricultural use are included in the applicable sections of the most recently published Canadian Environmental Quality Guidelines.
- **Bicarbonate (HCO_3):** is considered hazardous when concentrations are excessive in some areas and not in others. Waters of high bicarbonate concentrations have been used for many years

10.3.1.1 Caractérisation de la qualité de l'eau d'irrigation naturelle

Normalement, quand on utilise de l'eau pour irriguer, on doit évaluer les paramètres de qualité suivants :

- **La conductivité électrique (CE)** est un indicateur fiable de la concentration de matières dissoutes totales (sels) dans l'eau. L'introduction d'eau d'irrigation dans le sol y augmente la teneur en sels. La concentration de ces sels accroît le potentiel osmotique de la solution du sol, ce qui nuit à l'extraction de l'eau par les végétaux. Des effets toxiques peuvent aussi résulter de l'accroissement de la salinité. L'unité de mesure de la CE est le dS m^{-1} . Pour connaître les valeurs précises de CE acceptables pour l'eau d'irrigation, veuillez consulter le tableau 10.4 ci-dessous.
- **Le rapport d'adsorption du sodium (RAS)** est un indicateur du danger lié au sodium dans l'eau. Une trop forte proportion de sodium dans le sol, par rapport au calcium et au magnésium, détruit la structure pédologique, ce qui réduit la perméabilité du sol à l'eau et à l'air. Le sodium peut s'avérer toxique pour certains végétaux.

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{Ca^{2+} + Mg^{2+}}}$$

(pour les concentrations en mEq/ℓ)

ET

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

(pour les concentrations en mmol/ℓ)

Les concentrations de cations sont exprimées soit en milliéquivalents (mEq) de charge par litre, soit en millimoles (mmol) de charge par litre.

Pour connaître les niveaux précis de RAS acceptables pour l'eau d'irrigation, veuillez consulter le tableau 10.4.

- **Le bore (B)** est très toxique pour la plupart des cultures, même en très faible concentration. La majorité des provinces n'ont jamais connu de problème d'excès de bore d'origine naturelle dans les sols et dans l'eau. Les sections pertinentes des plus récentes Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement stipulent les concentrations de bore jugées acceptables pour une utilisation agricole.
- **Le bicarbonate (HCO_3)** est considéré dangereux à concentration excessive en certains endroits, mais pas partout. Dans certaines provinces, on utilise de l'eau à forte teneur en bicarbonate depuis plusieurs années,

with no adverse effects in some jurisdictions. Acceptable bicarbonate concentrations for agricultural use are included in the applicable sections of the most recently published Canadian Environmental Quality Guidelines.

For further information on any other chemical parameters that may impact irrigation suitability from natural water sources, reference should be made to the applicable sections of the most recently published Canadian Environmental Quality Guidelines.

In light of the preceding factors, only two parameters, SAR and EC are normally of concern when irrigating with most available water sources in most jurisdictions. The limits for these parameters are as follows:

sans observer d'effets nocifs. Les sections pertinentes des plus récentes Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement précisent les concentrations de bicarbonate jugées acceptables pour une utilisation agricole des sols.

Pour de plus amples renseignements sur tout autre paramètre chimique susceptible d'avoir des effets sur les possibilités d'irrigation avec de l'eau de source naturelle, veuillez consulter les sections pertinentes des plus récentes Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement.

À la lumière des facteurs mentionnés plus haut, seuls deux paramètres, le RAS et la CE, sont normalement considérés comme préoccupants par la majorité des provinces pour l'eau d'irrigation provenant de la plupart des sources disponibles. Voici les valeurs limites pour ces paramètres :

TABLE 10.4 TABLEAU 10.4		IRRIGATION WATER QUALITY STANDARDS NORMES DE QUALITÉ DE L'EAU D'IRRIGATION		
		Safe Sans danger	Possibly Safe Probablement sans danger	Hazardous Dangereux
EC dS m ⁻¹ CE (dS m ⁻¹)		< 1.0	1.0 – 2.5	> 2.5
SAR RAS		< 4	4 – 9	> 9

The limits under the heading "Safe", are considered safe for all conditions. The "Possibly Safe" limits are considered safe for some conditions. Decisions should be based on the advice of a specialist. The "Hazardous" limits are considered unsuitable for almost all conditions.

Conditions to be assessed when dealing with waters that are "Possibly Safe" are as follows:

- Climate of the area - The deficit dictates the amount of water applied and consequently the amount of salt applied.
- Crops - Crops with high consumptive use require more irrigation water which again results in higher salt applications.
- Irrigation Practices - frequent irrigation results in less leaching than less frequent water applications. Light, frequent irrigation results in more evaporation. Fall irrigation results in increased leaching.
- Internal drainage - Good internal drainage facilitates rapid leaching of salts out of the root zone. System designs for irrigation with possibly safe water quality require specific investigation and the services of a specialist.

Les limites indiquées dans la colonne « sans danger » sont considérées comme sûres, quelles que soient les conditions. Les limites sous la rubrique « probablement sans danger » sont considérées comme sûres dans certaines conditions; toute décision devrait être fondée sur les conseils d'un spécialiste. Dans presque toutes les conditions, il faut éviter de dépasser les limites de la colonne « dangereux ».

Si on a affaire à des eaux « probablement sans danger », il faut évaluer les conditions suivantes :

- Le climat de la région - Le déficit hydrique détermine la quantité d'eau requise et, partant, la quantité de sel appliquée.
- Les cultures - Les cultures à grande consommation d'eau exigent plus d'irrigation que les autres et reçoivent donc une quantité de sels plus importante.
- Les pratiques d'irrigation - Une irrigation fréquente entraîne moins de lessivage que des applications peu fréquentes. Une irrigation fréquente et peu abondante entraîne une évaporation plus importante. L'irrigation à l'automne accroît le lessivage.
- Le drainage interne - Un drainage interne adéquat favorise le lessivage rapide des sels hors de la rhizosphère. La conception d'un système d'irrigation utilisant de l'eau de qualité probablement sans danger nécessite des études particulières et les services d'un spécialiste.

10.3.1.2 Comprehensive Treated Effluent Characterization

In contrast with fresh irrigation water, municipal treated effluent has additional health and environmental factors that need to be considered to ensure no detrimental impacts occur from its use. Due to the origin, variety and often changing quality of treated effluent generated by municipalities, towns and private sources, it is imperative that municipal treated effluents be periodically tested for a much wider range of water quality parameters than is currently necessary for irrigation with fresh waters. A comprehensive characterization of the treated effluent is necessary as part of the initial treated effluent irrigation application process and subsequently as may be specified by the regulatory agency having jurisdiction. Annual monitoring of a number of key biological and chemical indicator parameters, both prior to and subsequent to any treated effluent irrigation, should also be performed. The comprehensive treated effluent quality characterization requirements and the annual treated effluent quality monitoring requirements are discussed further in subsequent sections that follow.

The comprehensive characterization of treated effluent quality provides a means to ensure a basic level of irrigation quality control. It also provides useful baseline information to evaluate impacts from future irrigation. These impacts may relate to changes that occur in community water sources, waste treatment processes, community size, and community or industrial discharge loadings. In addition, the treated effluent quality characterization process may also provide an opportunity for community planners and engineering consultants to better evaluate the effectiveness of the treatment process and its ability to eliminate harmful constituents that could normally restrict the potential for irrigation use. The requirement of a comprehensive testing analysis in the initial application may enable future analytical testing requirements to be less onerous while still ensuring adequate protection of human health and the environment.

10.3.1.2.1 General Health Related Aspects

Biological assessment of municipal treated effluent is obtained by means of biological counts performed on the treated effluent prior to or on release. Potential human pathogens of concern found in domestic wastewater may be grouped into the following four categories:

- Bacteria (*Salmonella*, *Shigella*, *Mycobacterium*, *Klebsiella*, *Clostridium*)
- Protozoan parasites (*Entamoeba*, *Giardia*, *Trichomonas*)

10.3.1.2 Caractérisation approfondie des effluents épurés

Contrairement à l'eau d'irrigation naturelle, les effluents d'eaux usées municipales épurées exigent la prise en compte de facteurs environnementaux et sanitaires supplémentaires, ceci afin d'éviter que leur utilisation n'entraîne des effets nocifs. En raison de l'origine, de la variété et de la qualité extrêmement changeante des effluents épurés produits par les municipalités, les villes et les sources privées, il faut impérativement soumettre les effluents d'eaux usées municipales épurées à des essais périodiques visant à vérifier une gamme de paramètres de qualité beaucoup plus vaste que celle actuellement employée pour évaluer l'eau d'irrigation naturelle. La caractérisation approfondie de l'effluent épuré est requise dans le cadre du processus initial d'irrigation avec celui-ci, mais aussi par la suite, conformément aux directives de l'organisme de réglementation compétent. Par ailleurs, on doit effectuer un suivi annuel de divers indicateurs biologiques et chimiques clés, avant et après toute irrigation avec des effluents d'eaux usées épurées. Les exigences relatives à la caractérisation approfondie de la qualité des effluents épurés et au suivi annuel de la qualité de ceux-ci sont abordées plus en détail dans les sections suivantes.

La caractérisation approfondie de la qualité des effluents épurés est un moyen d'assurer un contrôle de base de la qualité de l'irrigation. En outre, elle fournit des données de référence utiles pour évaluer les effets des futures campagnes d'irrigation. Ces effets peuvent découler d'une modification des sources d'eau de la collectivité, des procédés d'épuration, de la taille de la collectivité ou de la charge d'eaux usées évacuée par la localité ou les industries. De plus, le processus de caractérisation de la qualité des effluents épurés peut parfois donner aux planificateurs communautaires et aux ingénieurs-conseil l'occasion de bien évaluer l'efficacité du procédé d'épuration et la capacité de ce dernier à éliminer les constituants nocifs qui risqueraient normalement de limiter les possibilités d'utilisation en irrigation. L'exigence d'une analyse approfondie dès la première application permet souvent de réduire les coûts des essais analytiques requis subséquemment tout en assurant une protection adéquate de la santé humaine et de l'environnement.

10.3.1.2.1 Aspects généraux relatifs à la santé

L'évaluation biologique des effluents d'eaux usées municipales épurées fait appel au dénombrement des micro-organismes dans l'effluent épuré, avant ou pendant le rejet. Les agents pathogènes potentiellement préoccupants pour les humains peuvent être regroupés en quatre catégories:

- les bactéries (*Salmonella*, *Shigella*, *Mycobacterium*, *Klebsiella*, *Clostridium*);
- les parasites protozoaires (*Entamoeba*, *Giardia*, *Trichomonas*);

- Helminth parasites (*Ascaris*, *Toxocara*, *Taenia*, *Trichuris*, *Enterobius*)
- Viruses (Picornaviruses, Adenoviruses, Rotaviruses)

The types and numbers of pathogenic organisms in wastewater depend on the nature of the wastewater being treated and the type of wastewater treatment. Wastewater organisms such as bacteria and viruses that are adsorbed to particulate matter tend to co-precipitate during settling phases of sewage treatment and, are thereby partly removed as solids from the water phase (Moore et al 1975). Similarly, encysted and egg stages of parasites, with specific gravities 1.06 to 1.2 (Englebrecht 1978), are effectively removed from the liquid wastewater during the settling phases of wastewater treatment process. The use of trickling filters, activated sludge systems, and effluent disinfection are additional treatment processes traditionally used to further reduce certain pathogenic organisms in wastewater. However, there is no single wastewater treatment process which will remove all pathogenic microorganisms. Many potentially disease causing microorganisms will therefore continue to exist in wastewater. The types and amounts of these microorganisms will vary greatly with the treatment process or combination of the processes utilized. Therefore for wastewater irrigation to be authorized, the minimum treatment requirement is secondary treatment followed by disinfection, and storage as required by regulatory agencies having jurisdiction. Despite their presence, the potential health hazard associated with utilizing treated effluent for irrigation can be minimized by adopting certain precautions and procedures.

The majority of the potentially harmful microorganisms are killed over a period of time by exposure to strong sunlight, high temperatures, and dry weather that may allow their direct application for sites with restricted access. Disinfection of treated effluent prior to land application shall be required where warranted by public health concerns, e.g. golf courses, parks, etc. Bacteriological quality shall meet the standards outlined in Table 10.6.

The timing of effluent irrigation with respect to harvesting crops and grazing livestock is also a factor that must be addressed; for further details reference should be made to Section 10.3.3.4.

Assessment of bacteriological constituents for the comprehensive treated effluent characterization requires only the testing of e-coli and/or fecal coliforms. Additional testing for other bacteriological parameters has not been found to be necessary in some jurisdictions as adoption of a

- les parasites helminthes (*Ascaris*, *Toxocara*, ténia, trichure, *Enterobius*);
- les virus (picornavirus, adénovirus, rotavirus).

Le type et le nombre d'organismes pathogènes dans les eaux usées dépendent de la nature des eaux usées que l'on traite et du procédé de traitement. Les organismes, comme les bactéries et les virus, qui sont présents dans les eaux usées et qui sont adsorbés sur les particules, ont tendance à co-précipiter durant les phases de sédimentation de l'épuration des eaux usées. Ils sont donc partiellement extraits de la phase aqueuse sous forme de solides (Moore *et al.*, 1975). De même, les parasites enkystés ou à l'état d'œufs ayant une densité de 1,06 à 1,2 (Englebrecht, 1978) sont retirés de façon efficace de la phase liquide des eaux usées durant les phases de sédimentation du processus d'épuration. Parmi les autres procédés d'épuration conventionnels employés pour réduire davantage la concentration de certains organismes pathogènes dans les eaux usées, mentionnons les lits bactériens, les procédés par boues activées et la désinfection de l'effluent. Il n'existe cependant aucun procédé d'épuration qui puisse en lui-même éliminer tous les microorganismes pathogènes des eaux usées. Nombre de microorganismes susceptibles de provoquer des maladies demeurent donc dans l'eau usée. Leur type et leur quantité varient énormément en fonction du procédé ou de la combinaison de procédés d'épuration utilisés. Pour obtenir l'autorisation d'irriguer avec des eaux usées, il faut donc, au minimum, soumettre celles-ci à un traitement secondaire suivi d'une désinfection et d'un stockage conformes aux directives de l'organisme de réglementation compétent. Malgré la présence de ces microorganismes, certaines précautions et procédures permettent d'atténuer les risques potentiels que pose l'irrigation avec des effluents épurés pour la santé.

La majorité des microorganismes potentiellement dangereux meurent après une certaine durée d'exposition à un fort ensoleillement, à des températures élevées et au temps sec. Dans ces conditions, il est parfois possible d'appliquer les eaux usées épurées directement sur les terrains à accès restreint. La désinfection de l'effluent épuré avant son application sur le sol est obligatoire là où la protection de la santé publique l'exige, par exemple dans le cas des terrains de golf, des parcs, etc. La qualité bactériologique doit respecter les normes indiquées au tableau 10.6.

Le moment de l'irrigation avec des effluents doit aussi être bien choisi par rapport aux périodes de récolte et de pâturage. Pour de plus amples renseignements à ce sujet, veuillez consulter la section 10.3.3.4.

L'évaluation des constituants biologiques aux fins de la caractérisation approfondie de l'effluent épuré nécessite uniquement la vérification de la présence d'*E. coli* et (ou) de coliformes fécaux. Certaines provinces ont déterminé que les essais supplémentaires visant à vérifier les autres paramètres bactériologiques ne sont

best practicable treatment approach requiring primary treatment, storage, and various crop restrictions before irrigation, has proven appropriate in protecting the public from any adverse exposures to these particular constituents.

10.3.1.2.2 Other Water Quality Aspects

Other water quality aspects to be included in the comprehensive treated effluent characterization assessment prior to the development of a treated effluent irrigation system are included in the following section:

1) General Chemical Parameters

The general parameters are those that are analyzed to assess the effectiveness of the wastewater treatment process and to evaluate variability in the quality of the wastewater prior to its release to the environment. They also represent water quality values that, if exceeded, can often restrict treated wastewater sources from being considered for irrigation purposes.

- *Biochemical Oxygen Demand (BOD):* typically below 25 mg/l for most municipal treated effluents following secondary treatment.
- *Total Suspended Solids (TSS):* typically below 25 mg/l for most municipal treated effluent following secondary treatment.
- *Chemical Oxygen Demand (COD):* typically below 50 mg/l for most municipal treated effluents following secondary treatment.
- *pH:* typically ranges from 6.5 to 8.5 for most municipal treated effluents. These values are comparable to most natural surface waters and are considered to pose no restriction to irrigation use. A continued long-term use of waters outside this pH range could eventually alter naturally occurring pH levels in surface soils to which they are applied and therefore could possibly lead to micro nutrient imbalances and potential future crop production and fertility problems.
- *Electrical Conductivity (EC):* these values range widely within municipal treated effluent and like some natural water sources exceed levels that would be recommended for irrigation.

Those municipal treated effluent with EC values less than 1.0 dS/m are considered of good quality and should pose no problems for irrigation use, unless the sodium adsorption ratio (SAR) of the treated effluent is greater than 4.

pas nécessaires, puisque l'adoption de méthodes d'épuration exemplaires, comportant un traitement primaire, le stockage et diverses restrictions de culture avant l'irrigation, s'est avérée suffisante pour protéger le public de toute exposition dangereuse à ces constituants.

10.3.1.2.2 Autres aspects relatifs à la qualité de l'eau

La présente section aborde certains autres aspects relatifs à la qualité de l'eau qu'il faut évaluer dans le cadre de la caractérisation approfondie de l'effluent épuré, avant d'élaborer un système d'irrigation avec des effluents épurés.

1) Paramètres chimiques généraux

Les paramètres généraux sont ceux qu'on analyse pour évaluer l'efficacité du procédé d'épuration des eaux usées et la variabilité de la qualité de celles-ci avant leur rejet dans l'environnement. Ils constituent en outre des valeurs de qualité de l'eau qu'il faut éviter de dépasser si on ne veut pas restreindre les possibilités d'irrigation avec ces eaux usées.

- *Demande biochimique en oxygène (DBO):* normalement inférieure à 25 mg/l après le traitement secondaire de la plupart des effluents d'eaux municipales.
- *Matières solides totales en suspension (MSTs):* normalement inférieure à 25 mg/l après le traitement secondaire de la plupart des effluents d'eau municipale.
- *Demande chimique en oxygène (DCO):* normalement inférieure à 50 mg/l après le traitement secondaire de la plupart des effluents d'eau municipale.
- *pH:* normalement situé entre 6,5 et 8,5 pour la plupart des effluents d'eaux usées municipales épurées. Ces valeurs, comparables à celles de la majorité des eaux de surface naturelles, ne donnent lieu à aucune restriction quant aux possibilités d'utilisation pour l'irrigation. À long terme, une utilisation continue d'eau dont le pH n'appartient pas à cette fourchette risquerait de modifier le niveau d'acidité naturel des sols superficiels irrigués et d'entraîner un déséquilibre des nutriments ainsi que des problèmes de rendement et de fertilité des cultures.
- *Conductivité électrique (CE):* cette valeur varie énormément selon les effluents d'eaux usées municipales épurées et, à l'instar de la CE de certaines sources d'eau naturelles, dépasse parfois le niveau recommandé pour l'irrigation.

On considère que les eaux municipales épurées dont la CE est inférieure à 1,0 dS/m sont de bonne qualité et ne devraient poser aucun problème pour l'irrigation, à moins que le rapport d'adsorption du sodium (RAS) de l'effluent épuré soit supérieur à 4.

Municipal treated effluents found to have EC values between 1.0 and 2.5 dS/m are considered marginal for irrigation and are usually restricted to use on land with favourable internal drainage properties. Crops normally grown under irrigation with such municipal treated effluent would not be impacted significantly. For situations where treated effluent of this quality is utilized for irrigation on a regular ongoing basis, supplemental approval conditions, requesting the periodic testing and reporting of salinity levels for lands being irrigated, would most likely apply. Results from such testing should be reported to the regulatory agency having jurisdiction, if:

- complaints of adverse impacts to the irrigated lands have been raised; or
- an application for approval renewal was being processed and concerns over deteriorating crop conditions were an issue.

Provision for periodic salt leaching is often advisable when considering treated effluent irrigation with water in this EC range.

Treated effluents with EC values exceeding 2.5 dS/m must not be used for irrigation purposes. Any such application would be restricted to a low volume discharge situation and require supplemental monitoring and reporting to be compiled on a regular basis.

It may be noted that EC values are often high in communities that utilize groundwater as a water supply source. Improving the quality of water supplies for these communities or adopting an alternate water supply source can lead to improvement in final treated effluent EC levels for these communities and possibly improve its suitability for irrigation.

- *Sodium Adsorption Ratios (SAR)* values can vary widely within municipal wastewater treatment facilities and like many natural water sources can often occur at levels that restrict their use for irrigation applications. Since adverse effects from high SAR are also dependent on the associated EC levels of the treated effluent, one should be aware of this interrelationship when evaluating SAR.

As a general guide treated effluent having SAR values less than 4 pose no problem for irrigation use.

On considère que les effluents d'eaux usées municipales épurées dont la CE se situe entre 1,0 et 2,5 dS/m sont d'une qualité tout juste acceptable pour l'irrigation. Normalement, on limite leur utilisation aux terres dotées de propriétés de drainage interne favorables. Les produits cultivés normalement irrigués avec de telles eaux ne devraient pas subir d'effets négatifs importants. Si on utilise un effluent épuré de cette qualité pour irriguer de façon régulière et permanente, il est probable que des conditions d'approbation supplémentaires s'imposent, notamment l'obligation de vérifier périodiquement le niveau de salinité des terres irriguées et d'en faire rapport. Les résultats des essais de salinité devraient être communiqués à l'organisme de réglementation compétent dans les cas suivants :

- des plaintes ont été formulées à propos d'effets néfastes sur les terres irriguées;
- au cours du traitement d'une demande de renouvellement d'approbation, des préoccupations surgissent quant à la détérioration de l'état des cultures.

Il est souvent conseillé de prévoir un lessivage périodique des sels lorsqu'on envisage d'irriguer avec des effluents épurés dont la CE se situe dans cette gamme.

Aucun effluent épuré ayant une CE supérieure à 2,5 dS/m ne doit servir à l'irrigation. Toute application de ce type d'effluent serait limitée à des faibles volumes, et exige un suivi supplémentaire accompagné de rapports réguliers.

Signalons que les valeurs de CE sont souvent élevées dans les localités dont l'approvisionnement en eau provient de sources souterraines. En améliorant la qualité de leur approvisionnement en eau ou en adoptant une autre source d'approvisionnement, ces localités peuvent améliorer la CE de leurs effluents finaux et le rendre acceptable pour à des fins d'irrigation.

- *Rapport d'adsorption du sodium (RAS)*: cette valeur varie énormément selon les usines d'épuration municipales et, comme dans beaucoup d'eaux de source naturelle, elle atteint souvent un niveau qui limite les utilisations pour l'irrigation. Comme les effets néfastes d'un RAS élevé dépendent également de la CE des effluents épurés, il faudrait tenir compte de cette interrelation lors de l'évaluation du RAS.

En général, les effluents épurés dont le RAS est inférieur à 4 ne posent aucun problème pour l'irrigation.

Municipal treated effluents with SAR values ranging between 4 and 9 are considered marginal for irrigation and must include careful management to avoid potential damage to the land base or reduced crop productivity. Applying treated effluent of this quality can be particularly damaging on very fine textured soils or in situations where EC values of the treated effluent are less than 1 dS/m. Occasional calcium nitrate or gypsum applications may be helpful as a supplemental management practice on lands receiving irrigation applications of this quality for long periods of time. For situations where marginal municipal treated effluent quality is utilized for irrigation, supplemental approval conditions, including periodic testing would apply. Results from such testing should be reported to the regulatory agencies having jurisdiction, if:

- complaints of adverse impacts to the irrigated lands have been raised; or
- an application for approval renewal was being processed and concerns of deteriorating soil quality or reduced crop productivity were an identified issue.

Treated effluent with SAR values exceeding 9 should not be used for irrigation.

Communities using ion-exchange process for water softening can significantly increase SAR values in the wastewater. Hence, careful and regular monitoring of SAR levels within systems where water softeners are used is important.

2) *Nutrients*

One of the main advantages of using treated effluent irrigation is that it may often enhance the fertility of the lands to which it is applied. This can add considerably to potential crop yield and therefore the associated agricultural resource value. Nutrient loading rates, while significant, are seldom at levels that would present a concern when using municipal treated effluent for irrigation. Most nutrient levels are well within the range that can be assimilated by plants if the treated effluent is applied at a rate and frequency that conforms to active crop growth. Potential contamination of groundwater would only be a concern under extremely shallow groundwater levels, unsuitable soil conditions, or gross mismanagement of the applied treated effluent. Since all these factors are carefully considered as part of the guidelines, potential contamination of the groundwater should not present a concern. The following nutrients should be analyzed and reported as part of the comprehensive treated effluent quality characterization process:

On considère que les effluents d'eaux usées municipales épurées dont le RAS se situe entre 4 et 9 sont d'une qualité tout juste acceptable pour l'irrigation. Leur utilisation doit s'accompagner d'une gestion précautionneuse afin d'éviter tout risque de causer des dommages au sol ou de réduire le rendement des cultures. L'application d'effluents épurés de cette qualité peut s'avérer particulièrement nocive dans le cas des sols à texture très fine ou dans les situations où la CE de l'effluent épuré est inférieure à 1 dS/m. Comme mesure de gestion supplémentaire, on peut appliquer du nitrate de calcium ou du gypse de temps en temps sur les terres irriguées pendant de longues périodes avec des eaux usées de cette qualité. Là où on utilise des effluents d'eaux usées municipales épurées de qualité tout juste acceptable pour irriguer, des conditions d'approbation supplémentaires s'imposent, notamment l'obligation d'effectuer des essais périodiques. Les résultats de ces essais devraient être communiqués à l'organisme de réglementation compétent dans les cas suivants :

- des plaintes ont été formulées à propos d'effets néfastes sur les terres irriguées;
- au cours du traitement d'une demande de renouvellement d'approbation, des préoccupations surgissent quant à la détérioration de l'état des cultures.

Aucun effluent épuré ayant un RAS supérieur à 9 ne devrait servir à l'irrigation.

Les localités qui adoucissent leur eau au moyen d'un procédé d'échange d'ions peuvent augmenter substantiellement le RAS de leurs eaux usées, d'où l'importance de surveiller de façon régulière et soignée le RAS dans les réseaux dotés d'adoucisseurs d'eau.

2) *Nutriments*

L'un des principaux avantages de l'irrigation avec des effluents épurés réside dans la capacité d'accroître la fertilité des sols récepteurs. Le procédé peut améliorer de façon considérable le rendement potentiel des cultures et, partant, la valeur associée aux ressources agricoles. La charge en nutriments des effluents d'eaux usées municipales épurées employées pour l'irrigation, bien qu'importante, atteint rarement un niveau préoccupant. La concentration de la plupart des nutriments se situe à l'intérieur de la gamme assimilable par les végétaux si on applique l'effluent épuré à un taux et à une fréquence qui concordent avec la croissance active des cultures. Le risque de contamination des eaux souterraines n'existe que si les nappes aquifères sont très peu profondes, si les conditions pédologiques sont inappropriées ou si de graves erreurs de gestion des eaux usées appliquées sont commises. Comme les présentes recommandations abordent tous ces facteurs en détail, les risques de contamination des eaux souterraines ne devraient susciter aucune préoccupation. Dans le cadre du processus de caractérisation approfondie de la qualité des effluents épurés, l'analyse devrait porter sur les nutriments suivants :

- a) Nitrogen can be evaluated in a number of different forms. Regular evaluation of nitrogen by analyzing for $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, and TKN should be conducted. The typical concentration for total nitrogen of most municipal treated effluent is up to 20 mg/l. This means that if 30 cm/a of treated effluent were applied, an N loading of 30 to 60 kg/ha/a. would be applied to the land base. Providing treated effluent is not applied in quantities that exceed the field moisture capacity during periods of treated effluent applications, and is applied during the active crop growing season, such loadings can be easily assimilated by the growing crop without harmful health or environmental concerns developing. Treated effluent that consists of a total nitrogen concentration within the typical range can easily be assimilated by the growing crop without harmful health or environmental concerns provided treated effluent is not applied in quantities that exceed the field moisture capacity and it is applied during active crop growing season.
- b) Phosphorus is to be evaluated as total phosphorus. The typical concentration of total phosphorus in municipal treated effluent following secondary treatment is up to 6 mg/l. If 30 cm/a of treated effluent were applied, this would translate to a P loading of 6 to 18 kg/ha/a. Since these levels are considered to be reasonably low and phosphorus is effectively immobilized in most soils at shallow depths, the potential for adverse impacts on groundwater quality is remote. Care must be exercised, however, to ensure treated effluent applications are applied at rates that do not exceed the infiltration capacity of the soils as high phosphorus levels in surface runoff and erosion sediments can create significant environmental concern if washed into neighbouring lakes, streams or other surface water bodies.
- c) Potassium is another major nutrient present in treated effluent of value for crop production that should be evaluated. The typical concentration for potassium in most municipal treated effluent is up to 40 mg/l. If 30 cm/a of treated effluent were applied this would translate to a K loading of 15 to 120 kg/ha/a. Such levels are normally assimilated by crops and are thus not considered to be an environmental or health risk.
- a) L'azote peut être évalué sous différentes formes. Une évaluation de l'azote par l'analyse du $\text{NO}_3\text{-N}$, du $\text{NH}_3\text{-N}$, du $\text{NO}_2\text{-N}$ et du TKN devrait être effectuée à intervalles réguliers. La teneur en azote total de la plupart des effluents d'eaux usées municipales épurées atteint au maximum 20 mg/l. Donc, si on irrigue des effluents épurés à raison de 30 cm/a, on apporte au sol une charge d'azote de 30 à 60 kg/ha/a. Dans la mesure où la quantité d'eau usée appliquée reste en deçà de la capacité d'absorption d'humidité du sol durant les périodes d'application et où on irrigue durant la période de croissance active des cultures, la charge d'azote est facilement assimilée par les végétaux sans qu'on doive s'inquiéter de problèmes environnementaux ou de santé. Les effluents épurés dont la teneur en azote total se situe dans la gamme normale sont facilement assimilables par les végétaux en croissance, sans effets négatifs sur l'environnement ou la santé, à condition de respecter les quantités dictées par la capacité d'absorption d'humidité du sol et d'appliquer les eaux usées durant la période de croissance active des cultures.
- b) Le phosphore doit être évalué sous forme de phosphore total. Normalement, la teneur en phosphore total des effluents d'eaux usées municipales, après le traitement secondaire, atteint au maximum 6 mg/l. Si on irrigue avec des effluents épurés à raison de 30 cm/a, on génère une charge de P de 6 à 18 kg/ha/a. Ces valeurs étant considérées comme relativement peu élevées, et le phosphore étant immobilisé efficacement à faible profondeur dans la plupart des sols, la qualité des eaux souterraines risque très peu de s'en ressentir. Il faut cependant se montrer prudent et éviter d'appliquer les effluents épurés à des taux qui excèdent la capacité d'infiltration des sols. En effet, une forte concentration de phosphore dans l'eau de ruissellement et dans les sédiments d'érosion peut provoquer de graves problèmes environnementaux si ces vecteurs atteignent les lacs, les ruisseaux ou d'autres plans d'eau avoisinants.
- c) Le potassium est un autre nutriment majeur présent dans les effluents épurés dont il importe d'évaluer l'incidence sur les cultures. Normalement, la teneur en potassium de la plupart des effluents d'eaux usées municipales épurées atteint au maximum 40 mg/l. Si on irrigue avec des effluents épurés à raison de 30 cm/a, on génère une charge de K de 15 à 120 kg/ha/a. À de tels niveaux, le phosphore est facilement assimilable par les cultures; il n'y a donc pas lieu de s'inquiéter d'éventuels risques pour l'environnement ou la santé.

3) Major Cations and Anions

The treated effluent should be analyzed and reported for the following cations and anions in the required comprehensive treated effluent characterization:

Calcium (Ca) mg/l
Magnesium (Mg) mg/l
Sodium (Na) mg/l
Carbonate (CO₃) mg/l
Bicarbonate (HCO₃) mg/l
Alkalinity, total (CaCO₃) mg/l
Fluoride (F) mg/l
Sulphate (SO₄) mg/l
Chloride (Cl) mg/l

4) Metals

Uptake of harmful amounts of toxic heavy metals by plants is not considered a potential risk in use of municipal treated effluent, as most metals are removed from the wastewater in the primary treatment process. However as a precautionary measure, all wastewater should be initially tested for the following metals in Table 10.5 to ensure levels are below recommended CCME Canadian Environmental Quality Guidelines prior to granting authorization for irrigation application.

Since collection of this information is intended more as a general treated effluent quality characterization inventory rather than for purposes of assessing irrigation water quality limits, specific values will likely not be exceeded for most municipal treated effluent tested.

In addition, a careful evaluation of any industrial discharges into the municipal system and their potential impact on overall wastewater quality must also be addressed. If, due to the nature of these industrial activities, concerns relating to any other chemicals become evident, then these chemicals should also be added to the comprehensive list of suggested chemical parameters for treated effluent characterization.

3) Principaux cations et anions

Dans le cadre de la caractérisation approfondie exigée pour les effluents épurés, la concentration des cations et des anions suivants dans les eaux usées épurées devrait faire l'objet d'analyses et de rapports :

Calcium (Ca) mg/l
Magnésium (Mg) mg/l
Sodium (Na) mg/l
Carbonate (CO₃) mg/l
Bicarbonate (HCO₃) mg/l
Alcalinité totale (CaCO₃) mg/l
Fluorures (F) mg/l
Sulfates (SO₄) mg/l
Chlorures (Cl) mg/l

4) Métaux

L'absorption de quantités dangereuses de métaux lourds toxiques par les végétaux n'est pas considérée comme un risque potentiel associé à l'utilisation d'effluents d'eaux usées municipales épurées, puisque le procédé de traitement primaire élimine la plupart des métaux présents dans ceux-ci. Toutefois, par précaution, il convient de vérifier si la concentration des métaux énumérés au tableau 10.5 est inférieure, dans les eaux usées, aux valeurs établies dans les Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement du CCME avant d'autoriser l'usage de ces eaux à des fins d'irrigation.

Comme cette analyse vise davantage à fournir des données générales sur la qualité des effluents épurés qu'à évaluer les limites de la qualité de l'eau d'irrigation, il est probable que les concentrations respecteront les plafonds spécifiés dans la plupart des effluents d'eaux usées municipales analysés.

Par ailleurs, il faut évaluer attentivement tout effluent industriel rejeté dans le réseau municipal et ses éventuelles répercussions sur la qualité globale des eaux usées. Si, en raison de la nature des activités industrielles en cause, des préoccupations relatives à une substance chimique autre que celles déjà abordées se dessinent, la substance en question devrait être ajoutée à la liste des paramètres chimiques dont l'analyse est recommandée dans le cadre de la caractérisation des effluents épurés.

TABLE 10.5		Canadian Environmental Quality Guidelines for the Protection of Agricultural Water Uses
Parameter	Concentration (µg/l) ^a	Remarks ^b
Aluminum	5000	Can cause unproductiveness in acid solids (pH < 5.5), but more alkaline solids at pH > 5.5 will precipitate the ion and eliminate any toxicity.
Arsenic	100	Toxicity to plants varies widely, ranging from 12 mg/l for Sudan grass to less than 0.05 mg/l for rice.
Beryllium	100	Toxicity to plants varies widely, ranging from 5 mg/l for kale to 0.5 mg/l from bush beans.
Boron	500 - 6000	Boron is very toxic to most crops at very low levels. In most jurisdictions, excess natural boron in soils and water has not been a problem.
Cadmium	5.1	Toxic to beans, beets and turnips at concentrations as low as 0.1 mg/l in nutrient solutions. Conservative limits recommended because of its potential for accumulation in plants and soils to concentrations that may be harmful to humans.
Chromium - Trivalent Cr (iii) - Hexavalent Cr (vi)	4.9 8.0	Not generally recognized as an essential growth element. Conservative limits recommended because of lack of knowledge on toxicity to plants.
Cobalt	50	Toxic to tomato plants at 0.1 mg/l in nutrient solution. Tends to be inactivated by neutral and alkaline soils.
Copper	200 - 1000	Toxic to a number of plants at 0.1 to 1.0 mg/l in nutrient solutions.
Fluoride	1000	Inactivated by neutral and alkaline soils.
Iron	5000	Not toxic to plants in aerated soils but can contribute to soil acidification and loss of reduced availability of essential phosphorus and molybdenum. Overhead sprinkling may result in unsightly deposits on plants, equipment, and buildings.
Lead	200	Can inhibit plant cell growth at very high concentrations.
Lithium	2500	Tolerated by most crops up to 5 mg/l; mobile in soil. Toxic to citrus at low levels (>0.075 mg/l). Acts similar to boron.
Manganese	200	Toxic to a number of crops at a few tenths mg to a few mg/l, but usually only in acid soils.
Molybdenum	10 - 50	Not toxic to plants at normal concentrations in soil and water. Can be toxic to livestock if forage is grown in soils with high levels of available molybdenum.
Nickel	200	Toxic to a number of plants at 0.5 to 1.0 mg/l; reduced toxicity at neutral or alkaline pH
Selenium	20 - 50	Toxic to plants at concentrations as low as 0.025mg/l and toxic to livestock if forage is grown in soils with relatively high levels of added selenium. An essential element for animals bit in very low concentrations.
Tin	-	Effectively excluded by plants; specific tolerance unknown.
Titanium	-	(See remark for tin)
Tungsten	-	(See remark for tin)
Uranium	10	
Vanadium	100	Toxic to many plants at relatively low concentrations
Zinc	1000 - 5000	Toxic to many plants at widely varying concentrations; reduced toxicity at pH > 6.0 and in fine-textured or organic soils.

a- Limits are adopted from the Summary Table, Canadian Environmental Quality Guidelines, Canadian Council of Minister of the Environment, 2005

b- Adopted from Metcalf & Eddy Inc., "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse", 2003.

TABLEAU 10.5		Recommandations canadiennes pour la qualité de l'eau en vue de protéger les utilisations de l'eau à des fins agricoles
Paramètre	Concentration (µg/l)^a	Remarques
Aluminium	5 000	Peut entraîner l'improductivité dans les sols acides (pH < 5,5), mais les sols plus alcalins, de pH > 5,5, précipitent l'ion et éliminent toute toxicité.
Arsenic	100	Toxicité très variable en fonction des végétaux : de 12 mg/l pour l'herbe du Soudan à moins de 0,05 mg/l pour le riz.
Béryllium	100	Toxicité très variable en fonction des végétaux : de 5 mg/l pour le chou vert à 0,5 mg/l pour le haricot nain.
Bore	500 - 6 000	Le bore est très toxique, même en très faible concentration, pour la plupart des cultures. Dans la majorité des provinces, la présence excessive de bore naturel dans le sol et dans l'eau n'a jamais posé de problème.
Cadmium	5,1	Toxique pour les haricots, les betteraves et les navets dès que la concentration atteint 0,1 mg/l dans les solutions nutritives. On recommande des limites prudentes à cause du potentiel d'accumulation de l'élément dans les végétaux et les sols, jusqu'à des concentrations susceptibles de présenter des dangers pour les humains.
Chrome - Cr Trivalent (iii) - Cr Hexavalent (vi)	4,9 8,0	Généralement non considéré comme un élément essentiel à la croissance. On recommande des limites prudentes en raison du manque de connaissances sur la toxicité pour les végétaux.
Cobalt	50	Toxique pour les plants de tomates en concentration de 0,1 mg/l dans les solutions nutritives. Souvent inactivé par les sols neutres ou alcalins.
Cuivre	200 - 1 000	Toxique pour divers végétaux en concentration de 0,1 à 1,0 mg/l dans les solutions nutritives.
Fluorures	1 000	Inactivés par les sols neutres ou alcalins.
Fer	5 000	Non toxique pour les végétaux dans les sols aérés, mais susceptible de contribuer à l'acidification du sol et à la perte ou à la réduction du phosphore et du molybdène disponibles, qui sont des éléments essentiels. L'aspersion sur le feuillage peut générer des dépôts inesthétiques sur les végétaux, l'équipement et les bâtiments.
Plomb	200	À très forte concentration, peut inhiber la croissance cellulaire des végétaux.
Lithium	2 500	Toléré par la plupart des cultures jusqu'à une concentration de 5 mg/l; mobile dans le sol. Toxique à faible concentration (> 0,075 mg/l) pour les agrumes. Action semblable à celle du bore.
Manganèse	200	Toxique pour diverses cultures à des concentrations variant de quelques dixièmes de mg/l à quelques mg/l, mais, habituellement, dans les sols acides seulement.
Molybdène	10 - 50	Non toxique pour les végétaux à concentration normale dans le sol et l'eau. Peut être toxique pour les animaux d'élevage si le fourrage est cultivé dans des sols à forte teneur en molybdène disponible.
Nickel	200	Toxique pour divers végétaux en concentrations de 0,5 à 1,0 mg/l; toxicité réduite en milieu neutre ou alcalin.
Sélénium	20 - 50	Toxique pour les végétaux dès que la concentration atteint 0,025 mg/l et toxique pour les animaux d'élevage si le fourrage est cultivé dans des sols à teneur relativement élevée en sélénium ajouté. Élément essentiel pour les animaux, mais en très faible concentration.
Étain	-	Exclu de façon efficace par les végétaux; tolérance spécifique inconnue.
Titane	-	(Voir la remarque sur l'étain)
Tungstène	-	(Voir la remarque sur l'étain)
Uranium	10	
Vanadium	100	Toxique pour divers végétaux en concentrations relativement faibles.
Zinc	1 000 - 5 000	Toxique pour divers végétaux en concentrations très variables; toxicité réduite à pH > 6,0 et dans les sols organiques ou à texture fine.

a- Limites tirées du tableau sommaire des Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2005.

b- Adapté de Metcalf & Eddy Inc., *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, 2003.

10.3.1.3 Annual Treated Effluent Quality Monitoring Requirements

Wastewater must also be analyzed and results reported annually for certain water quality parameters, both prior to and on completion of each irrigation application event. This monitoring requirement is in addition to the comprehensive treated effluent characterization outlined in Section 10.3.1.2. For annual testing purposes the treated effluent should be sampled at the pipe inlet of the irrigation distribution equipment. The treated effluent quality for treated effluent irrigation shall meet the standards specified in Table 10.6.

10.3.1.3 Exigences en matière de surveillance annuelle de la qualité des effluents épurés

Les eaux usées doivent également faire l'objet d'analyses visant certains paramètres de qualité, avant et après chaque campagne d'irrigation, et les résultats d'analyse doivent être consignés dans un rapport annuel. Cette exigence s'ajoute à l'obligation de procéder à une caractérisation approfondie des effluents épurés, décrite à la section 10.3.1.2. Aux fins des essais annuels, on doit prélever les échantillons d'effluents épurés à la prise d'eau de l'équipement de distribution du système d'irrigation. La qualité des effluents épurés utilisés pour l'irrigation doit respecter les normes indiquées au tableau 10.6.

TABLE 10.6 TREATED EFFLUENT QUALITY GUIDELINES FOR WASTEWATER IRRIGATION				
Parameter	Guideline		Type of Sample	Comments
	Restricted Used	Unrestricted Use		
<i>E. Coli</i> *	< 200MPN/100 ml	< 2MPN/100 ml	Grab (twice/month)	For unrestricted use, sampling should be conducted prior to startup and on a weekly basis. For restricted use sampling should be conducted prior to startup and then one more sample sometime during discharge.
DOD	25 mg/ℓ	10 mg/ℓ	Grab / composite**	Sampling should be conducted at startup and once during discharge.
COD	50 mg/ℓ	20 mg/ℓ	Grab / composite**	Samples collected twice annually, prior to and on completion of a major irrigation event
TSS	25 mg/ℓ	10 mg/ℓ	Grab / composite**	For unrestricted use, sampling should be conducted prior to startup and on a weekly basis. For restricted use sampling should be conducted prior to startup and then one more sample sometime during discharge.
Electrical Conductivity	1.0 – 2.5 dS/m	< 1.0 dS/m	Grab / composite**	Samples collected twice annually, prior to and on completion of a major irrigation event
SAR	4 – 9 when CE > 1.0 dS/m	< 4	Grab / composite** (once/month)	Samples collected twice annually, prior to and on completion of a major irrigation event
pH	6.5 à 8.5		Grab / composite**	Samples collected twice annually, prior to and on completion of a major irrigation event

* For golf courses and parks only.

** Grab sample would suffice if storage is provided; Composite sample is required if storage is not provided.

TABLEAU 10.6		RECOMMANDATIONS POUR LA QUALITÉ DES EFFLUENTS ÉPURÉS UTILISÉS À DES FINS		
Paramètre	Recommandations		Type d'échantillon	Commentaires
	Réglementé	Non réglementé		
<i>E. Coli</i> *	NPP < 200/100 ml	NPP < 2/100 ml	Ponctuel (deux fois/mois)	Pour les usages non réglementés, l'échantillonnage devrait se faire avant le démarrage des activités, puis une fois par semaine. Pour les usages réglementés, l'échantillonnage devrait se faire avant le démarrage des activités, puis une autre fois durant le rejet.
DBO	25 mg/l	10 mg/l	Ponctuel / composé**	L'échantillonnage devrait se faire avant le démarrage des activités, puis une autre fois durant le rejet.
DCO	50 mg/l	20 mg/l	Ponctuel / composé**	Prélèvement d'échantillons deux fois par an, avant et après les grandes campagnes d'irrigation.
TSS	25 mg/l	10 mg/l	Ponctuel / composé**	Pour les usages non réglementés, l'échantillonnage devrait se faire avant le démarrage des activités, puis une fois par semaine. Pour les usages réglementés, l'échantillonnage devrait se faire avant le démarrage des activités, puis une autre fois durant le rejet.
Conductivité électrique	1,0 – 2,5 dS/m	< 1,0 dS/m	Ponctuel / composé**	Prélèvement d'échantillons deux fois par an, avant et après les grandes campagnes d'irrigation.
RAS	4 – 9 lorsque la CE > 1,0 dS/m	< 4	Ponctuel / composé** (une fois/mois)	Prélèvement d'échantillons deux fois par an, avant et après les grandes campagnes d'irrigation.
pH	6,5 à 8,5		Ponctuel / composé**	Prélèvement d'échantillons deux fois par an, avant et après les grandes campagnes d'irrigation.

* Terrains de golf et parcs seulement.

** Les échantillons ponctuels suffisent si le stockage est prévu; sinon, on doit prélever des échantillons composés.

NPP – Nombre le plus probable.

10.3.1.4 Other Requirements

10.3.1.4 Autres exigences

TABLE 10.7 TABLEAU 10.7		GUIDELINES FOR INTERPRETATIONS OF WATER QUALITY FOR IRRIGATION ^{1a} RECOMMANDATIONS POUR L'INTERPRÉTATION DE LA QUALITÉ DE L'EAU D'IRRIGATION ^{1a}			
Potential irrigation problem Problèmes d'irrigation possibles	Units Unité	Degree of restriction on use Degré de réglementation de l'utilisation			
		None Aucune réglementation	Slight to moderate Faible à moyen	Severe Élevé	
Salinity (affects crop water availability) Salinité (affecte la disponibilité de l'eau pour les cultures)					
EC _w CE _{eau}	dS/m or mmho/cm	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0	
TDS MDT	mg/ℓ	< 450	450 - 2000	> 2000	
Permeability (affects irrigation rate of water into the soil. Evaluate using EC _w and SAR or adj R _{Na} together) ^b Perméabilité (affecte le taux d'irrigation de l'eau dans le sol. Évaluer à l'aide de la CE _{eau} et du RAS ou du RAS ajusté) ^b					
adj R _{Na} = 0 - 3 RAS ajusté = 0 - 3		and EC _w ≥ 0.7 et CE _{eau} ≥ 0,7	0.7 - 0.2	< 0.2	
3 - 6		≥ 1.2	1.2 - 0.3	< 0.3	
6 - 12		≥ 1.9	1.9 - 0.5	< 0.5	
12 - 20		≥ 2.9	2.9 - 1.3	< 1.3	
20 - 40		≥ 5.0	5.0 - 2.9	< 2.9	
Specific ion toxicity (affects sensitive crops) Ions à toxicité spécifique (affectent les cultures sensibles)					
Sodium (Na)					
Sprinkler irrigation Irrigation par aspersion	mg/ℓ	< 70	> 70		
Chloride (Cl) Chlorure (Cl)					
Sprinkler irrigation Irrigation par aspersion	mg/ℓ	< 100	> 100		
Boron (B) Bore (B)	mg/ℓ	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0	
Trace Elements (See Table 10. 5) Oligo-éléments (voir le tableau 10.5)					
Miscellaneous effects (affects susceptible crops) Paramètres divers (affectent les cultures sensibles)					
Nitrogen (total - N) Azote (N total)	mg/ℓ	< 5			
pH	Unit Unité		Normal range Gamme normale 6.5 - 8.4		

a – From Metcalf & Eddy Inc., "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse", 2003.

b – For treated effluent irrigation, it is recommended that SAR be adjusted to include a more correct estimate of calcium in the soil water.

a – Tiré de Metcalf & Eddy Inc., *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, 2003.

b – Pour l'irrigation avec des effluents épurés, on recommande d'ajuster le RAS afin d'inclure une estimation plus exacte du calcium dans l'eau du sol.

10.3.2 Assessment of Land Suitability for Proposed Treated Effluent Irrigation Development

Land classification and other relevant soil, climate, and groundwater assessment activities are generally performed after completing the comprehensive treated effluent characterization assessment, and results of the treated effluent characterization have shown that the wastewater is suitable for irrigation.

Careful assessment and characterization of the land base including associated soil, groundwater, and other crop related inputs are required prior to proceeding with actual design of the treated effluent irrigation system. A site is classed as suitable for treated effluent application only if it is found to possess soil, climatic, and physical characteristics that enable effective utilization of the treated effluent applied without causing future damage to the land base or to the underlying groundwater. Site conditions must also be such that they effectively restrict any detrimental offsite movement of the treated effluent through leaching, groundwater migration, surface runoff, or drift from irrigation spray. The following sections outline land classification, soil, and other testing requirements that must be addressed prior to actual development of an applicable treated effluent irrigation system design and issuance of the authorized approval.

10.3.2.1 Site Suitability

Before treated effluent irrigation development can proceed, the lands to be irrigated must first be reviewed and approved by the regulatory agencies having jurisdiction.

For purposes of the regulatory review, the following information shall be provided:

- a map showing the location of all soil sampling, description sites and surrounding activities or uses;
- a copy of all soil logs;
- a copy of soil chemical and physical analysis completed for the classification;
- a legible soil map that shows the soil description for the affected areas;
- a drafted land classification map at a scale of 1:5000 showing the land class symbol, drainability and limitations for each unit classified; and
- a remark sheet or report that accompanies the land classification map. The typed report shall briefly describe each land class unit with regard to the type of soils, soil texture, irrigation suitability, suitability for gravity or sprinkler irrigation development, the limitations of the irrigable units and reasons why nonirrigable

10.3.2 Évaluation du caractère adéquat des terres pour l'irrigation avec des effluents épurés proposée

En général, la classification des terres et les autres activités pertinentes d'évaluation du sol, du climat et des eaux souterraines succèdent à la caractérisation approfondie de l'effluent épuré, une fois que les résultats de celle-ci ont montré que les eaux usées peuvent être utilisées à des fins d'irrigation.

Avant de passer à la conception proprement dite du système d'irrigation avec les effluents épurés, il faut évaluer et caractériser avec soin les terres visées, y compris le sol, les eaux souterraines et les intrants agricoles. On ne peut qualifier un site d'adéquat pour l'irrigation avec des effluents épurés que s'il s'avère doté des caractéristiques pédologiques, climatiques et physiques qui permettent une utilisation efficace de ces derniers sans risque de dommages subséquents aux terres ou à aux eaux souterraines de la zone. En outre, les conditions du site doivent être propres à limiter efficacement toute fuite nuisible de l'effluent hors du site, que ce soit par lessivage, migration des eaux souterraines, ruissellement ou dérive des brouillards d'aspersion. Les sections ci-dessous donnent un aperçu des exigences à respecter en matière de classification des terres et d'analyse des sols et autres essais avant de procéder à la conception proprement dite d'un système d'irrigation avec des effluents épurés et à l'obtention des approbations nécessaires.

10.3.2.1 Caractère approprié du site

Avant d'approuver la mise en œuvre de l'irrigation avec des effluents épurés, les organismes de réglementation compétents doivent examiner les terres à irriguer et confirmer leur caractère approprié à cette fin.

Aux fins de l'examen réglementaire, on doit fournir les renseignements suivants :

- une carte montrant l'emplacement de tous les sites de prélèvement d'échantillons de sols, les secteurs décrits et les utilisations ou activités dans les environs;
- un exemplaire de tous les registres des sols;
- un exemplaire du rapport de l'analyse chimique et physique effectuée en vue de la classification;
- une carte lisible des sols, décrivant les sols à l'intérieur du périmètre visé;
- une carte montrant l'ébauche de la classification des terres à l'échelle 1:5 000, avec les symboles des catégories de terrain, la capacité de drainage et la délimitation de chaque unité classifiée;
- une feuille de commentaires ou un rapport associé à la carte de classification des terres. Le rapport dactylographié doit décrire brièvement chaque unité de terrain classifiée en mentionnant le type et la texture des sols, les possibilités d'irrigation, les possibilités d'irrigation par gravité ou par aspersion, les limites des unités irrigables et les raisons pour

units are rated nonirrigable. A statistical summary table that shows the following, where applicable, shall also be included: total irrigable area; total nonirrigable area; right-of-way and easement area; not investigated area; and area of farmsteads or other physical features that are present.

Municipal treated effluent have much higher nitrate levels than other irrigation water sources. It is therefore necessary to further restrict treated effluent application on lands where the natural water table is less than 1 m below ground surface and/or impermeable bedrock or other geological barriers exist at less than 1 m below ground surface.

The following soil and site characterization details must also be collected and reported, in addition to completing the required land classification designations and mapping.

10.3.2.1.1 Soil Assessment³

Soil assessment involves examination of test pits and testing of soil permeability.

1) Test Pits

Test pits provide information about the soil profile at the proposed location of the irrigation system. This information must include the following:

- Organic layer
- Total soil depth
- Effective soil depth
- Total depth of test pit
- Root penetration
- Depth to bedrock
- Depth to layer of soil with unacceptable permeability
- Determination of highest seasonal water table
 - Presence and depth of mottling
 - Depth to water
 - Moisture content (saturated, moist, dry, etc.)
 - Perched water table
- Soil profile:
 - Description of soil (including all soil from unacceptably high to unacceptably low)

lesquelles certaines unités sont considérées comme non irrigables. Le rapport doit aussi comprendre un sommaire statistique sous forme de tableau, indiquant les données suivantes, s'il y a lieu : superficie irrigable totale; superficie non irrigable totale; superficie des emprises et servitudes; superficie des zones non étudiées; superficie des fermes et autres entités physiques présentes.

Comme les effluents d'eaux usées municipales épurées renferment une concentration de nitrates beaucoup plus forte que les autres sources d'eau d'irrigation, il est nécessaire de limiter plus sévèrement l'application d'effluents épurés là où une nappe aquifère naturelle, un substratum imperméable ou une autre barrière géologique se trouve à moins d'un mètre sous la surface du sol.

En plus de désigner et de cartographier les catégories de terrain, on doit recueillir des données et dresser un rapport sur les caractéristiques des sols et du site suivants.

10.3.2.1.1 Evaluation des sols³

Pour évaluer les sols, on doit effectuer un examen de fosses d'essai et procéder à des essais de perméabilité du sol.

1) Fosses d'essai

Les fosses d'essai permettent d'obtenir des renseignements sur le profil pédologique des terres visées par le projet d'irrigation. Les renseignements suivants sont exigés :

- couche organique;
- profondeur totale du sol;
- profondeur de sol utile;
- profondeur totale de la fosse d'essai;
- profondeur de la rhizosphère;
- profondeur à laquelle débute le substratum;
- profondeur à laquelle débute la couche de sol à perméabilité inacceptable;
- caractérisation de la nappe aquifère la plus haute selon la saison :
 - présence de marbrures et emplacement de celles-ci, en profondeur;
 - profondeur de la surface de la nappe;
 - teneur en eau (saturée, humide, sèche, etc.);
 - nappe suspendue;
- profil pédologique :
 - description des sols (tous les sols, des carrément inacceptables aux tout à fait acceptables);

- Depth of each layer
- Texture of soil
- Moisture content (saturated moist, dry, etc.)
- Density (loose, medium, compact, tight)
- Colour
- Structure

For safety, the pit should be more than 1.2 m deep, with sloping sides and an entrance ramp for easy access and escape in the event of a soil slide. All soil removed from the pit should be placed a minimum of 1 m from the edge of the pit. If the pit is dug by backhoe and verification of subsoil conditions is required, the pit may be taken to a greater depth, but inspection should be carried out from the surface with the aid of samples of soil recovered by the machine bucket. A soil profile can then be recorded based on the variation in soil characteristics with depth.

All test pits must be dug in compliance with the regulatory agency having jurisdiction.

2) In-situ Permeability Tests

In-situ permeability tests can be used to confirm the estimation of soil permeability based on the visual assessment of soil properties in the test pit. When using these tests to verify results, a minimum of three tests should be done. If the tests are not of similar order of magnitude, more tests should be conducted.

These tests may also be used for the:

- Determination of particular sandy gravel as a soil with acceptable or unacceptably high permeability.
- Determination of a particular soil as an unacceptably low or an impermeable soil.
- Confirmation of visual assessment of soils for higher flow systems, such as commercial and institutional buildings.

10.3.2.1.2 Soil Properties³

Some soil properties that are useful in assessing soil suitability include: Texture, structure, colour, density and depth.

A soils consulting engineer should assess the soil results and make recommendations.

- profondeur de chaque couche;
- texture du sol;
- teneur en eau (sol saturé, humide, sec, etc.);
- densité (sol meuble, moyen, compact, ferme);
- couleur;
- structure.

Pour des raisons de sécurité, la fosse d'essai devrait avoir une profondeur supérieure à 1,2 m, des parois en pente et une rampe d'accès facilitant l'entrée et l'évacuation en cas de glissement de terrain. Tout le sol excavé devrait être placé à au moins 1 m de la fosse. Si on utilise une pelle rétrocaveuse pour creuser la fosse et qu'on doit examiner le sous-sol, on peut creuser une fosse plus profonde, mais il conviendra alors d'effectuer l'inspection à partir de la surface, à l'aide du godet de la machine. Le profil pédologique pourra être déterminé à partir des variations des caractéristiques du sol en fonction de la profondeur.

L'excavation des fosses d'essai doit être faite en conformité avec les exigences de l'organisme de réglementation compétent.

2) Essais de perméabilité sur le terrain

Les essais de perméabilité sur le terrain permettent de confirmer l'estimation de la perméabilité du sol faite à partir de l'évaluation visuelle des propriétés du sol dans la fosse d'essai. Si on effectue de tels essais pour vérifier des résultats, il convient de procéder à au moins trois essais. Les résultats devraient être du même ordre de grandeur. Si ce n'est pas le cas, il est indiqué de procéder à de nouveaux essais.

Ces essais peuvent aussi servir à :

- déterminer si un gravier sableux donné se classe parmi les sols à perméabilité acceptable ou trop élevée;
- déterminer si un sol donné a une perméabilité trop faible ou est imperméable;
- confirmer l'évaluation visuelle des sols dans le cas des systèmes à haut débit, comme ceux associés à des bâtiments commerciaux ou institutionnels.

10.3.2.1.2 Propriétés du sol

Certaines propriétés pédologiques peuvent aider à évaluer les possibilités d'irrigation d'un sol, par exemple : la texture, la structure, la couleur, la densité et la profondeur.

Pour évaluer les résultats et faire des recommandations, il convient de faire appel à un ingénieur-conseil en mécanique des sols.

10.3.2.1.3 Topography

Topographic features such as relief, site and shape of fields, soil type and texture, brush/tree cover, and surface drainage features must be evaluated for site suitability. Land may not be considered suitable for irrigation due to one or a combination of factors such as: steep slopes, hummocky relief, brush/tree cover, small or irregular shape, sloughs, wetlands, and rough broken topography.

The topography is to be classified as to its suitability for treated effluent irrigation. The topography at each site is also to be mapped. This topographic mapping should be provided at a level of detail not less than a scale of 1:10,000 and a contour interval of 0.5 m. The information should be gathered either from a topographic survey of the land parcel or from a suitable scaled orthophoto or photogrammetric mapping of the property. This mapping must reference grid and property boundaries, treated effluent irrigation development boundaries, and soil test and groundwater test site locations. Inclusion of recent stereoscopic air photo coverage at a 1:10,000 scale would be advisable, but is not a requirement.

10.3.2.2 Other Requirements

Other information in the initial site assessment process must include:

- a) Location and mapping of any surface water courses, water bodies, or domestic wells located on or within 150 m of the treated effluent development site.
- b) Location and mapping of any residential dwelling on or within 400 m of irrigation sites and 150 m of infiltration sites.
- c) Location and mapping of all public roads, highways, or other public corridors on or within 30 m of the treated effluent development site.

These site-specific requirements are intended to provide baseline information on all sites to be developed for treated effluent irrigation purposes. The knowledge is intended to assist in evaluating potential impacts of long-term treated effluent irrigation on the land base over time.

10.3.2.1.3 Topographie

Pour déterminer les possibilités d'irrigation du site, il faut évaluer les caractéristiques topographiques telles que le relief, l'emplacement et la forme des champs, le type de sols, la texture des sols, le couvert végétal et les éléments de drainage en surface. Certains facteurs, seuls ou combinés à d'autres, rendent les terres impropres à l'irrigation, par exemple : des pentes trop abruptes, un relief en bosses et creux, un couvert végétal trop dense, une trop faible superficie, une configuration irrégulière, la présence de marécages ou autres terres humides et une topographie accidentée.

La topographie du site doit être classifiée en fonction des possibilités de pratiquer l'irrigation avec des effluents épurés, puis indiquée sur une carte. La carte topographique devrait être à une échelle d'au moins 1:10 000, avec des courbes de niveau équidistantes de 0,5 m. Les renseignements peuvent provenir soit d'un relevé topographique du terrain, soit d'une orthophotographie ou d'une carte photogrammétrique à une échelle appropriée. La carte doit indiquer les limites de la grille et de la propriété, les limites du projet d'irrigation et l'emplacement des sites des essais sur les sols et les eaux souterraines. Il est conseillé d'inclure au dossier une couverture stéréoscopique récente à l'échelle 1:10 000.

10.3.2.2 Autres exigences

Le processus d'évaluation initiale du site comprend en outre les tâches suivantes :

- a) localiser et cartographier tout cours d'eau de surface, plan d'eau ou puits domestique situé sur le site du projet d'irrigation ou à moins de 150 m de celui-ci;
- b) localiser et cartographier toute habitation située sur le site du projet d'irrigation ou à moins de 400 m de celui-ci, ou encore à moins de 150 m des sites d'infiltration;
- c) localiser et cartographier tout chemin public, autoroute ou autre corridor public situé sur le site du projet d'irrigation ou à moins de 30 m de celui-ci.

Ces exigences visent à établir une base de renseignements propres à chaque site où l'on envisage la mise en œuvre de projets d'irrigation avec des effluents épurés. Ces données serviront à évaluer, au fil du temps, les éventuelles répercussions à long terme de l'irrigation avec de tels effluents.

10.3.3 Assessment of System Design Needs for Proposed Treated Effluent Irrigation Development

Treated effluent irrigation system design is undertaken once water quality assessment and land suitability assessment are affirmed. The design integrates treated effluent quality with land base limitations and restrictions that relate to cropping, climate, application, and public acceptance issues. The overall design includes an account of the following:

10.3.3.1 Climate

There are a number of climate factors that must be considered to ensure an effective treated effluent irrigation system design. These factors are defined as follows:

- Adequate storage must be provided for periods when treated effluent can not be disposed of by irrigation due to unauthorized periods or climate condition such as when wind speeds are in excess of 30 km/hr, or during periods of intense or prolonged precipitation.
- Seasonal mean precipitation, evapotranspiration and seasonal crop moisture demands must therefore be established for the infiltration or for the irrigation period authorized and be applicable to the geographical area of the specific project. These requirements will be necessary to determine the land base required to effectively dispose of the annual volumes of community wastewater available for discharge. Sufficient land to handle this anticipated flow must be obtained. Irrigation systems should be designed to have an almost complete utilization of nutrients and about 85% utilization of water. Since annual values will vary from year to year, design must allow for either a 25% treated effluent storage carry over or provision for an occasional expansion in irrigation system and land base design in order to accommodate the lower treated effluent irrigation discharge allotments required during wet years. Provision for supplemental irrigation sources in dry periods may also be considered.

10.3.3.2 Land Area

There are a number of land-related factors relevant to irrigation system design that must be considered. These factors are defined as follows:

- Specific irrigation design features must be provided that will avoid application of irrigation treated effluent to any non-irrigable land areas (greater than 15 percent of the area to be irrigated).

10.3.3 Évaluation des besoins relatifs à la conception des systèmes d'irrigation avec des effluents épurés

Lorsque l'évaluation de la qualité de l'eau et du caractère adéquat des terres pour l'irrigation a permis de confirmer le bien-fondé du projet, on peut procéder à la conception du système d'irrigation avec des effluents épurés. La conception intègre la qualité des effluents épurés, les limites imposées par le terrain et les restrictions relatives aux cultures, au climat, à l'application et l'acceptation du projet par la population. Dans l'ensemble, la conception doit tenir compte des points énumérés ci-dessous.

10.3.3.1 Le climat

Pour être efficace, un système d'irrigation avec des effluents épurés doit être conçu de manière à prendre en compte plusieurs facteurs climatiques, notamment les suivants.

- Il faut prévoir des lieux de stockage adéquats pour les périodes où l'irrigation avec l'effluent épuré est interdite ou impossible en raison des conditions climatiques, par exemple si la vitesse du vent dépasse 30 km/h ou pendant les périodes de précipitations abondantes ou prolongées.
- Il faut donc définir les précipitations saisonnières moyennes, l'évapotranspiration et la demande saisonnière en eau des cultures pour la période d'infiltration ou d'irrigation autorisée, dans la région géographique du projet. Ces renseignements sont nécessaires afin de déterminer la superficie de terrain nécessaire pour éliminer efficacement par irrigation la quantité d'eaux usées produite annuellement par la collectivité. On doit disposer d'une superficie suffisante pour traiter le volume prévu. Les systèmes d'irrigation devraient être conçus de façon à utiliser la presque totalité des nutriments et environ 85 % de l'eau. Comme les valeurs annuelles varient d'une année à l'autre, on doit prévoir des installations de stockage suffisantes pour accueillir 25 % du volume annuel d'effluents épurés en vue d'une utilisation ultérieure, ou une expansion occasionnelle du système d'irrigation et de la superficie irriguée, permettant de compenser la diminution des rejets d'effluents épurés permis pendant les années où les précipitations sont abondantes. On peut aussi prévoir des sources supplémentaires d'eau d'irrigation pour les périodes de sécheresse.

10.3.3.2 La superficie des terres

Plusieurs facteurs relatifs aux terres ont une importance dans la conception des systèmes d'irrigation. On doit notamment tenir compte des facteurs suivants :

- Il faut prévoir des dispositifs particuliers pour éviter d'appliquer les effluents épurés dans les secteurs non irrigables (représentant plus de 15 pour cent de la superficie à irriguer).

- The amount of land and equipment required will depend upon the mean annual consumptive use of water by plants, natural precipitation from April through September, an irrigation efficiency factor, and an appropriate leaching requirement. If no provisions are provided for extra treated effluent storage during abnormally wet years, additional land areas and equipment will be required to meet these needs.
- The land area to be accumulated must also allow for any buffer zones or setback limits that apply on or around land areas where treated effluent irrigation is to be undertaken. Setbacks and buffer zones that will apply are outlined in Table 10.8.
- La superficie des terres à traiter et l'équipement nécessaire dépendent de la consommation d'eau annuelle moyenne des végétaux, des précipitations naturelles d'avril à septembre, du facteur d'efficacité de l'irrigation et du taux de lessivage. Si on ne prévoit aucune installation pour entreposer l'excédent d'effluents épurés pendant les années où l'on reçoit des précipitations anormalement abondantes, on doit disposer de terres et d'équipement supplémentaires pour répondre aux besoins à cet égard.
- La superficie totale des terres doit aussi inclure toutes les zones tampons et les distances de retrait exigées sur les terres irriguées avec des effluents épurés ou sur leur périmètre. Le tableau 10.8 décrit les exigences relatives aux zones tampons et aux distances de retrait.

TABLE 10.8 TABLEAU 10.8	SETBACK REQUIREMENTS DISTANCES DE RETRAIT EXIGÉES
Parameter Paramètre	Requirements Exigences
Adjacent Properties Propriétés attenantes	Buffer Zone of 15 m between irrigated land and adjacent property owners.* Zone tampon de 15 m entre la terre irriguée et les propriétés attenantes.*
Adjacent Dwellings Habitations attenantes	Buffer Zone of a minimum of 50 m between irrigated land and any occupied dwellings.* Zone tampon de 50 m au moins entre la terre irriguée et toute habitation occupée.*
Public Rights of Way Droit de passage public	Buffer Zone of a minimum of 25 m between irrigated land and any public right of way. Zone tampon de 25 m au moins entre la terre irriguée et tout droit de passage public.
Potable Water Wells Puits d'eau potable	Buffer Zone of a minimum of 30 m between irrigated land and any potable water well. Zone tampon de 30 m au moins entre la terre irriguée et tout puits d'eau potable.
Watercourses, Rivers, Streams, etc. Cours d'eau, rivières, ruisseaux, etc.	Buffer Zone of a minimum of 20 m between irrigated land and any Watercourse.** Zone tampon de 20 m au moins entre la terre irriguée et tout cours d'eau.**

* Distance maybe reduced with the signed permission of adjacent property owner.

** Watercourses used for golf course irrigation area exempt from the buffer zone. Distance maybe reduced depending on the actual quality of irrigation water.

* La distance peut être réduite si l'on obtient une permission signée du propriétaire d'un terrain adjacent à cet égard.

** Les cours d'eau utilisés pour l'irrigation des terrains de golf ne sont pas visés par cette exigence. La distance peut être réduite selon la qualité réelle de l'eau d'irrigation.

- In addition to the above consideration, the land area to be used for treated effluent irrigation and storage cells shall be sufficiently large such that treated effluent discharge will not occur during the following periods.
 - i) Outside the growing season except if authorized for a fall irrigation.
 - ii) During and for 30 days prior to the harvesting of crops.
 - iii) During and for 30 days prior to grazing by dairy cattle.
- Outre les considérations énumérées ci-dessus, il faut prévoir des terres pour l'irrigation avec des effluents épurés et des cellules de stockage assez grandes pour respecter les interdictions de rejet d'effluents épurés pendant les périodes suivantes :
 - i) en dehors de la période de végétation, sauf si une irrigation automnale est autorisée;
 - ii) au cours de la récolte et pendant les 30 jours qui précèdent celle-ci;
 - iii) au cours des périodes de pâturage des bovins laitiers et pendant les 30 jours qui précèdent;

iv) During and for 7 days prior to pasturing by livestock other than dairy cattle.

- A plan illustrating the layout of the irrigation system designed to irrigate the site shall be provided. The plan must illustrate: the boundaries of the particular section(s) within which irrigation application will take place, the boundaries of the land area to which treated effluent will be applied, the extra land area to be irrigated during wet seasons when above average mean seasonal precipitation occurs if design for extra lagoon storage is not provided and the actual orientation of irrigation equipment, sprinkler head sizing, operating pressures and overall irrigation system layout.

10.3.3.3 Application Loading Rates

The rate of treated effluent application loading shall depend on individual crop moisture and nutrient uptake needs. These factors are defined as follows:

- Nitrogen is usually the only nutrient that may prove to be restricting in respect to the amount of treated effluent that may be applied in a given irrigation season. The amount of plant available nitrogen, based on amount of treated effluent that is applied, should be calculated and noted as kg per ha per year. As long as these rates do not exceed the annual crop nitrogen removal rates and an active crop-harvesting program exists no restrictions to the application of typical treated effluent should apply. Other major nutrients generally do not exceed annual crop uptake requirements and therefore do not pose a risk to water quality.
- Crop moisture requirements thus become the main determining factor in establishing acceptable treated effluent irrigation application limits. Annual treated effluent application amounts ultimately depend on the annual seasonal crop needs minus season rainfall. However, other factors such as: soil moisture holding capacity, soil infiltration rate, crop rooting depth, rate frequency and duration of irrigation event, irrigation system efficiency, and soil leaching requirements, will have a bearing on the efficiency of crop moisture utilization and therefore need to be evaluated as part of any irrigation system design. A local irrigation specialist or a qualified agricultural consulting firm should be consulted to ensure accurate assessments of these values for different locations. The eventual design of the irrigation system must ensure effective uniform application of the treated effluent and prevent any surface runoff or prolonged surface ponding to occur during application. The irrigation

iv) au cours des périodes de pâturage de bétail autre que des bovins laitiers et pendant les 7 jours qui précèdent celles-ci.

- On doit fournir un plan illustrant la disposition du système conçu pour irriguer le site. Le plan doit indiquer : les limites de la section ou des sections que l'on prévoit irriguer, les limites des terres sur lesquelles on prévoit appliquer des effluents épurés, les terres supplémentaires qui pourront être irriguées pendant les périodes humides lorsque les précipitations dépassent la moyenne saisonnière (si des étangs de stockage complémentaire ne font pas partie du projet), l'orientation réelle de l'équipement d'irrigation, les dimensions des têtes d'asperseur, les pressions de fonctionnement et la disposition d'ensemble du système d'irrigation.

10.3.3.3 La charge appliquée

La charge d'effluents épurés appliquée dépend des besoins en eau et en nutriments de chaque culture. On doit tenir compte des points suivants :

- En général, l'azote est le seul nutriment susceptible de limiter la quantité d'effluents épurés qu'on peut appliquer au cours d'une saison d'irrigation donnée. Il convient de calculer, en kilogrammes par hectare par an, la quantité d'azote assimilable par les végétaux en fonction de la quantité d'effluents épurés appliquée. Dans la mesure où cette quantité reste inférieure au taux annuel d'élimination de l'azote par les végétaux et où un programme de récolte est mis en œuvre, aucune restriction ne devrait viser l'application d'effluents épurés normaux. Comme les autres nutriments ne sont généralement pas présents en quantité supérieure aux besoins des cultures, ils ne risquent pas de nuire à la qualité de l'eau.
- Les besoins en eau des cultures deviennent ainsi le principal facteur dictant les limites acceptables pour l'irrigation avec des effluents épurés. Au bout du compte, la quantité d'effluents épurés qu'on peut appliquer annuellement dépend de la valeur des besoins saisonniers des cultures, moins les chutes de pluie saisonnières. Cependant, d'autres facteurs, comme la capacité de rétention d'eau du sol, le taux d'infiltration, la profondeur d'enracinement des végétaux, le débit, la fréquence et la durée des campagnes d'irrigation, l'efficacité du système d'irrigation et les besoins en lessivage du sol, ont un effet sur l'utilisation de l'eau par les cultures. C'est pourquoi il faut toujours les évaluer au moment de concevoir un système d'irrigation. Il y a lieu de consulter un spécialiste de l'irrigation de la région ou une société d'experts-conseils qualifiée en agriculture afin d'obtenir une évaluation exacte de ces facteurs pour chaque site envisagé. Le système d'irrigation devra être conçu pour assurer une application uniforme et efficace des effluents épurés et empêcher tout ruissellement et toute accumulation d'eau

system must also be designed to avoid treated effluent applications that exceed crop seasonal water deficit requirements and leaching demands. If natural precipitation during the irrigation off-season is not sufficient to enable leaching of excess salt accumulations, the irrigation system must account for an annual leaching factor of 10 percent. This being required to assist with flushing excess soluble salts below the crop root zone.

10.3.3.4 Crop Considerations

Only certain crops are deemed suitable for production on lands to be irrigated with treated effluent. Crops for direct human consumption are not suitable for effluent irrigation or infiltration. The current authorized crops include only forages, coarse grains, turf, trees and oil seeds. See section 10.3.1.4 for other considerations.

10.3.3.5 Treated Effluent Storage Ponds

The design of any storage reservoir required to retain treated effluent during periods of restricted irrigation must meet current design criteria as described in Chapter 7. If the pond is designed to hold treated effluent then it is not required to have an impermeable liner. Where odour problems may occur, aeration of the storage reservoir may be necessary.

10.3.4 System Operation

Once the wastewater development project has been approved and constructed, an Approval to Operate is required before operation can proceed. The approval will spell out operating conditions and requirements for the system.

The municipality must be responsible for the proper operation of the irrigation project, even if someone other than the municipality is actually managing the system. Proper operation of the system is essential for longevity of the system, for a high degree of treatment and for high production. Although crop production is not the prime objective of the system, a vigorous crop growth is essential for utilization of water and nutrients.

Operating conditions and requirements for the system must be described prior to receiving approval. Due to the great variation in waste concentration, soils, and climate, no attempt will be made to elaborate further on irrigation management in this document. Specific operational requirements will be stated in the certificate of approval.

prolongée durant l'application. Le système d'irrigation doit aussi être conçu de façon à éviter toute application d'effluents épurés excédant le déficit hydrique saisonnier des cultures et les besoins en lessivage. Si, en dehors de la saison d'irrigation, les précipitations naturelles ne sont pas suffisantes pour permettre le lessivage des sels excédentaires accumulés, le système d'irrigation doit être en mesure d'assurer 10 pour cent du lessivage annuel, afin de contribuer à l'évacuation rapide des sels solubles excédentaires de la rhizosphère.

10.3.3.4 Les cultures permises

Seules certaines cultures conviennent sur les terres irriguées avec des effluents épurés. Les produits directement destinés à la consommation humaine ne peuvent être cultivés sur des terres où l'on pratique l'irrigation ou l'infiltration au moyen d'effluents épurés. Actuellement, les seules cultures autorisées sur ces terres sont les cultures fourragères, les céréales secondaires, le gazon en plaques, les arbres et les graines oléagineuses. On trouvera d'autres considérations à ce sujet à la section 10.3.1.4.

10.3.3.5 Les étangs de stockage des effluents épurés

La conception de tout réservoir de stockage nécessaire pour accumuler les effluents épurés pendant les périodes d'irrigation restreinte doit respecter les critères en vigueur, décrits au chapitre 7. Il n'est pas obligatoire de munir d'une membrane étanche les étangs conçus pour stocker des effluents épurés. Si des problèmes d'odeur risquent de se développer, il peut s'avérer nécessaire d'aérer le réservoir de stockage.

10.3.4 Exploitation du système

Une fois le projet d'utilisation des eaux usées approuvé et mis en place, on doit obtenir une approbation d'exploitation avant le démarrage des activités. L'approbation fixera les conditions et exigences d'exploitation du système.

Même si un gestionnaire indépendant est chargé d'exploiter le système d'irrigation, c'est l'administration municipale qui assume la responsabilité de son bon fonctionnement. Celui-ci est essentiel à la longévité du système, à un traitement de haut niveau et à un fort rendement. Bien que le rendement des cultures ne soit pas l'objectif premier du système, on vise une croissance vigoureuse afin d'assurer une bonne utilisation de l'eau et des nutriments.

L'approbation ne pourra être accordée qu'une fois que les conditions et exigences d'exploitation du système auront été clairement définies. La concentration des divers éléments dans les eaux usées, les sols et le climat sont cependant trop variables pour qu'on s'attarde davantage sur la gestion de l'irrigation dans le présent document. Les exigences propres à chaque système seront formulées dans les certificats d'approbation.

10.4 REUSE OF TREATED EFFLUENT FOR GOLF COURSE IRRIGATION

Treated effluent for golf course irrigation, where acceptable to the regulatory agencies having jurisdiction, is treated to the extent that it can beneficially be reused without adverse effects of public health or the environment. Benefits of the use of treated effluent for golf course irrigation include:

- A more cost effective and environmentally beneficial alternative compared to other methods of treated effluent disposal.
- Conservation of water resources.
- Reduced demand on municipal water supply.
- Addition of nutrients and micronutrients is beneficial to turf growth.

Planning, design and management of golf course irrigation systems that use treated effluent must take the following into account:

- Regulatory concerns regarding protection of public health and the environment.
- Concerns about possible effects of treated effluent on golf course soils and vegetation.
- Cost associated with installation and operation of an irrigation system.

10.4.1 Environment

Positive environmental effects of irrigation with treated effluent include:

- Avoiding the need to discharge effluent into sensitive areas such as beaches or water supplies.
- Conservation of scarce water resources which are replaced by treated effluent.
- The nutrient content of treated effluent can provide an economic advantage by reducing the cost of commercial fertilizers.

Environmental concerns could include the following:

- Contamination of surface water and groundwaters by bacteria and other organisms.
- Odours associated with treated effluent may be noticeable to golfers.
- Nitrate contamination of groundwater supplies.

10.4 RÉUTILISATION DES EFFLUENTS ÉPURÉS POUR L'IRRIGATION DES TERRAINS DE GOLF

Les effluents épurés employés pour irriguer des terrains de golf, là où les organismes de réglementation compétents le permettent, doit être épurée jusqu'à être réutilisable sans risque d'effets nocifs pour la santé publique et l'environnement. L'utilisation d'effluents épurés pour irriguer les terrains de golf comporte plusieurs avantages, par exemple :

- elle constitue une solution plus économique et écologique que les autres méthodes d'élimination des eaux usées épurées;
- elle permet de conserver les ressources en eau;
- elle réduit le recours à l'approvisionnement en eau des villes;
- elle apporte des nutriments et des oligo-éléments qui favorisent la croissance du gazon.

Les points suivants doivent être pris en compte dans la planification, la conception et la gestion des systèmes d'irrigation des terrains de golf qui utilisent des effluents épurés :

- les questions réglementaires ayant trait à la protection de la santé publique et de l'environnement;
- les préoccupations quant aux effets possibles des effluents épurés sur les sols et les végétaux des terrains de golf;
- les coûts associés à l'installation et à l'exploitation d'un système d'irrigation.

10.4.1 Environnement

Voici quelques-uns des effets bénéfiques de l'irrigation avec des effluents épurés sur l'environnement :

- elle élimine les rejets d'effluents dans des milieux sensibles comme les plages ou les réserves d'eau;
- elle favorise la conservation des précieuses ressources en eau, qui sont remplacées par l'effluent épuré;
- la valeur nutritive de l'effluent épuré procure un avantage économique en réduisant le recours aux engrais commerciaux.

Parmi les possibles préoccupations d'ordre environnemental, mentionnons les suivantes :

- la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines par les bactéries et autres organismes;
- le risque que les odeurs associées aux effluents épurés incommode certains golfeurs;
- la contamination des réserves d'eau souterraine par les nitrates;

- Unsightly algal and weed growths in reservoirs and ponds.

These concerns should be address by secondary treatment and disinfection of effluent that will be subjected to prolonged storage before it is reused for golf course irrigation.

Prolonged storage is expected to remove the slight musty smell of fresh secondary effluent, which might be noticeable and distasteful to some golfers.

Nitrogen and phosphorus are chemical nutrients that are applied as a part of turf grass management. These nutrients, usually provided by commercial fertilizers, may be replaced in part by use of treated effluent.

If nutrient application in commercial fertilizers or treated effluent is properly managed, there is little potential for unsightly and possibly odorous algal and weed growths in lakes, ponds and hazards, or of nitrate contamination of groundwater.

If nitrogen is applied at a rate that exceeds the ability of the plant and soil system to contain it or convert it to nitrogen gas, the excess nitrogen may pass through the surface soil and into groundwater. High concentrations of nitrogen, particularly in the form of nitrate, are considered a health hazard in drinking water.

If treated effluent is impounded in an open reservoir a water quality maintenance program which should include one or more of the following measures, is needed:

- Screening or filtration to remove solids, such as algal growths, to reduce maintenance of sprinkler systems.
- Control or prevention of algal growth by an algicide, or a light inhibitor such as blue dye.
- A mixing system.
- Rechlorination to maintain a residual in the distribution system.

Adequate circulation and aeration are necessary for algal and odour control. Aeration can be provided by fountains, air injection, waterfalls, or constructed wetlands.

Algae and weeds in ponds and hazards are concerns that can be addressed by assuring that nutrients in fertilizers or effluent are applied to or washed into, these bodies.

- le développement d'algues et d'herbes inesthétiques dans les réservoirs et les étangs.

Pour résoudre ces problèmes, on doit soumettre les eaux usées à un traitement secondaire et à une désinfection avant de les stocker de façon prolongée pour les utiliser ultérieurement à des fins d'irrigation des terrains de golf.

Le stockage de longue durée devrait suffire pour éliminer la légère odeur de moisi des effluents secondaires récemment traités, que certains golfeurs peuvent remarquer et trouver désagréable.

L'azote et le phosphore, deux nutriments chimiques utilisés à des fins de gestion du gazon en plaques, proviennent normalement des engrais commerciaux, mais peuvent être remplacés en partie par l'utilisation d'effluents épurés.

Par une saine gestion de l'application des nutriments contenus dans les engrais commerciaux et dans les effluents épurés, on réduit substantiellement le risque de voir se développer des algues ou des herbes au caractère inesthétique et parfois malodorantes dans les lacs et les étangs, ou de contaminer les eaux souterraines par les nitrates.

Si on applique l'azote à un taux qui dépasse la capacité des végétaux et des sols à l'assimiler ou à le convertir en azote gazeux, l'excédent risque de migrer du sol superficiel vers les eaux souterraines. À forte concentration, la présence d'azote dans l'eau potable, particulièrement sous forme de nitrate, est jugée dangereuse pour la santé.

Si les effluents épurés sont stockés dans un réservoir à ciel ouvert, il convient de mettre en œuvre un programme de maintien de la qualité de l'eau, comprenant une ou plusieurs des mesures suivantes :

- dégriller ou filtrer l'effluent pour en retirer les solides, par exemple les algues, afin de réduire les besoins d'entretien du système d'aspersion;
- limiter ou prévenir le développement d'algues au moyen d'un algicide ou d'un inhibiteur de la lumière tel que la teinture bleue;
- utiliser un système de mélange;
- rechlorer l'eau pour maintenir la présence d'un résidu de ce produit dans le système de distribution.

Pour limiter le développement d'algues et les odeurs, il suffit d'assurer une circulation et une aération adéquates. L'aération peut être assurée au moyen de fontaines, d'injection d'air, de chutes d'eau ou de marais artificiels.

On peut résoudre le problème du développement d'algues et d'herbes dans les étangs en veillant à ce que les nutriments contenus dans les engrais ou les effluents atteignent ces plans d'eau, par application directe ou par ruissellement.

If nutrient application in commercial fertilizers or treated effluent is properly managed there is little potential for unsightly and possibly odorous algal and weed growths in lakes, ponds, and hazards, or of nitrate contamination of groundwater.

If nitrogen is applied at a rate that exceeds the ability of the plant and soil system to contain it or convert it to nitrogen gas, the excess nitrogen may pass through the surface soil and into groundwater. High concentrations of nitrogen, particularly in the form of nitrate, are considered a health hazard in drinking water.

10.4.2 Soils and Vegetation

The quality of water that is applied in irrigation is an obvious concern to those responsible for management of the soils and vegetation on which a golf course depends.

Irrigation water quality parameters that are of concern include: pH, carbonate, bicarbonate, calcium, magnesium, sodium, potassium, conductivity, boron, chloride, sulphate, and adjusted SAR (Sodium Adsorption Ratio). Bicarbonates and carbonates both increase pH, and are a source of alkalinity, which may affect the water and soil. If the total concentration of bicarbonates plus carbonates exceeds 150 mg/l the resulting increase in pH may affect nutrient availability. Options used to offset this effect include use of acid-forming nitrogen fertilizers, sulphur addition to the soil, or acid injection into the irrigation water.

The adjusted SAR is based on the ratio of sodium to calcium + magnesium in the water. Excess sodium replaces calcium on soil exchange sites, which can result in soil compaction and reduce infiltration into the soil. The usual recommendation for a SAR above 10 is application of calcium, usually a gypsum, and excess irrigation to leach the sodium.

Conductivity is a measure of total soluble salts, or salinity of the water. While most turf species used on golf courses are reasonably salt tolerant, ground covers, ornamental plants, trees and shrubs may be affected if salt concentrations are too high. There is no recommended restriction on use of irrigation water if the conductivity is less than 3 mmhos/cm.

Boron, chloride, and sulphate may be toxic to plants if concentrations are too high. Concentration of boron higher than 1 to 2 mg/l (0.33 for some ornamental plants), and of chloride plus sulphate above 250 to 400 mg/l, are considered excessive.

Par une saine gestion de l'application des nutriments contenus dans les engrais commerciaux et dans les effluents épurés, on réduit substantiellement le risque de voir se développer des algues ou des herbes au caractère inesthétique et parfois malodorantes dans les lacs et les étangs, ou de contaminer les eaux souterraines par les nitrates.

Si on applique l'azote à un taux qui dépasse la capacité des végétaux et des sols à l'assimiler ou à le convertir en azote gazeux, l'excédent risque de migrer du sol superficiel vers les eaux souterraines. À forte concentration, la présence d'azote dans l'eau potable, particulièrement sous forme de nitrate, est jugée dangereuse pour la santé.

10.4.2 Les sols et la végétation

La qualité de l'eau utilisée à des fins d'irrigation est une préoccupation évidente des responsables de la gestion des sols et de la végétation, qui est indispensable sur tout terrain de golf.

Parmi les paramètres de qualité de l'eau à surveiller figurent le pH, les concentrations de carbonate, de bicarbonate, de calcium, de magnésium, de sodium et de potassium, la conductivité, les concentrations de bore, de chlorure et de sulfate ainsi que le RAS (rapport d'adsorption du sodium) ajusté. En faisant augmenter le pH et l'alcalinité, les bicarbonates et les carbonates peuvent avoir des effets sur l'eau et les sols. Lorsque la concentration totale des bicarbonates et des carbonates dépasse 150 mg/l, l'augmentation du pH qui en résulte risque de nuire à la biodisponibilité des nutriments. Pour contrer cet effet, on peut notamment employer des engrais azotés acidifiants, ajouter du soufre dans le sol ou injecter de l'acide dans l'eau d'irrigation.

Le RAS ajusté se calcule à partir du rapport entre la concentration de sodium et celle de calcium + magnésium dans l'eau. Le sodium excédentaire remplace le calcium dans les sites d'échange cationique dans le sol, ce qui peut entraîner une compaction du sol et réduire l'infiltration dans ce dernier. Si le RAS est supérieur à 10, on recommande en général d'appliquer du calcium, habituellement sous forme de gypse, et d'irriguer davantage afin de lessiver le sodium.

La conductivité indique la concentration totale de sels solubles dans l'eau, ou sa salinité. Bien que la plupart des espèces de gazon utilisées sur les terrains de golf soient assez tolérantes aux sels, les couvre-sol, les plantes ornementales, les arbres et les arbustes peuvent souffrir d'une trop forte concentration de sels. Aucune restriction n'est recommandée quant à l'utilisation d'une eau d'irrigation donnée dont la conductivité est inférieure à 3 mmhos/cm.

En trop forte concentration, le bore, le chlorure et le sulfate peuvent être toxiques pour les végétaux. On considère excessive toute concentration de bore supérieure à une valeur de 1 à 2 mg/l (0,33 mg/l pour certaines plantes ornementales), et une concentration totale de chlorure et de sulfate supérieure à une valeur de 250 à 400 mg/l.

Other parameters that may require regular or occasional measurement are nitrogen, phosphorus, suspended solids, and heavy metals. An excess of inorganic or organic nitrogen may require careful control of fertilizer application. Phosphorus, and nitrogen, may alter the hydraulic properties of soils, or clog sprinkler head openings. If concentrations of heavy metals build up in soils they may complex with phosphorus and other elements and make them unavailable to plants.

10.4.3 Planning

The following is a developers/Operators checklist for use of treated effluent for golf course irrigation:

- Sampling soils: sample soils well in advance of conversion to effluent, to track effects of the change; sample from different parts of the course - tees, greens, fairways, rough; sample irrigated soil quarterly to allow for adjustment of watering schedule and use of mitigative measures.
- Water Quality: initial and periodic water analysis; verify effluent source, noting that if industrial waste is included more undesirable elements may be present; verify treatment type, more is better; establish maximum BOD, TSS and TDS levels in advance.
- Pumping and storage: considerations include – existing pumped or gravity supply need for additional pumping; form and amount of storage; need for algae control; possible use of fresh water for greens, tees, ornamental lakes and sensitive plants.
- Miscellaneous: operation, maintenance and safety issues to be considered.
- Signage
- Notification on score cards and that treated effluent is being used.
- Time of day of irrigation.

10.4.4 Design

Design considerations related to irrigation with treated effluent include:

- Screening and/or filtration of stored effluent to avoid clogging of the irrigation system.
- If acid injection is involved, consideration of corrosion effects.

D'autres paramètres peuvent devoir faire l'objet d'une surveillance périodique ou occasionnelle, parmi lesquels l'azote, le phosphore, les solides en suspension et les métaux lourds. En présence d'un excès d'azote inorganique ou organique, on doit contrôler de près les applications d'engrais. Le phosphore et l'azote peuvent modifier les propriétés hydrauliques des sols ou bloquer les ouvertures des têtes d'asperseur. En s'accumulant dans le sol, les métaux lourds peuvent former des complexes avec le phosphore et d'autres éléments, rendant ceux-ci inassimilables par les végétaux.

10.4.3 La planification

Voici une liste de vérification à l'intention des responsables de l'aménagement et de l'exploitation qui envisagent d'utiliser des effluents épurés pour irriguer un terrain de golf.

- Échantillonnage des sols: commencer l'échantillonnage des sols bien avant d'adapter le système d'irrigation en vue de l'utilisation d'effluents, ceci afin de suivre les effets de la conversion; prélever des échantillons en divers endroits du terrain (aires de départ, verts, allées, herbe haute); prélever des échantillons chaque trimestre de façon à corriger le calendrier d'irrigation et à prendre des mesures d'atténuation au besoin.
- Qualité de l'eau: analyser l'eau au départ, puis à intervalles réguliers; vérifier la source de l'effluent, sans oublier qu'un effluent qui comprend des eaux usées industrielles risque de renfermer plus d'éléments indésirables que les autres; vérifier le type d'épuration (plus elle est poussée, mieux c'est); établir d'avance les valeurs maximales de DBO, de MSTS et de MDT.
- Pompage et stockage: prendre en compte l'approvisionnement existant, par gravité ou pompage; le besoin de pompage supplémentaire; le type et le volume de stockage; le besoin de limiter le développement d'algues; la possibilité d'employer de l'eau d'irrigation naturelle pour les verts, les aires de départ, les plans d'eau ornementaux et les végétaux sensibles.
- Divers: questions d'exploitation, d'entretien et de sécurité à régler.
- Signalisation.
- Mention, sur les cartes de pointage, du fait que des effluents épurés sont utilisés pour l'irrigation.
- Horaire d'irrigation.

10.4.4 La conception du système

Voici quelques points à considérer dans la conception d'un système d'irrigation avec des effluents épurés :

- dégriller ou filtrer l'effluent stocké pour éviter de bloquer le système d'irrigation;
- en cas d'injection d'acide, prévoir les effets de la corrosion;

- Avoidance of cross-connections between potable and non-potable water systems.
- Labelling and colour coding of non-potable pipes and equipment.
- Provision of flush valves at low spots and dead ends to allow removal of debris.
- Location of sprinkler heads to avoid contamination of drinking fountains, canteens, food and drink machines, etc.

Sprinkler head location may also have to consider contamination of, or nutrient addition to, water hazards.

Reasons for treated effluent storage include:

- To balance supply and demand
- To supplement treated effluent with other source
- To contain excess on potable water
- A combination of the above

Seasonal storage may be required where no alternative effluent disposal method is available.

10.4.5 Management Concerns

Issues that may concern a golf course superintendent include:

- Many older greens have low infiltration rates, and require close attention to avoid turf failure, the risk of which may be increased if there is a possibility that use of treated effluent may further reduce infiltration capacity and require reconstruction of greens.
- If the level of the nutrients in the treated effluent is high, and especially if it is variable, staff will lose the ability to carefully control rates of nutrient application.
- If the application of treated effluent only at night results in a shortened application period, application rates will be increased, and the capacity of pumps and piping may be inadequate.
- If the course is committed to accept and use a certain amount of treated effluent and there is no alternative use for or disposal of water in excess of that used for irrigation, the superintendent may be forced to overwater the course, i.e., irrigation will be based on effluent disposal needs instead of proper golf course management.

- éviter toute intercommunication entre les réseaux d'eau potable et les réseaux d'eau non potable;
- étiqueter la tuyauterie et l'équipement transportant de l'eau non potable, et établir un code de couleurs à cet égard;
- prévoir des robinets de chasse dans les dépressions et les culs-de-sac, permettant l'évacuation des débris;
- installer les têtes d'asperseur de façon à éviter toute contamination des fontaines à boire, des cantines, des distributeurs automatiques d'aliments et de boissons, etc.

Dans certains cas, au moment de choisir l'emplacement des têtes d'asperseur, il y aura lieu de tenir compte du risque de contaminer les obstacles d'eau ou d'y apporter des nutriments.

Voici quelques raisons de stocker les effluents épurés :

- équilibrer l'approvisionnement et la demande;
- disposer d'une source complémentaire à l'effluent épuré;
- isoler l'excédent de l'eau potable;
- plusieurs de ces raisons.

Le stockage saisonnier peut s'avérer indispensable en l'absence d'une autre méthode d'élimination des eaux usées.

10.4.5 Quelques problèmes de gestion

Voici quelques problèmes auxquels le surintendant d'un terrain de golf pourrait se heurter :

- Après un certain nombre d'années, les verts perdent souvent une grande partie de leur capacité d'infiltration et doivent être surveillés de près si l'on veut éviter qu'ils dépérissent; le risque s'accroît si l'irrigation avec des effluents épurés réduit davantage la capacité d'infiltration du sol. Il peut alors devenir nécessaire de réaménager les verts.
- Si la concentration de nutriments dans les effluents épurés est élevée, et surtout si elle est en outre variable, le personnel n'arrivera plus à contrôler précisément le taux d'application des nutriments.
- Si l'irrigation avec les effluents épurés ne peut se faire que la nuit, on risque de devoir raccourcir les périodes d'irrigation et accroître le taux d'application. Dans ce cas, la capacité des pompes et des canalisations pourrait s'avérer insuffisante.
- Si l'administration du terrain de golf s'engage à accepter et à utiliser un certain volume d'effluents épurés pour l'irrigation, mais ne dispose d'aucun moyen, à part celle-ci, pour utiliser ou éliminer l'eau excédentaire, le surintendant peut se voir contraindre de trop arroser le terrain; il irriguera alors en fonction des besoins d'élimination des eaux usées et non pas suivant les principes de bonne gestion d'un terrain de golf.

Management functions include:

- Public relations: Member and player concerns that must be satisfied include odours, course appearance, legal liability, health risks, and adjacent property values.
- Design and Construction Administration: plan checking, inspection, record drawings.
- Operation and Maintenance: Monitoring and Testing: Staff, player, and public safety.

Voici quelques tâches qui incombent à la direction :

- Relations publiques : apaiser les inquiétudes des membres et des golfeurs quant aux odeurs, à l'apparence du terrain, à la responsabilité devant la loi, aux risques pour la santé et aux propriétés attenantes.
- Administration de la conception et de la construction : vérification des plans, inspection, dessins de recollement.
- Exploitation et entretien : surveillance et essais visant la sécurité du personnel, des golfeurs et du public.

Footnote References

1. WEF, "Manual of Practice 11 – Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants", Volumes I, II and III, 1996.
2. Metcalf & Eddy Inc., "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse", 1991.
3. Nova Scotia Department of Environment, "Onsite Sewage Disposal Systems Technical Guidelines", November 2005.

Bibliographie

1. WEF (1996). Manual of Practice 11 – Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants, volumes I, II et III.
2. Metcalf & Eddy Inc. (1991). Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse.
3. Nova Scotia Department of Environment (novembre 2005). Onsite Sewage Disposal Systems Technical Guidelines.

CHAPTER 11 BIOSOLIDS MANAGEMENT

11.1 GENERAL¹

Biosolids handling, treatment and disposal must be considered as an integral part of the overall management of sanitary sewage. The following is a summary of handling, treatment options and the various process and treatment requirements best suited to the option selected. Re-use and recovery alternatives of biosolids are also included as disposal options. Proponents need to consult with their provincial regulatory agencies in determining the appropriate disposal method for their application.

Plans and specifications for biosolids handling and disposal must be incorporated in the design of all sewage treatment facilities.

Biosolids are primarily organic materials produced during the treatment of domestic sewage sludge, which have been further treated to reduce pathogen content. Due to their nutrient content, biosolids can be applied to land as a fertilizer or soil amendment, a process which is referred to as land application. Land application of biosolids can be beneficial by improving crop production and soil properties, reducing requirements for inputs such as fertilizers and irrigation, reclaiming lands (strip mines, quarries, gravel pits, etc.), and enriching forest lands.

Stabilization reduces pathogen concentration, helps minimize odour generation, and reduces vector attraction potential.

11.1.1 Definitions¹

Aerobic Digestion – The degradation of organic matter brought about through the action of micro-organisms in the presence of oxygen for purposes of stabilization, volume reduction, and pathogen reduction.

Agricultural Land – Land on which food, feed, or fiber crops are grown. This includes range land and/or land used as pasture.

Agronomic Rate – The application rate designed to provide the amount of nutrients needed by a crop or vegetation. The goal is to match the needs so the amount of nutrient leaching into the water table can be minimized.

Alkaline Stabilization – See “lime stabilization”.

CHAPITRE 11 GESTION DES BIOSOLIDES

11.1 GÉNÉRALITÉS¹

La manutention, le traitement et l'élimination des biosolides sont réputés faire partie intégrante de la gestion globale des eaux usées sanitaires. On trouvera ci-après un résumé des options de manutention et de traitement ainsi que des divers procédés et exigences de traitement qui conviennent le mieux à l'option retenue. Des options de réutilisation et de récupération des biosolides sont également présentées comme options d'élimination. Les promoteurs doivent consulter leurs organismes de réglementation provinciaux au moment de déterminer la méthode d'élimination appropriée pour leur application.

Les plans et les devis pour la manutention et l'élimination des biosolides doivent être incorporés dans la conception de toutes les usines d'épuration des eaux usées.

Les biosolides sont essentiellement des matières organiques produites au cours du traitement des boues des eaux usées domestiques, lesquelles ont subi un traitement poussé visant à réduire la teneur en agents pathogènes. Parce qu'ils contiennent des éléments nutritifs, les biosolides peuvent être appliqués sur le sol pour l'engraisser ou l'amender; ce procédé est appelé « épandage des boues sur le sol ». L'épandage des biosolides peut être bénéfique parce qu'il améliore la production végétale et les propriétés du sol, réduit les besoins de fertilisation et d'irrigation, contribue à la bonification des terres (mines à ciel ouvert, carrières, gravières, etc.) et enrichit les terres forestières.

La stabilisation réduit la concentration d'agents pathogènes, les odeurs et le potentiel d'attraction des vecteurs biologiques.

11.1.1 Définitions¹

Digestion aérobie – Dégradation des matières organiques sous l'action des micro-organismes en présence d'oxygène, permettant de stabiliser ces matières et d'en réduire le volume et la teneur en agents pathogènes.

Terre agricole – Terre sur laquelle on fait pousser des denrées vivrières, des cultures fourragères ou des plantes textiles. Comprend les terrains de parcours et les terres utilisées comme pâturages.

Taux agronomique – Taux d'épandage calculé pour fournir la quantité d'éléments nutritifs nécessaire à une culture ou à la végétation. Ce taux est calculé pour répondre strictement aux besoins et donc, réduire la quantité d'éléments nutritifs qui sont entraînés par lixiviation dans la nappe phréatique.

Stabilisation alcaline – Voir « Stabilisation à la chaux ».

Anaerobic Digestion – The degradation of organic matter brought about through the action of micro-organisms in the absence of oxygen for purposes of stabilization and pathogen reduction. (Mesophilic operating range 35-38°C. Thermophilic operating range greater than 55°C.)

Application site – See “land application site”.

Beneficial Use – Taking advantage of the nutrient content and soil conditioning properties of a biosolids product to supply some or all of the fertilizer needs of an agronomic crop or for vegetative cover (in land reclamation, silviculture, landfill cover, or similar ventures).

Biosolids – An organic, stabilized material produced during the treatment of domestic sewage (some facilities may also receive commercial and industrial components) in a wastewater treatment facility or stabilization lagoon and rendered suitable for beneficial use. They include the solid, semi-solid, and liquid residue removed from primary, secondary, or advanced wastewater treatment processes, but do not include screenings and grit normally removed during the preliminary treatment stages of these processes. Biosolids differ from sewage sludges in that they have been treated to reduce pathogen content.

Composting – A stabilization process where organic material undergoes biological degradation to a stable end product. Approximately 20% to 30% of the volatile solids are converted to carbon dioxide and water. Enteric pathogenic organisms are destroyed during this process.

Dewater – Increase of the solids concentration of biosolids and sludges to a cake like consistency generally greater than 15 % solids.

Heat Drying – Heat drying of biosolids involves the supply of auxiliary heat to mechanical drying processes in order to increase the vapour holding capacity of the ambient air and to provide the latent heat necessary for evaporation (>80°C).

Heat Treatment – Heat treatment is a continuous process in which biosolids are heated in a pressure vessel to temperatures up to 260°C for approximately 30 minutes. This serves as both a stabilization process and a conditioning process.

Land Application – The spreading of biosolids to any one field following the agronomic rate specified in the nutrient management plan that has been prepared by a qualified nutrient management planner.

Digestion anaérobie – Dégradation des matières organiques sous l'action des micro-organismes en l'absence d'oxygène, permettant de stabiliser ces matières et d'en réduire la teneur en agents pathogènes. (La plage des températures de service pour la digestion mésophile est de 35 à 38°C. Pour la digestion thermophile, les températures sont supérieures à 55°C.)

Site d'épandage – Voir « Site d'épandage sur le sol ».

Utilisation bénéfique – Avantage que l'on tire de la teneur en éléments nutritifs et des propriétés d'amendement du sol des biosolides pour répondre à une partie ou à la totalité des besoins de fertilisation d'une culture agricole ou de couverture végétale (pour la bonification des terres, la sylviculture, la constitution d'une couche de couverture et d'autres applications semblables).

Biosolides – Matières organiques stabilisées produites au cours de l'épuration des eaux usées domestiques (certaines usines peuvent aussi recevoir des égouts commerciaux et industriels) dans une usine d'épuration ou un bassin de stabilisation et pouvant faire l'objet d'une utilisation bénéfique. Comprennent les résidus solides, semi-solides et liquides extraits au cours des procédés de traitement primaire, secondaire ou avancé des eaux usées, mais excluent les matières dégrillées et le sable ordinairement extraits au cours des étapes de traitement préliminaire. Les biosolides diffèrent des boues d'épuration en ce qu'ils ont subi un traitement qui en réduit la teneur en agents pathogènes.

Compostage – Procédé de stabilisation au cours duquel les matières organiques subissent une dégradation biologique pour former un produit final stable. Environ 20 à 30 % des solides volatils sont convertis en dioxyde de carbone et en eau. Les organismes entéropathogènes sont détruits au cours du processus.

Déshydratation – Augmentation de la concentration en matières solides des biosolides et des boues jusqu'à obtention de gâteaux de boue contenant généralement plus de 15 % de solides.

Séchage thermique – Dans le conditionnement thermique des biosolides, on ajoute aux procédés de séchage mécanique des sources de chaleur auxiliaires qui permettent d'accroître la capacité de rétention de la vapeur de l'air ambiant et de fournir la chaleur latente nécessaire à l'évaporation (>80°C).

Traitement thermique – Processus continu au cours duquel les biosolides sont chauffés dans un récipient sous pression à des températures pouvant atteindre 260°C pendant environ 30 minutes. Il s'agit à la fois d'un procédé de stabilisation et d'un procédé de conditionnement.

Épandage sur le sol – Application de biosolides sur un champ au taux agronomique spécifié dans le plan de gestion des éléments nutritifs établi par un planificateur qualifié en gestion des éléments nutritifs.

Land Application Site – An area of land (covered by an Approval) on which biosolids are applied to condition the soil, fertilize crops, or promote vegetative growth.

Lime Stabilization – A process in which sufficient lime or other alkaline material is added to biosolids to produce a highly alkaline sludge (pH of 12 after two hours of contact). Also called alkaline stabilization.

Nutrient – Any substance that is required for plant growth. This generally refers to nitrogen, phosphorus, potassium, and other essential and trace elements.

Nutrient Management Planner – A professional agrologist that has completed an appropriate course of study that includes nutrient management planning.

Pasteurization – The process in which biosolids are heated to 70°C for 30 minutes to destroy pathogens,

Pathogens – Organisms such as bacteria, protozoa, viruses, and parasites causing disease in humans and animals.

Sludge – The solid, semi-solid, or liquid residue generated during the wastewater treatment process.

Soil Amendment – Anything that is added to the soil to improve its physical or chemical condition or plant growth.

Stabilize – To make the organic or volatile portion of the sludge less putrescible, less odorous, and to decrease the vector attraction potential and concentration of pathogenic microorganisms.

Stabilization Lagoon – A facultative (both aerobic and anaerobic), aerobic or anaerobic lagoon capable of degrading the organic matter in wastewater through the action of microorganisms in the presence of oxygen (aerobic) or absence of oxygen (anaerobic) for the purposes of stabilization, volume reduction and pathogen reduction.

Vector Attraction – The characteristic of biosolids that attracts rodents, flies, mosquitoes, or other pests and organisms capable of transporting infectious agents, such as pathogens.

Site d'épandage sur le sol – Superficie de terrain (visée par une approbation) sur laquelle on applique des biosolides pour conditionner le sol, fertiliser les cultures ou favoriser la croissance végétative.

Stabilisation à la chaux – Procédé au cours duquel on ajoute aux biosolides une quantité suffisante de chaux ou d'une autre substance alcaline pour produire une boue fortement alcaline (pH de 12 après une période de contact de deux heures). Aussi appelée « stabilisation alcaline ».

Élément nutritif – Toute substance nécessaire à la croissance d'une plante. Désigne généralement l'azote, le phosphore, le potassium et d'autres éléments essentiels et oligoéléments.

Planificateur en gestion des éléments nutritifs – Agronome professionnel qui a suivi un programme d'études approprié portant entre autres sur la gestion des éléments nutritifs.

Pasteurisation – Procédé qui consiste à chauffer les biosolides à 70°C pendant 30 minutes pour détruire les agents pathogènes.

Agents pathogènes – Organismes, comme les bactéries, les protozoaires, les virus et les parasites, qui causent des maladies chez l'humain et les animaux.

Boue – Résidu solide, semi-solide ou liquide produit au cours du processus de d'épuration des eaux usées.

Amendement des sols – Incorporation de substances à un sol pour en améliorer l'état physique ou chimique ou favoriser la croissance des plantes.

Stabiliser – Rendre la partie organique ou volatile des boues moins putrescible et moins odorante et réduire le potentiel d'attraction des vecteurs biologiques et la concentration de micro-organismes pathogènes.

Étang de stabilisation – Étang facultative (inclus les organismes aérobies et anaérobies) capable de dégrader la matière organique contenue dans les eaux usées sous l'action des micro-organismes en présence d'oxygène (aérobie) ou en l'absence d'oxygène (anaérobie) afin de stabiliser cette matière et d'en réduire le volume et la teneur en agents pathogènes.

Attraction des vecteurs biologiques – Caractéristiques des biosolides qui attirent les rongeurs, les mouches, les moustiques ou d'autres ravageurs et organismes pouvant transporter des agents infectieux, comme les agents pathogènes.

11.2 SLUDGE TREATMENT PROCESS SELECTION

The selection of sludge handling unit processes should be based upon at least the following considerations:

- Regulatory requirements
- Local land use;
- System energy requirements;
- Cost effectiveness of sludge thickening and dewatering;
- Equipment complexity and staffing requirements;
- Adverse effects of heavy metals and other sludge components upon the unit processes;
- Sludge digestion or stabilization requirements;
- Side stream or return flow treatment requirements (e.g., digester or sludge storage facilities supernatant, dewatering unit filtrate, wet oxidation return flows);
- Sludge storage requirements;
- Methods of ultimate disposal; and
- Back-up techniques of sludge handling and disposal.

11.3 SLUDGE CONDITIONING

11.3.1 Chemical Conditioning

11.3.1.1 Chemical Requirements

Chemical conditioning methods involve the use of organic or inorganic flocculants to promote the formation of a porous, free draining cake structure. The ranges of some chemical conditioning requirements are outlined in Table 11.1.

11.2 CHOIX D'UN PROCÉDÉ DE TRAITEMENT DES BOUES

Le choix de procédés unitaires de traitement des boues devrait être au moins fondé sur les critères suivants :

- exigences réglementaires;
- utilisation locale du sol;
- demande énergétique du système;
- rapport coût-efficacité de l'épaississement et de la déshydratation des boues;
- complexité de l'équipement et besoins en personnel;
- effets nuisibles des métaux lourds et d'autres composants des boues sur les procédés unitaires;
- exigences de digestion et de stabilisation des boues;
- exigences de traitement des flux secondaires ou des flux de retour (p. ex., surnageant des installations de digestion ou de stockage des boues, filtrat des unités de déshydratation, flux de retour des procédés d'oxydation par voie humide);
- exigences de stockage des boues;
- méthodes d'élimination finale;
- techniques de remplacement de traitement et d'élimination des boues.

11.3 CONDITIONNEMENT DES BOUES

11.3.1 Conditionnement chimique

11.3.1.1 Exigences de conditionnement chimique

Les méthodes de conditionnement chimique font intervenir des flocculants organiques et inorganiques qui favorisent la formation d'un gâteau poreux à drainage libre. Les plages recommandées pour certains produits chimiques de conditionnement sont indiquées au tableau 11.1.

TABLE 11.1 TABLEAU 11.1		SOME CHEMICAL CONDITIONING REQUIREMENTS EXIGENCES DE CONDITIONNEMENT CHIMIQUE	
SLUDGE BOUES	FeCl ₃ (kg/tonne DRY SOLIDS) (kg/tonne SOLIDES SECS)	Ca(OH) ₂ (kg/tonne DRY SOLIDS) (kg/tonne SOLIDES SECS)	POLYMERS POLYMÈRES (kg/tonne DRY SOLIDS) (kg/tonne SOLIDES SECS)
RP BP	10 - 30	0 - 50	1.5 - 2.5
R(P + TF) B(P + LB)	30 - 60	0 - 150	2 - 5
R(P + AS) B(P + BA)	40 - 80	0 - 150	3 - 7.5
AS BA	60 - 100	50 - 1500	4 - 12.5
DP	20 - 30	30 - 80	1.5 - 4
D(P + TF) D(P + LB)	40 - 80	50 - 150	3 - 7.5
D(P + AS) D(P + BA)	60 - 100	50 - 150	3 - 10

KEY: R = RAW; P = PRIMARY; TF = TRICKLING FILTER; AS = ACTIVATED SLUDGE; D = DIGESTED
LÉGENDE : B = BRUTES; P = PRIMAIRES; LB = LIT BACTÉRIEN; BA = BOUES ACTIVÉES; D = DIGÉRÉES

11.3.1.2 Laboratory Testing

The selection of the most suitable chemical(s) and the actual dosage requirements for sludge conditioning should be determined by full-scale testing.

Laboratory testing should, however, only be used to narrow down the selection process and to arrive at approximate dosage requirements. Generally, laboratory testing will yield dosage requirements within 15 percent of full-scale needs.

11.3.1.3 Conditioning Chemicals

11.3.1.3.1 General

With most thickening operations and with belt filter press dewatering operations the most commonly used chemicals are polymers. For dewatering by vacuum filtration, ferric salts, often in conjunction with lime, are most commonly used, although with centrifuge dewatering, chemical conditioning using polymers is most prevalent, with metal salts being avoided mainly due to corrosion problems. The ultimate disposal methods may also have an effect on the choice of conditioning chemicals. For instance, lime and ferric compounds should be avoided with incineration options.

11.3.1.3.2 Iron or Aluminum Salts

Most raw sludges can be filtered with ferric salts alone, although digested sludge will require an addition of lime with the ferric salt. The lime: ferric chloride ratio is typically 3:1 to 4:1 for best results. If metallic salts are used without lime, the resulting low pH sludge will be highly corrosive to carbon steel and should require materials such as plastic, stainless steel, or rubber for proper handling.

11.3.1.3.3 Lime

Hydrated limes, both the high calcium and dolomitic types, can be used for sludge conditioning in conjunction with metal salts or alone.

11.3.1.3.4 Polymers

Polymers used for sludge conditioning are long-chain water-soluble organic molecules of high molecular weight. They are used in wastewater suspensions to cause flocculation through adsorption. Equipment for polymer addition must be able to withstand potential corrosion.

11.3.1.2 Essais en laboratoire

Le choix du ou des produits chimiques appropriés et le dosage effectif pour le conditionnement des boues devraient être fondés sur des essais exhaustifs.

Les essais en laboratoire ne devraient toutefois être effectués que pour affiner le processus de sélection et déterminer un dosage approximatif. Généralement, le dosage obtenu à partir des essais en laboratoire se situera à plus ou moins 15 % du dosage obtenu à partir des essais exhaustifs.

11.3.1.3 Produits chimiques de conditionnement

11.3.1.3.1 Généralités

Les polymères sont les produits chimiques les plus souvent utilisés dans les opérations d'épaississement et de déshydratation au moyen de filtres à bande presseuse. Pour la déshydratation par filtration sous vide, on se sert surtout de sels ferriques, souvent combinés à de la chaux, mais dans l'essorage par centrifugation, on privilégie les polymères pour le conditionnement et on évite les sels métalliques, qui risquent de causer des problèmes de corrosion. Les méthodes d'élimination finale peuvent aussi avoir un effet sur le choix des produits chimiques de conditionnement. Ainsi, la chaux et les composés ferriques ne devraient pas être utilisés dans les boues à incinérer.

11.3.1.3.2 Sels de fer ou d'aluminium

La plupart des boues brutes peuvent être filtrées à l'aide de sels ferriques uniquement, mais pour les boues digérées, il faut ajouter de la chaux à ces sels. Le rapport chaux-chlorure ferrique qui donne ordinairement les meilleurs résultats est de 3:1 à 4:1. Les sels métalliques employés sans chaux produiront des boues à faible pH très corrosives pour l'acier au carbone, et il faudra donc utiliser des matériaux comme le plastique, l'acier inoxydable ou le caoutchouc pour leur traitement.

11.3.1.3.3 Chaux

Les chaux hydratées, à haute teneur en calcium et dolomitiques, peuvent être utilisées seules ou conjointement avec des sels métalliques pour le conditionnement des boues.

11.3.1.3.4 Polymères

Les polymères utilisés pour le conditionnement des boues sont des molécules organiques à longue chaîne, solubles dans l'eau et de poids moléculaire élevé. Ils sont employés pour la flocculation par absorption des matières en suspension des eaux usées. L'équipement qui sert à introduire les polymères doit pouvoir résister à la corrosion.

11.3.1.3.5 Chemical Feed System

The chemical feed system should be paced at the rate of sludge flow to the dewatering unit. The chemical feed system should be either close to the dewatering unit or controllable from a point near the dewatering unit. Sufficient mixing should be provided so as to disperse the conditioner throughout the sludge. The chemical feed rates should allow for at least a 10:1 range of chemical flow to the dewatering unit.

11.3.2 Heat Conditioning

11.3.2.1 General

Heat conditioning of sludge consists of subjecting the sludge to high levels of heat and pressure. Heat conditioning can be accomplished by either a non-oxidative or oxidative system. Heat conditioning high temperatures cause hydrolysis of the encapsulated water-solids matrix and lysing of the biological cells. The hydrolysis of the water matrix destroys the gelatinous components of the organic solids and thereby improves the water-solids separation characteristics.

11.3.2.2 Operating Temperatures and Pressures

Typical operating temperatures range from 150 to 260°C. Operating pressures range from 1100 to 2800 kPa. Typical sludge detention times vary between 15 and 60 minutes.

11.3.2.3 Increase in Aeration Tank Organic Loading

Although the heat conditioning system has been proven to be an effective sludge conditioning technique for subsequent dewatering operations, the process results in a significant organic loading to the aeration tanks of the sewage treatment plant if supernatant is returned to the aeration system. This is due to the solubilization of organic matter during the sludge hydrolysis. This liquor can represent 25 to 50 percent of the total loading on the aeration tanks and allowances must be made in the treatment plant design to accommodate this loading increase.

11.3.2.4 Design Considerations

11.3.2.4.1 Materials

Heat conditioning results in the production of extremely corrosive liquids requiring the use of corrosion-resistant materials for the liquid handling.

11.3.2.4.2 Sludge Grinding

Sludge grinders should be provided to macerate the sludge to a particle size less than 6 mm to prevent fouling of the heat exchangers.

11.3.1.3.5 Système de dosage de réactifs

Le débit du système de dosage de réactifs devrait correspondre au débit de boues entrant dans l'unité de déshydratation. Le système devrait être situé à proximité de l'unité ou pouvoir être commandé à partir d'un point situé à proximité de l'unité. Il convient d'assurer un mélange suffisant pour bien disperser le produit de conditionnement dans les boues. Les taux d'alimentation devraient permettre de faire varier l'apport de produits chimiques dans l'unité de déshydratation dans une plage d'au moins 10 : 1.

11.3.2 Conditionnement thermique

11.3.2.1 Généralités

Le conditionnement thermique des boues consiste à soumettre celles-ci à des températures et à des pressions élevées. Le conditionnement thermique peut être réalisé à l'aide d'un système oxydatif ou non oxydatif. Les fortes températures utilisées dans le conditionnement thermique provoquent une hydrolyse de la matrice eau-solides encapsulée et une fragmentation des cellules biologiques. L'hydrolyse de la matrice aqueuse détruit les composants gélatineux des solides organiques et améliore ainsi les caractéristiques de séparation eau-solides.

11.3.2.2 Températures et pressions de service

Les températures de service types varient de 150 à 260°C. Les pressions de service se situent entre 1100 et 2800 kPa. Les temps de séjour types des boues varient entre 15 et 60 minutes.

11.3.2.3 Augmentation de la charge organique dans un bassin d'aération

Bien que le système de conditionnement thermique se soit révélé une technique efficace de conditionnement des boues en vue des opérations de déshydratation subséquentes, le procédé produit une charge organique importante dans les bassins d'aération de l'usine d'épuration si le surnageant est recyclé vers le système d'aération. Cette forte charge est attribuable à la solubilisation de la matière organique pendant l'hydrolyse des boues. Cette liqueur peut représenter de 25 à 50 % de la charge totale des bassins d'aération, et il faut prévoir cette augmentation de charge dans la conception de l'usine d'épuration.

11.3.2.4 Conception

11.3.2.4.1 Matériaux

Le conditionnement thermique produit des liquides extrêmement corrosifs dont le traitement nécessite l'utilisation de matériaux résistants à la corrosion.

11.3.2.4.2 Pulvérisation des boues

Il convient de prévoir des broyeurs pour macérer les boues et ramener la taille des particules à moins de 6 mm afin de prévenir l'encrassement des échangeurs de chaleur.

11.3.2.4.3 Feed Pumps

Feed pumps should be capable of discharging sludge at pressures of 1400 to 2800 kPa and must be resistant to abrasion.

11.3.2.4.4 Heat Exchangers

The efficiency of the heat exchangers is dependent on the transfer coefficients and the temperature differences of the incoming and outgoing sludges.

11.3.2.4.5 Reaction Vessel

The reaction vessel should be of sufficient volume to provide for a sludge detention time of 15 to 60 min. The detention time depends on the sludge characteristics, temperature and the level of hydrolysis required.

11.3.2.4.6 Hot Water Recirculation Pump

The hot water recirculation pump should be capable of handling hot water at the maximum design temperature.

11.3.2.4.7 Odour Control

Heat conditioning, particularly the non-oxidative process, can result in the production of odorous gases in the decant tank. If ultimate sludge disposal is via incineration, these gases can be incinerated in the upper portion of the furnace. If incineration is not a part of the sludge handling process, a catalytic or other type of oxidating unit should be used.

11.3.2.4.8 Solvent Cleaning

Scale formation in the heat exchangers, pipes and reaction vessel require acid washing equipment to be provided.

11.3.2.4.9 Piping

All the high pressure piping for the sludge heat conditioning system should be tested at a pressure of 3500 kPa. Low pressure piping should be tested at 1.5 times the working pressure or 1400 kPa, whichever is greater.

11.3.2.4.10 Decant Tank

The decant tank functions as a storage and sludge consolidation unit. The tank should be covered and provided with venting and a deodorization arrangement. The tank should be designed using loadings of 245 kg/m²-d for primary sludge and 145 kg/m²-d for biological sludges. The underflow will range from 1.0 to 1.5 percent TS.

11.3.2.4.3 Pompes doseuses

Les pompes doseuses devraient pouvoir refouler les boues à des pressions de 1400 à 2800 kPa et doivent résister à l'abrasion.

11.3.2.4.4 Échangeurs de chaleur

L'efficacité des échangeurs de chaleur dépend des coefficients de transfert et des différences de température des boues entrantes et sortantes.

11.3.2.4.5 Réacteur

Le réacteur devrait avoir un volume suffisant pour assurer un temps de séjour de 15 à 60 min. Le temps de séjour est fonction des caractéristiques des boues, de la température et du niveau d'hydrolyse nécessaire.

11.3.2.4.6 Pompes de recirculation de l'eau chaude

La pompe de recirculation de l'eau chaude devrait pouvoir prendre en charge l'eau chaude à la température maximale de conception.

11.3.2.4.7 Contrôle des odeurs

Le conditionnement thermique, et en particulier le procédé non oxydatif, peut produire des gaz odorants dans le bassin de décantation. Si le moyen d'élimination finale des boues est l'incinération, ces gaz peuvent être incinérés dans la partie supérieure de la chaudière. Si l'incinération ne fait pas partie du processus de traitement des boues, un appareil catalytique ou un autre type d'appareil d'oxydation devrait être utilisé.

11.3.2.4.8 Nettoyage au solvant

Il faut prévoir de l'équipement pour le lavage à l'acide de la calamine qui se forme dans les échangeurs de chaleur, la tuyauterie et le réacteur.

11.3.2.4.9 Tuyauterie

La tuyauterie haute pression servant au conditionnement thermique des boues devrait être mise à l'essai à une pression de 3500 kPa. La tuyauterie basse pression devrait être mise à l'essai à une pression correspondant à 1,5 fois la pression de service ou à 1400 kPa, selon la valeur la plus élevée.

11.3.2.4.10 Bassin de décantation

Le bassin de décantation fait office d'unité de stockage et de consolidation des boues. Le bassin devrait être couvert, aéré et désodorisé. La conception du bassin devrait être fondée sur des charges de 245 kg/m²-j, dans le cas des boues primaires, et de 145 kg/m²-j, dans le cas des boues biologiques. Le dépôt devrait représenter de 1,0 à 1,5 % des matières solides totales.

11.3.2.5 Laboratory Testing

Since process efficiency is dependent on achieving a degree of solubilization (hydrolysis) that reduces the specific resistant to an acceptable range, batch testing with a laboratory autoclave should be employed. This procedure permits accurate control of the time and temperature functions affecting the level of hydrolysis. The level of solubilization is determined from the loss of TSS during heat treatment.

11.3.3 Addition of Admixtures

Another common form of physical conditioning is the addition of admixtures such as fly ash, incinerator ash, diatomaceous earth, or waste paper. These conditioning techniques are most commonly used with filter presses. The admixtures when added in sufficient quantities produce a porous lattice structure in the sludge which results in decreased compressibility and improved filtering characteristics. When considering such conditioning techniques, the beneficial and detrimental effects of the admixture on such parameters as overall sludge mass, calorific value, etc., must be evaluated along with the effects on improved solids content.

11.4 SLUDGE THICKENING

11.4.1 General

11.4.1.1 Applicability

As the first step of sludge handling, the need for sludge thickeners to reduce the volume of sludge should be considered.

The design of thickeners (gravity, dissolved-air flotation, centrifuge and others) should consider the type and concentration of sludge, the sludge stabilization processes, the method of ultimate sludge disposal, chemical needs and the cost of operation. Particular attention should be given to the pumping and piping of the concentrated sludge and possible onset of anaerobic conditions. Sludge thickening to at least 5% solids prior to transmission to digesters should be considered.

Wherever possible, pilot-plant and/or bench-scale data should be used for the design of sludge thickening facilities. With new plants, this may not always be possible and, in such cases, empirical design parameters must be used. The following subsections outline the normal ranges for the design parameters of such equipment.

11.3.2.5 Essais en laboratoire

Étant donné que l'efficacité du procédé dépend de la capacité à atteindre un niveau de solubilisation (hydrolyse) qui ramène la résistance spécifique à une plage acceptable, il convient de procéder à des essais par lots à l'aide d'un autoclave de laboratoire. Cette procédure permet de contrôler avec précision la durée et la température qui ont un effet sur le niveau d'hydrolyse. Le niveau de solubilisation est déterminé à partir de la perte de matières solides totales en suspension au cours du traitement thermique.

11.3.3 Adjuvants

Une autre forme courante de conditionnement physique consiste à utiliser des adjuvants, comme des cendres volantes, des cendres d'incinérateur, de la terre de diatomées ou des rebuts de papier. Ces techniques de conditionnement sont le plus souvent employées conjointement avec des filtres-presses. Lorsqu'ils sont ajoutés en quantités suffisantes, les adjuvants produisent une structure réticulée poreuse qui réduit la compressibilité des boues et en améliore les caractéristiques de filtration. Lorsqu'on examine ces techniques de conditionnement, il faut évaluer les effets bénéfiques et nuisibles des adjuvants sur certains paramètres, comme la masse totale des boues et le pouvoir calorifique, ainsi que les effets sur l'amélioration de la teneur en solides.

11.4 ÉPAISSISSEMENT DES BOUES

11.4.1 Généralités

11.4.1.1 Application

Comme première étape du traitement des boues, il convient d'envisager l'utilisation d'épaississeurs pour réduire le volume des boues.

La conception des épaississeurs (par gravité, flottation à l'air dissous, centrifuges et autres) devrait tenir compte de la nature et de la concentration des boues, des procédés de stabilisation, de la méthode d'élimination finale, des besoins en produits chimiques et du coût de l'opération. Il importe d'accorder une attention particulière aux pompes et à la tuyauterie utilisées pour les boues concentrées et à l'apparition possible de conditions anaérobies. Il convient également d'envisager d'épaissir les boues jusqu'à l'obtention d'une concentration d'au moins 5 % de matières solides avant de les acheminer vers les digesteurs.

Dans la mesure du possible, on devrait utiliser des données recueillies pour une installation pilote ou en laboratoire dans la conception des installations d'épaississement des boues. Ces données n'étant pas toujours disponibles dans le cas de nouvelles installations, il faudrait alors utiliser des paramètres de conception empiriques. On décrit aux sous-sections suivantes les plages normales des paramètres de conception de cet équipement.

In considering the need for sludge thickening facilities, the designer should evaluate the economics of the overall treatment processes, with and without facilities for sludge water content reduction. This evaluation should consider both capital and operating costs of the various plant components and sludge disposal operations affected.

11.4.1.2 Multiple Units

With sludge thickening equipment, multiple units will generally be required unless satisfactory sludge storage facilities or alternate sludge disposal methods are available for use during periods of equipment repair. Often the need for full standby units will be unnecessary if the remaining duty units can be operated for additional shifts in the event of equipment breakdown.

11.4.1.3 Thickener Location

Sludge thickening can be employed in the following locations in a sewage treatment plant:

- prior to digestion for raw primary, excess activated sludge or mixed sludges;
- prior to dewatering facilities;
- following digestion for sludges or supernatant; or
- following dewatering facilities for concentration of filtrate, decant, centrate, etc.

Where thickeners are to be housed, adequate ventilation should be provided.

11.4.2 Thickening Methods and Performance With Various Sludge Types

The commonly employed methods of sludge thickening and their suitability for the various types of sludge are shown in Table 11.2. In selecting a design figure for the thickened sludge concentration, the designer should keep in mind that all thickening devices are adversely affected by high Sludge Volume Indices (SVI's) and benefited by low SVI's in the waste activated sludges. The ranges of thickened sludge concentrations given in Table 11.2 assume an SVI of approximately 100.

Au moment de déterminer s'il est nécessaire de prévoir des installations d'épaississement des boues, le concepteur devrait évaluer les aspects économiques de l'ensemble des procédés de traitement, avec et sans installations de réduction de la teneur en eau des boues. Au cours de cette évaluation, il devrait tenir compte à la fois du coût des investissements et des coûts d'exploitation des divers composants de l'usine et des opérations d'élimination touchées.

11.4.1.2 Unités multiples

Pour l'équipement d'épaississement des boues, il faudra généralement prévoir plusieurs unités à moins que des installations satisfaisantes de stockage des boues ou des méthodes d'élimination de remplacement ne puissent être utilisées pendant les travaux de réparation de l'équipement. Il est souvent inutile de prévoir des unités de secours si les unités en service restantes peuvent fonctionner pendant des quarts supplémentaires en cas de bris d'équipement.

11.4.1.3 Emplacement des épaisseurs

On peut employer des épaisseurs aux endroits suivants dans une usine d'épuration :

- en amont des digesteurs pour les boues fraîches primaires, les boues activées excédentaires ou les boues mixtes;
- en amont des installations de déshydratation;
- en aval des digesteurs pour les boues ou le surnageant; ou
- en aval des installations de déshydratation pour la concentration du filtrat, du décantat, du centrât, etc.

Lorsque les épaisseurs se trouvent dans un bâtiment, celui-ci devrait être bien aéré.

11.4.2 Méthodes d'épaississement et performance avec divers types de boues

Les méthodes courantes d'épaississement des boues et leur applicabilité à divers types de boues sont indiquées au tableau 11.2. Au moment de choisir une valeur de conception pour la concentration des boues épaissies, le concepteur devrait se rappeler que le rendement de tous les dispositifs d'épaississement est réduit par un indice de volume des boues (IVB) élevé et amélioré par un faible indice de volume des boues, dans le cas des boues activées en excès. Les plages de concentrations des boues épaissies indiquées au tableau 11.2 reposent sur un IVB d'environ 100.

TABLE 11.2 TABEAU 11.2		SLUDGE THICKENING METHODS AND PERFORMANCE WITH VARIOUS SLUDGE TYPES MÉTHODES D'ÉPAISSISSEMENT DES BOUES ET PERFORMANCE AVEC DIVERS TYPES DE BOUES
THICKENING METHOD MÉTHODE D'ÉPAISSISSEMENT	SLUDGE TYPE TYPE DE BOUES	PERFORMANCE EXPECTED PERFORMANCE ATTENDUE
Gravity Gravité	Raw Primary Primaires fraîches	Good, 8-10% Solids Bonne : teneur en solides de 8 à 10 %
	Raw Primary and Waste Activated Primaires fraîches et activées en excès.	Poor, 5-8% Solids Médiocre : teneur en solides de 5 à 8 %
	Waste Activated Activées en excès	Very Poor, 2-3% Solids (Better results reported for oxygen excess activated sludge) Très faible : teneur en solides de 2 à 3 % (de meilleurs résultats ont été enregistrés pour les boues activées excédentaires oxygénées)
	Digested Primary Digested Primary and Waste Activated Primaires digérées Primaires digérées et activées en excès.	Very Good, 8-14% Solids Poor, 6-9% Solids Très bonne : teneur en solides de 8 à 14 % Médiocre : teneur en solides de 6 à 9 %
	Waste Activated (Not generally used for other sludge types) Activées en excès (généralement pas utilisée pour d'autres types de boues)	Good, 4-6% Solids and ≥ 95% Solids Capture With Flotation Aids. Bonne : teneur en solides de 4 à 6 % et captage des solides ≥ 95 % avec l'utilisation d'adjuvant pour flottation.
	Centrifugation	8-10% and 80-90% Solids Capture with Basket Centrifuges; 4-6% and 80-90% Solids Capture with Disc-nozzle Centrifuges; 5-8% and 70-90% Solids Capture with Solid Bowl Centrifuges Captage des solides de 8 à 10 % et de 80 à 90 % avec centrifugeuse à panier; captage des solides de 4 à 6 % et de 80 à 90 % avec centrifugeuse à buse à disque; captage des solides de 5 à 8 % et de 70 à 90 % avec centrifugeuse à bol plein

11.4.3 Sludge Pretreatment

Wherever thickening devices are being installed, special consideration must be given to the need for sludge pretreatment in the form of sludge grinding to avoid plugging pumps, lines and thickening equipment. Sludge conditioning by chemical conditioning is also considered as a type of pretreatment.

11.4.3 Prétraitement des boues

Lorsque des dispositifs d'épaississement sont installés, il faut tenir compte de la nécessité de prétraiter les boues en les broyant pour prévenir le colmatage des pompes, de la tuyauterie et de l'équipement d'épaississement. Le conditionnement des boues à l'aide de produits chimiques est aussi considéré comme une forme de prétraitement.

11.4.4 Gravity Thickening

11.4.4.1 Process Application

Gravity thickening is principally used for primary sludge, and mixtures of primary and waste activated sludges, with little use for waste activated sludges alone. Due to the better performance of other methods for waste activated sludges, gravity thickening has limited application for such sludges.

11.4.4.2 Design Criteria

11.4.4.2.1 Tank Shape

The gravity thickener should be circular in shape.

11.4.4.2.2 Tank Dimensions

Typical maximum tank diameters should range between 21 and 24 m. Sidewater depth should be between 3 and 3.7 m.

11.4.4.2.3 Floor Slope

The acceptable range for gravity sludge thickener floor slopes is 2:12 to 3:12.

11.4.4.2.4 Solids Loading

The type of sludge should govern the design value for solids loading to the gravity thickener. Table 11.3 outlines recommended solids loading values.

11.4.4 Épaississement par gravité

11.4.4.1 Application du procédé

Les épaisseurs par gravité sont surtout utilisés pour les boues primaires et les mélanges de boues primaires et de boues activées en excès et, dans une moindre mesure, pour les boues activées en excès seules. Comme d'autres méthodes donnent de meilleurs résultats pour les boues activées en excès, les épaisseurs par gravité ont une utilité limitée pour ce type de boues.

11.4.4.2 Critères de conception

11.4.4.2.1 Forme de la cuve

L'épasseur de boues devrait avoir une forme circulaire.

11.4.4.2.2 Dimensions de la cuve

Le diamètre maximal type des cuves devrait varier entre 21 et 24 m. La profondeur devrait se situer entre 3 et 3,7 m.

11.4.4.2.3 Pente du plancher

La plage acceptable de pentes pour le plancher des épaisseurs par gravité est de 2:12 à 3:12.

11.4.4.2.4 Charges de solides

Le type de boues devrait dicter la valeur pour le calcul de la charge de solides de l'épasseur par gravité. Le tableau 11.3 contient les valeurs recommandées pour la charge de solides.

TABLE 11.3 TABLEAU 11.3	SOLIDS LOADING ON GRAVITY THICKENERS FOR VARIOUS SLUDGE TYPES CHARGES DE SOLIDES DES ÉPAISSISSEURS PAR GRAVITÉ POUR DIVERS TYPES DE BOUES	
	TYPE OF SLUDGE TYPE DE BOUES	SOLIDS LOAD (kg/m ² ·day) CHARGE DE BOUES (kg/m ² ·jour) ACCEPTABLE RANGE PLAGE ACCEPTABLE
	Primary Primaires	95 - 120
	Waste Activated Activées en excès	12 - 40
	Modified Activated Activées modifiées	50 - 100
	Trickling Filter Lit bactérien	40 - 50

Solids loading for any combination of primary sludge and waste activated sludge should be based on a weighted average of the above loading rates.

Use of metal salts for phosphorus removal may affect the solids loading rates.

La charge de solides pour une combinaison donnée de boues primaires et de boues activées en excès devrait être fondée sur la moyenne pondérée des taux de charge ci-dessus.

L'utilisation de sels métalliques pour l'élimination du phosphore peut avoir un effet sur le taux de charge de solides.

11.4.4.2.5 Dilution

Improved thickening is achieved by diluting sludge to 0.5 to 1% solids because that dilution reduces the interface between the settling particles. Primary sewage effluent or secondary effluent may be utilized to dilute sludge before thickening.

11.4.4.2.6 Hydraulic Overflow Rate

The hydraulic overflow rate should be kept sufficiently high to prevent septic conditions from developing in the thickener. The acceptable ranges for overflow rates are as follows:

Primary Sludge	0.28-0.38 $\ell/m^2 \cdot s$
Secondary Sludge	0.22-0.34 $\ell/m^2 \cdot s$
Mixture	0.25-0.36 $\ell/m^2 \cdot s$

11.4.4.2.7 Sludge Volume Ratio

The sludge volume ratio (SVR) is defined as the volume of the sludge blanket divided by the daily volume of sludge (underflow) pumped from the thickener. Though deeper sludge blankets and longer SVR are desirable for maximum concentrations, septic conditions due to anaerobic biodegradation on warmer months limit the upper values of SVR to about 1 day.

Recommended SVR values range is 0.3 to 1 day during warmer months and 0.5 to 2 days during colder months.

11.4.4.2.8 Hydraulic Retention Time

A minimum of 6 hr. detention of liquid is required. For maximum compaction of the sludge blanket, 24 hrs. is the recommended time required.

During peak conditions, the retention time may have to be shortened to keep the sludge blanket level below the overflow weirs, thus, preventing excessive solids carry-over.

11.4.4.2.9 Sludge Underflow Piping

The length of suction lines should be kept as short as possible. Consideration should be given to the use of dual sludge withdrawal lines.

11.4.4.2.10 Chemical Conditioning

Provision should be made for the addition of conditioning chemicals into the sludge influent lines (polymers, ferric chloride or lime are the most likely chemicals to be used to improve solids capture).

11.4.4.2.5 Dilution

On peut réaliser un épaississement avancé en diluant les boues de manière à ramener la concentration de solides entre 0,5 et 1 % parce que cette dilution réduit l'interface entre les particules qui se déposent. Des effluents d'égout primaires ou des effluents secondaires peuvent être utilisés pour la dilution des boues avant épaississement.

11.4.4.2.6 Vitesse de déversement

Il convient de maintenir une vitesse de déversement suffisamment élevée pour prévenir l'apparition de conditions septiques dans l'épaississeur. Les plages acceptables de vitesses de déversement sont les suivantes :

Boues primaires	0,28 à 0,38 $\ell/m^2 \cdot s$
Boues secondaires	0,22 à 0,34 $\ell/m^2 \cdot s$
Boues mixtes	0,25 à 0,36 $\ell/m^2 \cdot s$

11.4.4.2.7 Rapport volumétrique des boues

Le rapport volumétrique des boues (RVB) est défini comme le volume du lit de boues divisé par le volume quotidien de boues (dépôt) pompé de l'épaississeur. Bien que des lits de boues plus épais et des RVB plus longs soient souhaitables pour obtenir des concentrations maximales, les conditions septiques causées par la biodégradation anaérobie pendant les mois chauds limitent les valeurs supérieures du RVB à environ 1 jour.

Les valeurs recommandées de RVB varient de 0,3 à 1 jour au cours des mois chauds et de 0,5 à 2 jours pendant les mois froids.

11.4.4.2.8 Temps de séjour

Un temps de séjour d'au moins 6 h est exigé pour le liquide. Pour obtenir une compression maximale du lit de boues, le temps de séjour recommandé est de 24 heures.

Pendant les périodes de pointe, il peut être nécessaire de réduire le temps de séjour pour maintenir le niveau du lit de boues en deçà des déversoirs et prévenir ainsi une recirculation excessive des solides.

11.4.4.2.9 Canalisations d'évacuation du dépôt de boue

La longueur des canalisations d'aspiration devrait être réduite au minimum. Il faudrait envisager l'utilisation de canalisations doubles d'évacuation des boues.

11.4.4.2.10 Conditionnement chimique

Il convient de prendre des mesures pour ajouter des produits chimiques de conditionnement dans les canalisations de boues influentes (les polymères, le chlorure ferrique ou la chaux sont les produits chimiques les plus souvent utilisés pour améliorer le captage des solides).

11.4.4.2.11 Mechanical Rake

The mechanical rake should have a tip speed of 50 to 100 mm/s. The rake should be equipped with hinged-lift mechanisms when handling heavy sludges such as lime treated primary sludge. The use of a surface skimmer is recommended.

11.4.4.2.12 Overflow Handling

The normal quality of thickener overflow (also known as thickener overhead or supernatant) is about the same as raw sewage quality. Consequently, returning the overflow to primary settling tank or aeration tank should not present any operational problem.

Direct recycling of thickener overflow to the grit chamber, primary settling tank, trickling filter, RBC or aeration tank is permitted. The supernatant should not be discharged into the secondary settling tank, disinfection tank, sewer outfall, or receiving water.

11.4.5 Air Flotation

11.4.5.1 Applicability

Unlike heavy sludges, such as primary and mixtures of primary and excess activated sludges, which are generally most effectively thickened in gravity thickeners, light excess activated sludges can be successfully thickened by flotation. In general, air flotation thickening can be employed whenever particles tend to float rather than sink. These procedures are also applied if the materials have a long subsidence period and resist compaction for thickening by gravity.

The advantages of air flotation compared with gravity thickeners for excess activated sludges include its reliability, production of higher sludge concentrations, and better solids capture. Its disadvantages include the need for greater operating skill and higher operating costs.

11.4.5.2 Pilot Scale Testing

Experience has shown that flotation operations cannot be designed on the basis of purely mathematical formulations or by the use of generalized design parameters, and therefore some bench-scale and/or pilot-scale testing will be necessary.

11.4.5.3 Design Parameters

The following design parameters are given only as a guide to indicate the normal range of values experienced in full-scale operations.

11.4.4.2.11 Râteau mécanique

Le râteau mécanique devrait avoir une vitesse périphérique de 50 à 100 mm/s. Le râteau devrait être muni de mécanismes de levage articulés pour la manutention des boues lourdes, comme les boues primaires traitées à la chaux. Il est recommandé d'utiliser un écumeur de surface.

11.4.4.2.12 Traitement du surnageant

La qualité normale du surnageant de l'épaississeur est équivalente à celle des eaux usées brutes. C'est pourquoi le recyclage du surnageant vers le décanteur primaire ou un bassin d'aération ne devrait pas poser de problème opérationnel.

Il est permis de recycler directement le surnageant de l'épaississeur vers le dessableur, le décanteur primaire, le lit bactérien, les disques biologiques ou le bassin d'aération. Le surnageant ne devrait pas être évacué dans le décanteur secondaire, le bassin de désinfection, le déversoir ou les eaux réceptrices.

11.4.5 Aéroflotation

11.4.5.1 Application

Contrairement aux boues lourdes, comme les boues primaires et les mélanges de boues primaires et de boues activées excédentaires, qui sont généralement efficacement épaissies dans des épaississeurs par gravité, les boues activées excédentaires légères peuvent être efficacement épaissies par flottation. En général, on peut utiliser l'épaississement par aéroflotation lorsque les particules tendent à flotter plutôt qu'à s'enfoncer. Cette méthode peut aussi être employée lorsque les matières présentent une longue période de décantation et résistent au compactage associé à l'épaississement par gravité.

L'aéroflotation présente certains avantages sur les épaississeurs par gravité dans le cas des boues activées excédentaires, notamment la fiabilité, la production de boues plus concentrées et un meilleur captage des solides. Elle présente l'inconvénient de nécessiter des compétences plus spécialisées et d'entraîner des coûts d'exploitation plus élevés.

11.4.5.2 Essais en installation pilote

L'expérience a montré que les opérations de flottation ne peuvent être conçues à partir de formules strictement mathématiques ou de paramètres de conception généraux, et il faudra mener des essais en installation pilote ou en laboratoire.

11.4.5.3 Paramètres de conception

Les paramètres de conception suivants ne sont fournis qu'à titre indicatif et donnent une idée des plages normales de valeurs enregistrées au cours d'opérations en vraie grandeur.

11.4.5.3.1 Recycle Ratio

The recycle ratio varies with suppliers and typically falls between 0 and 500% of the influent flow. Recycled flows may be pressurized up to 520 kPa.

11.4.5.3.2 Air to Solids Weight Ratio

Typical air to solids weight ratios should be between 0.02 and 0.05.

11.4.5.3.3 Feed Concentration

Feed concentration of activated sludge (including recycle) to the flotation compartment should not exceed 5000 mg/l.

11.4.5.3.4 Hydraulic Feed Rate

Where the hydraulic feed rate includes influent plus recycle, the flotation units should be designed hydraulically to operate in the range of 0.3 to 1.5 l/m²-s. A maximum hydraulic loading rate of 0.5 l/m²-s should be adhered to when no coagulant aids are used to improve flotation. The feed rate should be continuous rather than on-off.

11.4.5.3.5 Solids Loading

Without any addition of flocculating chemicals, the solids loading rate for activated sludge to a flotation unit should be between 40 and 100 kg/m²-d. With the proper addition of flocculating chemicals, the solids loading rate may be increased to 240 kg/m²-d. These loading rates will generally produce a thickened sludge of 3 to 5 percent total solids.

11.4.5.3.6 Chemical Conditioning

Chemicals used as coagulant aids should be fed directly to the mixing zone of the feed sludge and recycle flow.

11.4.5.3.7 Detention Time

Detention time is not critical provided particle rise rate is sufficient and horizontal velocity in the unit does not produce scouring of the sludge blanket.

11.4.5.4 Thickened Sludge Withdrawal

The surface skimmer should move thickened sludge over the dewatering beach into the sludge hopper. Either positive displacement, or centrifugal pumps which will not air bind should be used to transfer sludge from the hopper to the next phase of the process.

In selecting pumps, the maximum possible sludge concentrations should be taken into consideration.

11.4.5.3.1 Taux de recyclage

Le taux de recyclage varie selon les fournisseurs et se situe généralement entre 0 et 500 % du débit d'influent. Les flux recyclés peuvent être soumis à une pression pouvant atteindre 520 kPa.

11.4.5.3.2 Rapport air-poids de solides

Le rapport air-poids de solides devrait se situer entre 0,02 et 0,05.

11.4.5.3.3 Concentration d'alimentation

La concentration d'alimentation en boues activées (y compris les boues recyclées) du compartiment de flottation ne devrait pas dépasser 5000 mg/l.

11.4.5.3.4 Taux d'alimentation hydraulique

Lorsque le taux d'alimentation hydraulique comprend l'influent et les boues recyclées, le calcul hydraulique devrait permettre aux unités de flottation de fonctionner dans une plage de 0,3 à 1,5 l/m²-s. Un taux de charge hydraulique maximal de 0,5 l/m²-s devrait être respecté si aucune aide à la coagulation n'est utilisée pour améliorer la flottation. Le taux d'alimentation devrait être continu et non intermittent.

11.4.5.3.5 Charge de solides

Sans l'ajout de produits chimiques de floculation, le taux de charge de solides des boues activées acheminées vers un appareil de flottation devrait se situer entre 40 et 100 kg/m²-j. Lorsque des produits de floculation appropriés sont ajoutés, le taux de charge de solides peut être porté à 240 kg/m²-j. Ces taux de charge produiront ordinairement des boues épaissies renfermant 3 à 5 % de matières solides totales.

11.4.5.3.6 Conditionnement chimique

Les produits chimiques utilisés comme aides à la coagulation devraient être introduits directement dans la zone de mélange des boues d'alimentation et du flux recyclé.

11.4.5.3.7 Temps de séjour

Le temps de séjour n'est pas un facteur critique dans la mesure où la vitesse de remontée des particules est suffisante et que la vitesse horizontale à l'intérieur de l'appareil ne produit pas un récavage du lit de boues.

11.4.5.4 Évacuation des boues épaissies

L'écumeur de surface devrait amener les boues épaissies sur la plage de déshydratation et dans la fosse à boues. Il convient d'utiliser des pompes volumétriques ou centrifuges qui ne seront pas colmatées par l'air pour transférer les boues de la fosse à la phase suivante du processus.

Au moment de choisir des pompes, il convient de tenir compte des concentrations maximales possibles des boues.

11.4.5.5 Bottom Sludge

A bottom collector to move draw off settled sludge into a hopper must be provided. Draw off from the hopper may be by gravity or pumps.

11.4.6 Centrifugation

11.4.6.1 Types of Centrifuges

Three types of centrifuges may be utilized for sludge thickening. These include the solid bowl conveyor, disc-nozzle and basket centrifuges.

11.4.6.2 Applicability

To date, there has only been limited application of centrifuges for sludge thickening, despite their common use for sludge dewatering. As thickening devices, their use has been generally restricted to excess activated sludges.

In the way of general comments, the following are given:

- centrifugal thickening operations can have substantial maintenance and operating costs;
- where space limitations, or sludge characteristics make other methods unsuitable, or where high-capacity mobile units are needed, centrifuges have been used; and
- thickening capacity, thickened sludge concentration and solids capture of a centrifuge are greatly dependent on the SVI of the sludge.

11.4.6.3 Solids Recovery

The most suitable operating range is generally 85 – 95% solids recovery.

11.4.6.4 Polymer Feed Range

A polymer feed range of 0 to 4.0 g/kg of dry solids is generally acceptable.

11.5 SLUDGE DEWATERING

11.5.1 General

Sludge dewatering will often be required at sewage treatment plants prior to ultimate disposal of sludges. Since the processes differ significantly in their ability to reduce the water content of sludges, the ultimate sludge disposal method will generally have a major influence on the dewatering method most suitable for a particular sewage treatment plant. Also of influence will be the characteristics of the sludge requiring dewatering, that is, whether the sludge is raw or digested, whether the sludge contains waste activated sludge, or whether the sludge has been previously thickened. With raw sludge,

11.4.5.5 Boues de fond

Il faut prévoir un collecteur de fond qui transférera les boues décantées dans une fosse à boues. L'évacuation des boues de la fosse peut se faire par gravité ou pompage.

11.4.6 Centrifugation

11.4.6.1 Types de centrifugeuses

Trois types de centrifugeuses peuvent être utilisés pour l'épaississement des boues : les centrifugeuses à bol plein, les centrifugeuses à buse à disque et les centrifugeuses à panier.

11.4.6.2 Application

À ce jour, les centrifugeuses ont été peu utilisées pour l'épaississement des boues même si ces appareils sont beaucoup employés pour leur déshydratation. En tant que dispositifs d'épaississement, l'usage des centrifugeuses est généralement limité aux boues activées excédentaires.

On a formulé certains commentaires au sujet des centrifugeuses, notamment :

- les opérations d'épaississement par centrifugation peuvent représenter des coûts élevés d'entretien et d'exploitation;
- des centrifugeuses ont été utilisées lorsque l'espace était limité, que les caractéristiques des boues n'autorisaient pas l'utilisation d'autres méthodes ou qu'il fallait utiliser des unités mobiles à haute capacité;
- la capacité d'épaississement, la concentration des boues épaissies et le captage des solides d'une centrifugeuse dépendent dans une large mesure de l'IVB des boues.

11.4.6.3 Récupération des solides

La plage optimale de récupération des solides est généralement de 85 à 95%.

11.4.6.4 Plage de dosage des polymères

Une plage de dosage des polymères de 0 à 4,0 g par kilogramme de solides secs est généralement acceptable.

11.5 DÉSHYDRATATION DES BOUES

11.5.1 Généralités

Il est souvent nécessaire de déshydrater les boues à l'usine d'épuration avant leur élimination finale. Comme la capacité des divers procédés à réduire la teneur en eau des boues peut être extrêmement variable, la méthode d'élimination finale des boues aura généralement un effet déterminant sur la méthode de déshydratation qui convient le mieux à chaque usine d'épuration. D'autres facteurs auront aussi un effet sur ce choix, notamment les caractéristiques des boues à déshydrater, c'est-à-dire si les boues sont fraîches ou digérées, si elles contiennent des boues activées en excès ou si elles ont été préalablement épaissies. Dans le cas des boues

the freshness of the sludge will have a significant effect on dewatering performance (septic sludge will be more difficult to dewater than fresh raw sludge).

As with thickening systems, dewatering facilities may require sludge pre-treatment in the form of sludge grinding to avoid plugging pumps, lines and plugging or damaging dewatering equipment. Also, adequate ventilation equipment will be required in buildings housing dewatering equipment.

In evaluating dewatering system alternatives, the designer must consider the capital and operating costs, including labour, parts, chemicals and energy, for each alternative as well as for the effects which each alternative will have on the sewage treatment and subsequent sludge handling and ultimate sludge disposal operations.

In considering the need for sludge dewatering facilities, the designer should evaluate the economics of the overall treatment processes, with and without facilities for sludge water content reduction. This evaluation should consider both capital and operating costs of the various plant components and sludge disposal operations affected.

Wherever possible, pilot-plant and/or bench-scale data should be used for the design of dewatering facilities. With new plants, this may not always be possible and, in such cases, empirical design parameters must be used. The following subsections outline the normal ranges for the design parameters of such equipment.

For calculating dewatering design sludge handling needs, a rational basis of design for sludge production from sludge stabilization processes should be developed and provided to the regulatory agencies for approval on a case-by case basis.

11.5.2 Sludge Storage

Sludge storage facilities should be provided at all mechanical treatment plants. Appropriate storage facilities may consist of any combination of drying beds, lagoons, separate tanks, additional volume in sludge stabilization units, pad area or other means to store either liquid or dried sludge.

The design should provide for odour control in sludge storage tanks and lagoons including aeration, covering or other appropriate means.

fraîches, la fraîcheur de celles-ci aura un effet marqué sur le rendement de déshydratation (les boues septiques seront plus difficiles à déshydrater que les boues fraîches).

Comme pour les systèmes d'épaississement, il peut être nécessaire de prétraiter les boues en les broyant pour prévenir le colmatage des pompes et de la tuyauterie, de même que le colmatage et le bris des installations de déshydratation. Il faut par ailleurs prévoir un équipement de ventilation adéquat dans les bâtiments qui abritent l'équipement de déshydratation.

Au moment d'évaluer les différents systèmes de déshydratation, le concepteur doit tenir compte du coût des investissements et des coûts d'exploitation, y compris la main-d'œuvre, les pièces, les produits chimiques et l'énergie, pour chaque option, ainsi que des effets qu'aura chaque système sur les opérations de traitement des eaux usées et les opérations subséquentes de traitement et d'élimination finale des boues.

Au moment de déterminer s'il est nécessaire de prévoir des installations de déshydratation des boues, le concepteur devrait évaluer les aspects économiques de tous les procédés de traitement, avec et sans réduction de la teneur en eau des boues. Dans cette évaluation, il devrait tenir compte à la fois du coût des investissements et des coûts d'exploitation des divers composants de l'usine et des opérations d'élimination des boues qui seront touchées.

Dans la mesure du possible, on devrait utiliser les données recueillies aux cours d'essais en installation pilote ou en laboratoire pour la conception des installations de déshydratation. Ceci n'est pas toujours possible dans le cas de nouvelles usines, et il faut alors utiliser des paramètres de conception empiriques. On trouvera aux sous-sections suivantes les plages normales des paramètres de conception de cet équipement.

Pour calculer les besoins de déshydratation des boues, il convient d'élaborer une base rationnelle pour le calcul de la production de boues des procédés de stabilisation et de la soumettre aux organismes de réglementation pour approbation au cas par cas.

11.5.2 Stockage des boues

Il convient de prévoir des installations de stockage des boues dans toutes les usines d'épuration mécaniques. Une installation appropriée peut être constituée d'une combinaison quelconque de lits de séchage, de lagunes, de réservoirs séparés, d'un volume supplémentaire de boues dans les unités de stabilisation, de plages ou d'autres moyens de stockage des boues liquides ou séchées.

Il convient de prévoir, dans la conception, des moyens de contrôler les odeurs dans les réservoirs et les lagunes de stockage des boues, notamment un système de ventilation, un couvercle ou tout autre moyen approprié.

11.5.3 Dewatering Process Compatibility with Subsequent Treatment or Disposal Techniques

Table 11.4 outlines the relationship of dewatering to other processes.

11.5.3 Compatibilité du procédé de déshydratation avec les techniques de traitement/élimination subséquentes

Le tableau 11.4 indique la relation entre les opérations de déshydratation et les autres procédés.

METHOD MÉTHODE	THE RELATIONSHIP OF DEWATERING TO OTHER SLUDGE TREATMENT PROCESSES FOR TYPICAL MUNICIPAL SLUDGES RELATION ENTRE LES OPÉRATIONS DE DÉSHYDRATATION ET LES AUTRES PROCÉDÉS DE TRAITEMENT DES BOUES MUNICIPALES TYPES					
	PRETREATMENT NORMALLY PROVIDED PRÉTRAITEMENT ORDINAIREMENT PRÉVU		NORMAL USE OF DEWATERED CAKE UTILISATION NORMALE DU GÂTEAU DÉSHYDRATÉ			
	THICKENING ÉPAISSISSEMENT	CONDITIONING CONDITIONNEMENT	LANDFILL ENFOUISSEMENT	LAND SPREAD ÉPANDAGE SUR LE SOL	HEAT DRYING SÉCHAGE THERMIQUE	INCINERATION INCINÉRATION
Rotary Press Presse rotative	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui
Centrifuge (solid bowl) Centrifugeuse (bol plein)	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui
Centrifuge (basket) Centrifugeuse (panier)	Variable	Variable	Yes Oui	Yes Oui	No Non	No Non
Drying beds Lits de séchage	Variable	Not Usually Non systématique	Yes Oui	Yes Oui	No Non	No Non
Lagoons Lagunes	No Non	No Non	Yes Oui	Yes Oui	No Non	No
Filter presses Filtres-presses	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui	Variable	Not Usually Non systématique	Yes Oui
Horizontal belt filters Filtres à bande horizontaux	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui	Yes Oui

11.5.4 Sludge Drying Beds

11.5.4.1 Pre-Treatment

Sludge should be pre-treated before being air-dried by either one of the following methods:

- Anaerobic digesters;
- Aerobic digesters with provision to thicken;
- Digestion in aeration tanks of extended aeration plants (with long sludge age, greater than about 20 days) preferably with provision to thicken using thickeners, lagoons or by other means; or
- Well designed and maintained oxidation ditches with sludge age longer than about 20 days (preferably after thickening).

11.5.4.2 Chemical Conditioning

The dewatering characteristics can be considerably improved by chemical conditioning of sludge prior to treatment in beds.

Since sludge conditioning can reduce the required drying time to 1/3 or less, of the unconditioned drying time, provision should be made for the addition of conditioning chemicals, usually polymers.

11.5.4.3 Design Criteria

11.5.4.3.1 Factors Influencing Design

The design and operation of sludge drying beds depend on the following factors:

- Climate in the area;
- Sludge characteristics;
- Pre-treatment (such as conditioning, thickening, etc.);
- Sub-soil permeability.

11.5.4.3.2 Bed Area

Consideration should be given to the following when calculating the bed area:

- The volume of wet sludge produced by existing and proposed processes.
- Depth of wet sludge drawn to the drying beds. For design calculation purposes a maximum depth of 200 mm should be utilized. For operational purposes, the depth of sludge placed on the drying bed may increase or decrease from the design depth based on the percent solids content and type of digestion utilized.
- Total digester volume and other wet sludge storage facilities.

11.5.4 Lits de séchage

11.5.4.1 Prétraitement

Avant d'être séchées à l'air, les boues devraient être prétraitées suivant l'une ou l'autre des méthodes suivantes :

- digestion anaérobie;
- digestion aérobie avec épaississement;
- digestion dans les bassins d'aération des installations d'aération prolongée (boues âgées de plus de 20 jours environ), de préférence avec épaississement dans des épaisseurs, des lagunes ou par d'autres moyens; ou
- fosses d'oxydation bien conçus et entretenus, où les boues sont âgées de plus de 20 jours environ (de préférence après épaississement).

11.5.4.2 Conditionnement chimique

Les caractéristiques de déshydratation peuvent être considérablement améliorées par un conditionnement chimique des boues avant traitement dans des lits.

Étant donné que le conditionnement des boues permet de ramener le temps de séchage à 1/3 ou moins du temps de séchage sans conditionnement, il convient de prévoir l'ajout de produits chimiques de conditionnement, ordinairement des polymères.

11.5.4.3 Critères de conception

11.5.4.3.1 Facteurs influant sur la conception

La conception et l'exploitation des lits de séchage dépendent des facteurs suivants :

- conditions climatiques locales;
- caractéristiques des boues;
- prétraitement (conditionnement, épaississement, etc.);
- perméabilité du sous-sol.

11.5.4.3.2 Superficie des lits

Au moment de calculer la superficie des lits, il y a lieu de tenir compte de ce qui suit.

- Volume de boues humides produit par les procédés existants et proposés.
- Épaisseur des boues placées dans les lits de séchage. Pour les besoins de la conception, on devrait utiliser une épaisseur maximale de 200 mm. Pour les besoins de l'exploitation, on peut augmenter ou réduire l'épaisseur des boues placées dans les lits de séchage par rapport à l'épaisseur de conception pour tenir compte de la teneur en solides des boues et du type de digestion utilisé.
- Volume total du digesteur et des autres installations de stockage des boues humides.

- d. Degree of sludge thickening provided after digestion.
- e. The maximum drawing depth of sludge which can be removed from the digester or other sludge storage facilities without causing process or structural problems.
- f. The time required on the bed to produce a removable cake. Adequate provision should be made for sludge dewatering and/or sludge disposal facilities for those periods of time during which outside drying of sludge on beds is hindered by weather.
- g. Capacities of auxiliary dewatering facilities.

Sludge drying beds may be designed from basic principles, laboratory tests, and/or pilot plant field studies. Calculations must be presented to the reviewing authority supporting any design based on the above methods. In the absence of such calculations the minimum sludge drying bed area shall be based on the criteria presented in Table 11.5.

- d. Degré d'épaississement des boues après digestion.
- e. Profondeur maximale de soutirage des boues qui peuvent être retirées du digesteur ou des autres installations de stockage des boues sans que cela ne perturbe les procédés ou cause des problèmes structuraux.
- f. Temps nécessaire de séjour dans les lits pour produire un gâteau détachable. Il convient de prévoir des installations de déshydratation ou d'élimination des boues appropriées lorsqu'en raison de la température, il est impossible de faire sécher les boues dans des lits, à l'extérieur.
- g. Capacité des installations de déshydratation auxiliaires.

Les lits de séchage peuvent être conçus à partir de principes élémentaires, d'essais en laboratoire ou d'études en installation pilote sur le terrain. Les calculs doivent être présentés à l'organisme d'examen à l'appui de toute conception fondée sur les méthodes ci-dessus. En l'absence de tels calculs, la superficie des lits de séchage doit être fondée sur les critères présentés au tableau 11.5.

TABLE 11.5 TABLEAU 11.5	SLUDGE DRYING BED AREAS SUPERFICIE DES LITS DE SÉCHAGE		
TYPE OF WASTEWATER TREATMENT TYPE DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES	AREA (m ² /capita) SUPERFICIE (m ² /habitant)		
	OPEN BEDS LITS OUVERTS	COVERED BEDS LITS COUVERTS	COMBINATION OF OPEN AND COVERED BEDS COMBINAISON DE LITS OUVERTS ET COUVERTS
Primary Plants (No secondary treatment) Traitement primaire (pas de traitement secondaire)	0.12	0.10	0.10
Activated Sludge (No primary treatment) Boues activées (pas de traitement primaire)	0.16	0.13	0.13
Primary and Activated Sludge Boues primaires et activées	0.20	0.16	0.16

The area of the bed may be reduced by up to 50% if it is to be used solely as a back-up dewatering unit. An increase of bed area by 25% is recommended for paved beds.

La superficie du lit peut être réduite de 50 % si celui-ci doit être utilisé uniquement comme unité de déshydratation de secours. Il est recommandé d'augmenter la superficie de 25 % dans le cas des lits revêtus.

11.5.4.3.3 Percolation Type Beds

a. Pond Bottom

The bottom of the cell should be of impervious material such as clay or asphalt.

b. Underdrains

Underdrains should be at least 100 mm in diameter laid with open joints. Perforated pipe may also be used. Underdrains should be spaced 2.5 to 3.0 m apart, with a slope of one per cent, or more. Underdrains should discharge back to the secondary treatment section of the sewage treatment plant. Various pipe materials may be selected provided the material is of suitable strength and corrosion resistant.

c. Gravel

The lower course of gravel around the underdrains should be properly graded and should be 300 mm in depth, extending at least 150 mm above the top of the underdrains. It is desirable to place this in two or more layers. The top layer, of at least 75 mm in depth, should consist of gravel three mm to six mm in size.

The gravel should be graded from 25 mm on the bottom to 3 mm on the top.

d. Sand

The top course should consist of 250 to 450 mm of clean coarse sand. The effective size should range from 0.3 to 1.2 mm with a uniformity co-efficient of less than 5.0. The finished sand surface should be level.

e. Additional Dewatering Provisions

Consideration should be given for providing a means of decanting supernatant of sludge placed on the sludge drying beds. More effective decanting of supernatant may be accomplished with polymer treatment of sludge.

11.5.4.3.4 Impervious Type Beds

Paved drying beds should be designed with consideration for space requirements to operate mechanical equipment for removing the dried sludge.

11.5.4.3.5 Location

Depending on prevailing wind directions, a minimum distance of 100 to 150 m should be kept from open sludge drying beds and dwellings. However, the minimum may be reduced to 60 m to 80 m for enclosed beds. The selected location for open beds should be at least 30 m from public roads and 25 m for enclosed beds. The plant owner may be required to spray deodorants and odour masking chemicals whenever there are complaints from the

11.5.4.3.3 Lits à percolation

a. Fond du bassin

Le fond du réacteur devrait être fait d'un matériau imperméable, comme l'argile ou l'asphalte.

b. Drains souterrains

Les drains souterrains devraient faire au moins 100 mm de diamètre et être non jointifs. On peut également utiliser des tuyaux perforés. Les drains souterrains devraient être espacés de 2,5 à 3,0 m et présenter une pente de 1 % ou plus. Les drains souterrains devraient aboutir dans la section de traitement secondaire de l'usine d'épuration. On peut utiliser divers matériaux, mais le matériau retenu doit offrir une résistance suffisante et être à l'épreuve de la corrosion.

c. Gravier

La couche inférieure de gravier qui entoure les drains souterrains devrait être de granulométrie appropriée, avoir 300 mm d'épaisseur et se prolonger sur au moins 150 mm au-dessus du sommet des drains. Il est souhaitable de mettre ce gravier en place en deux ou plusieurs couches. La couche supérieure, d'au moins 75 mm d'épaisseur, devrait être composée de gravier de 3 à 6 mm de diamètre.

La granulométrie du gravier devrait aller de 25 mm, au fond, à 3 mm, en partie supérieure.

d. Sable

La couche supérieure devrait être formée de sable grossier propre et avoir 250 à 450 mm d'épaisseur. Il devrait présenter une taille effective variant entre 0,3 et 1,2 mm et avoir un coefficient d'uniformité inférieur à 5,0. La surface finie du sable devrait être de niveau.

e. Autres mesures de déshydratation

Il convient de prévoir une façon de décanter le surnageant des boues placées sur les lits de séchage. La méthode la plus efficace de décantation du surnageant consiste à traiter les boues à l'aide de polymères.

11.5.4.3.4 Lits imperméables

On devrait concevoir les lits de séchage revêtus en tenant compte de l'espace nécessaire au fonctionnement de l'équipement mécanique utilisé pour évacuer les boues séchées.

11.5.4.3.5 Emplacement

Selon les directions dominantes du vent, il convient de prévoir une distance d'au moins 100 à 150 m entre les lits de séchage ouverts et les habitations. Cette distance minimale peut toutefois être ramenée à 60 à 80 m dans le cas des lits couverts. L'emplacement retenu pour les lits ouverts devrait se trouver à au moins 30 m des voies publiques, distance qui peut être ramenée à 25 m dans le cas des lits couverts. Le propriétaire de l'usine peut être tenu de vaporiser des désodorisants et des produits

population in the neighbourhood.

11.5.4.3.6 Winter Storage

Alternative methods of disposal should be arranged for the non-drying season which may start as early as October (or November) and end in April (or March).

11.5.4.3.7 Dimensions

The bed size generally should be 4.5 to 7.5 m wide with the length selected to satisfy desired bed loading volume.

11.5.4.3.8 Depth of Sludge

The sludge dosing depth should generally be 200 to 300 mm for warm weather operating modes; for winter freeze drying depths of 1 to 3 m can be used depending upon the number of degree days in winter.

11.5.4.3.9 Number of Beds

Three beds are desirable for increased flexibility of operation. Not less than two beds should be provided.

11.5.4.3.10 Walls

Walls should be watertight and extend 400 to 500 mm above and at least 150 mm below the surface. Outer walls should be extended at least 100 mm above the outside grade elevation to prevent soil from washing on to the beds.

11.5.4.3.11 Sludge Influent

The sludge pipe to the beds should terminate at least 300 mm above the surface and be so arranged that it will drain. Concrete splash plates for percolation type beds should be provided at sludge discharge points. One inlet pipe per cell should be provided.

11.5.4.3.12 Sludge Removal

Each bed should be constructed so as to be readily and completely accessible to mechanical cleaning equipment. Concrete runways spaced to accommodate mechanical equipment should be provided. Special attention should be given to assure adequate access to the areas adjacent to the sidewalls. Entrance ramps down to the level of the sand bed should be provided. These ramps should be high enough to eliminate the need for an entrance end wall for the sludge bed.

Atlantic Canada climatological conditions may permit 3 or 4 cycles (consisting of filling the open bed with digested sludge, drying and emptying) during the drying season. However, the number of cycles may be increased to approximately 10 with

chimiques qui masquent les odeurs si celles-ci incommode la population avoisinante.

11.5.4.3.6 Stockage hivernal

D'autres méthodes d'élimination devraient être prévues pendant la saison où il est impossible de faire sécher les boues; cette période peut débuter en octobre (ou novembre) et se terminer en avril (ou mars).

11.5.4.3.7 Dimensions

Les lits devraient ordinairement avoir 4,5 à 7,5 m de largeur, la longueur étant fonction du volume de charge du lit.

11.5.4.3.8 Profondeur des boues

La profondeur de dosage des boues devrait ordinairement être de 200 à 300 mm par temps chaud; pour un séchage par temps froid, des profondeurs de 1 à 3 m peuvent être utilisées, selon le nombre de degrés-jours pour l'hiver.

11.5.4.3.9 Nombre de lits

Il est souhaitable de prévoir trois lits pour une plus grande souplesse de fonctionnement. Il convient de prévoir au moins deux lits.

11.5.4.3.10 Parois

Les parois devraient être étanches à l'eau et se prolonger sur 400 à 500 mm au-dessus et sur au moins 150 mm sous la surface du lit. Les parois extérieures devraient se prolonger sur au moins 100 mm au-dessus du niveau du sol environnant pour en prévenir le lessivage sur les lits.

11.5.4.3.11 Boues influentes

La canalisation qui achemine les boues vers les lits devrait se terminer à au moins 300 mm au-dessus de la surface et être disposée de manière à se vider. Pour les lits à percolation, un dosseret en béton devrait être prévu à chaque point d'entrée des boues. Il convient de prévoir une canalisation d'admission par réacteur.

11.5.4.3.12 Évacuation des boues

Chaque lit devrait être construit de manière à être facilement et entièrement accessible à l'équipement de nettoyage mécanique. Il convient de prévoir des voies de roulement permettant la circulation de l'équipement mécanique et veiller tout particulièrement à assurer un accès adéquat aux zones adjacentes aux parois latérales. Il convient de prévoir des rampes d'entrée descendant jusqu'au niveau du lit de sable. Ces rampes devraient être suffisamment hautes pour qu'il ne soit pas nécessaire de doter les lits de boues d'une paroi d'extrémité à l'entrée.

Les conditions climatiques dans le Canada atlantique permettent trois (3) ou quatre (4) cycles (consistant à remplir le lit ouvert de boues digérées, à faire sécher les boues et à vider le lit) au cours de la saison de séchage. Cependant, le nombre de cycles peut être porté à environ

covered beds. These values are tentative and subject to revision after field observations.

11.5.4.3.13 Covered Beds

Consideration should be given to the design and use of covered sludge drying beds.

11.5.5 Sludge Lagoons

11.5.5.1 General

Sludge drying lagoons may be used as a substitute for drying beds for the dewatering of digested sludge. Lagoons are not suitable for dewatering untreated sludges, limed sludges, or sludges with a high strength supernatant because of their odour and nuisance potential. The performance of lagoons, like that of drying beds, is affected by climate; precipitation and low temperatures which inhibit dewatering. Lagoons are most applicable in areas with high evaporation rates.

Sludge lagoons may also be used as temporary sludge storage facilities, when spreading on agricultural land cannot be carried out due to such factors as wet ground, frozen ground or snow cover.

Sludge lagoons as a means of dewatering digested sludge will be permitted only upon proof that the character of the digested sludge and the design mode of operation are such that offensive odours will not result. Where sludge lagoons are permitted, adequate provisions should be made for other sludge dewatering facilities or sludge disposal in the event of upset or failure of the sludge digestion process.

11.5.5.2 Design Considerations

The design, operation and location of sludge lagoons must take into consideration many factors, including the following:

- Possible nuisances – odours, appearance, mosquitos; Proximity to dwellings, water supply wells, watercourses, and property lines;
- Design – number, configuration, retention time, freeboard, size, shape depth, and site grading;
- Loading factors – solids concentration of digested sludge, loading rates;
- Operation – receiving station(s), monitoring, sampling, fencing, access, odour control, pH control, reporting, contingency planning;
- Soil conditions – permeability of soil, need for liner, stability of berm slopes, depth to bedrock See Section 7.6.2.4), etc.;

10 dans le cas des lits couverts. Ces valeurs sont provisoires et pourraient être modifiées à la lumière des observations sur le terrain.

11.5.4.3.13 Lits couverts

Il faudrait envisager la conception et l'utilisation de lits de séchage couverts.

11.5.5 Étangs à boues

11.5.5.1 Généralités

On peut remplacer les lits de séchage par des étangs à boues pour la déshydratation des boues digérées. Ces étangs ne conviennent pas pour la déshydratation des boues non traitées, des boues chaulées ou des boues qui présentent un surnageant fortement concentré parce que ces boues dégagent des odeurs et peuvent donc constituer une nuisance. La performance des étangs, tout comme celle des lits de séchage, est fonction du climat; les précipitations et les basses températures retardent la déshydratation. Les étangs donnent les meilleurs résultats dans les régions qui affichent des taux d'évaporation élevés.

On peut aussi utiliser des étangs à boues comme installations temporaires de stockage lorsque l'épandage sur les terres agricoles ne peut être effectué parce que le sol est détrempé, gelé ou recouvert de neige.

En tant que moyen de déshydratation des boues digérées, les étangs à boues ne seront permis que s'il peut être démontré qu'en raison de la nature des boues digérées et du mode de fonctionnement nominal de l'étang, les boues ne dégageront pas de mauvaises odeurs. Lorsque des étangs à boues sont permis, il faudrait prévoir d'autres installations de déshydratation ou d'élimination des boues en cas de perturbation ou de défaillance du procédé de digestion.

11.5.5.2 Conception

La conception, l'exploitation et l'emplacement des étangs à boues doivent tenir compte de nombreux facteurs, notamment de ce qui suit.

- Nuisances potentielles – odeurs, aspect, moustiques; proximité des puits, des puits d'approvisionnement en eau, des cours d'eau et des limites de propriété.
- Conception – nombre, configuration, temps de séjour, hauteur libre, dimensions, profondeur et nivellement du terrain.
- Facteurs de charge – concentration en solides des boues digérées, taux de charge.
- Exploitation – stations réceptrices, surveillance, échantillonnage, clôturage, accès, lutte contre les odeurs, contrôle du pH, établissement de rapports, planification des mesures d'urgence.
- Conditions de sol – perméabilité du sol, nécessité d'un revêtement, stabilité des pentes des bermes, profondeur du substrat rocheux (voir la section 7.6.2.4), etc.

- Groundwater and surface water conditions - elevation of maximum groundwater level See Section 7.6.2.4), direction of groundwater movement, location of monitoring and any drinking water wells and surface water bodies in the area;
- Sludge and supernatant removal – volumes, concentrations, methods of removal, method of supernatant treatment and final sludge disposal;
- Climatic effects – evaporation, rainfall, freezing, snowfall, temperature, solar radiation; and
- Final Closure; and rehabilitation and restoration of the site.

11.5.5.3 Pre-Treatment

Pre-treatment requirements for sludge lagoons are the same as those for sludge drying beds.

11.5.5.4 Soil and Groundwater Conditions

The soil must be reasonably porous and the bottom of the lagoons must be at least 1.2 m above the maximum ground water table. Surrounding areas should be graded to prevent surface water entering the lagoon. In some critical instances, the reviewing authority may require a lagoon to be lined with a synthetic material.

11.5.5.5 Depth

Lagoons should be at least 1 m in depth while maintaining a minimum of 0.6 m of freeboard.

11.5.5.6 Seal

Adequate provisions should be made to seal the sludge lagoon bottom and embankments in accordance with the requirements of Section 7.6.6 to prevent leaching into adjacent soils or ground water.

11.5.5.7 Area

The area required will depend on local climatic conditions. Not less than two lagoons should be provided.

11.5.5.8 Location

Consideration should be given to prevent pollution of ground and surface water. Adequate isolation should be provided to alleviate nuisance impact.

11.5.5.9 Cycle Time and Sludge Removal

The cycle time for lagoons varies from several months to several years. Typically, sludge is pumped to the lagoon for 18 months and then the lagoon is rested for six months.

Sludge is removed mechanically, usually at a moisture content of about 70 percent.

- Caractéristiques de l'eau souterraine et de l'eau de surface – cote verticale du niveau maximal de l'eau souterraine (voir la section 7.6.2.4), sens d'écoulement de l'eau souterraine, emplacement des puits de surveillance et d'approvisionnement en eau potable et des plans d'eau de surface dans la localité.
- Évacuation des boues et du surnageant – volumes, concentrations, méthodes d'évacuation, méthodes de traitement du surnageant et d'élimination finale des boues.
- Effets climatiques – évaporation, chutes de pluie, gel, chutes de neige, température, rayonnement solaire.
- Fermeture finale et remise en état du site.

11.5.5.3 Prétraitement

Les exigences de prétraitement pour les étangs à boues sont les mêmes que pour les lits de séchage.

11.5.5.4 Caractéristiques du sol et de l'eau souterraine

Le sol doit être raisonnablement poreux, et le fond des étangs doit se trouver à au moins 1,2 m au-dessus du niveau maximal de la nappe phréatique. Les zones environnantes devraient être nivelées, de manière à prévenir l'infiltration de l'eau de surface dans l'étang. Dans certains cas critiques, l'organisme d'examen peut exiger qu'un étang soit revêtu d'un matériau synthétique.

11.5.5.5 Profondeur

Les étangs devraient avoir au moins 1 m de profondeur tout en conservant une hauteur libre d'au moins 0,6 m.

11.5.5.6 Étanchéité

Il importe de prendre des mesures pour étanchéifier le fond de l'étang à boues et les digues conformément aux exigences de la section 7.6.6 pour prévenir le lessivage des boues dans les sols adjacents ou l'eau souterraine.

11.5.5.7 Superficie

La superficie nécessaire dépend des conditions climatiques locales. Au moins deux étangs devraient être prévus.

11.5.5.8 Emplacement

Il importe de prévenir la pollution des eaux de surface et des eaux souterraines et de prévoir une isolation appropriée pour atténuer les effets nuisibles.

11.5.5.9 Temps de cycle et évacuation des boues

Le temps de cycle pour les étangs varie de quelques mois à plusieurs années. Généralement, les boues sont pompées dans l'étang pendant 18 mois puis laissées au repos pendant 6 mois.

Les boues sont évacuées par des moyens mécaniques, ordinairement à une teneur en humidité d'environ 70 %.

11.5.6 Mechanical Dewatering Facilities

11.5.6.1 General

Provisions should be made to maintain sufficient continuity of service so that sludge may be dewatered without accumulation beyond storage capacity. If it is proposed to dewater the sludge by mechanical methods such as rotary press, centrifuges, filter presses or belt filters, a detailed description of the process and design data should accompany the plans.

Unless standby facilities are available, adequate storage facilities should be provided. The storage capacity should be sufficient to handle at least 4 days of sludge production volume.

11.5.6.2 Performance of Mechanical Dewatering Methods

Table 11.6 outlines the solids capture, solids concentrations normally achieved and energy requirements for various mechanical dewatering methods.

11.5.6.3 Number of Units

With sludge dewatering equipment, multiple units will generally be required unless satisfactory sludge storage facilities or alternate sludge disposal methods are available for use during periods of equipment repair. Often the need for full standby units will be unnecessary if the remaining duty units can be operated for additional shifts in the event of equipment breakdown.

11.5.6.4 Ventilation

Adequate facilities should be provided for ventilation of the dewatering area. The exhaust air should be properly conditioned to avoid odour nuisance.

11.5.6.5 Chemical Handling Enclosures

Lime-mixing facilities should be completely enclosed to prevent the escape of lime dust. Chemical handling equipment should be automated to eliminate the manual lifting requirement.

11.5.6 Installations de déshydratation mécanique

11.5.6.1 Généralités

Il importe de prendre des mesures pour maintenir une continuité suffisante de service de manière que les boues puissent être déshydratées sans s'accumuler au-delà de la capacité de stockage. Il est recommandé de déshydrater les boues à l'aide de méthodes mécaniques, comme des presses rotatives, des centrifugeuses, des filtres-presses ou des filtres à bande; une description détaillée du procédé et les données de conception devraient accompagner les plans.

À moins que des installations de secours ne soient disponibles, des installations de stockage adéquates devraient être prévues. La capacité de stockage devrait permettre de traiter le volume de production de boues d'au moins quatre (4) jours.

11.5.6.2 Performance des méthodes de déshydratation mécanique

Le tableau 11.6 indique le pourcentage de captage des solides, les concentrations en solides ordinairement atteintes et la demande énergétique pour divers procédés de déshydratation mécanique.

11.5.6.3 Nombre d'unités

Dans le cas de l'équipement de déshydratation, il sera généralement nécessaire de prévoir plusieurs unités à moins que des installations de stockage appropriées ou d'autres méthodes d'élimination des boues ne puissent être utilisées pendant les travaux de réparation de l'équipement. Il n'est souvent pas nécessaire de prévoir des unités de secours si les unités qui demeurent en service peuvent fonctionner pendant des quarts supplémentaires en cas de bris d'équipement.

11.5.6.4 Ventilation

Des systèmes adéquats devraient être prévus pour assurer la ventilation de la zone de déshydratation. Il convient de soumettre l'air extrait à un conditionnement approprié pour prévenir les odeurs.

11.5.6.5 Enceintes pour manutention des produits chimiques

Les installations de mélange de la chaux devraient être entièrement fermées pour prévenir l'émission de poussière de chaux. L'équipement de manutention des produits chimiques devrait être automatisé pour éliminer les opérations de levage manuel.

TABLE 11.6 TABLEAU 11.6		SLUDGE DEWATERING METHODS AND PERFORMANCE WITH VARIOUS SLUDGE TYPES MÉTHODES DE DÉSHYDRATATION DES BOUES ET PERFORMANCE AVEC DIVERS TYPES DE BOUES	
DEWATERING METHOD MÉTHODE DE DÉSHYDRATATION	SOLIDS CAPTURE (%) CAPTAGE DES SOLIDES (%)	SOLIDS CONCENTRATIONS NORMALLY ACHIEVED (1) CONCENTRATIONS DE SOLIDES ORDINAIREMENT OBTENUES (1)	MEDIAN ENERGY REQUIRED (MJ/DRY TONNE) (2) ÉNERGIE MOYENNE NÉCESSAIRE (MJ/TONNE SÈCHE) (2)
Rotary Press Presse rotative	90 - 95	Raw primary + WAS (25-35%) Digested primary + WAS (15-25%) WAS (13-20%) Boues primaires brutes + boues activées en excès (25-35 %) Boues primaires digérées + boues activées en excès (15-25 %) Boues activées en excès (13-20 %)	70 to 80
Filter Press Filtre-presse	90 - 95	Raw primary + WAS (30-50%) Digested primary + WAS (35-50%) WAS (25-50%) Boues primaires brutes + boues activées en excès (30-50 %) Boues primaires digérées + boues activées en excès (35-50 %) Boues activées en excès (25-50 %)	360
Centrifuge (Solid Bowl) Centrifugeuse (à bol plein)	95 - 99	Raw or Digested primary + WAS (15-25%) WAS (12-15%) Boues primaires brutes ou digérées + boues activées en excès (15-25 %) Boues activées en excès (12-15 %)	360
Belt Filter Filtre à bande	85 - 95	Raw or Digested primary + WAS (14-25%) WAS (10-15%) Boues primaires brutes ou digérées + boues activées en excès (14-25 %) Boues activées en excès (10-15 %)	130

1. INCLUDING CONDITIONING CHEMICALS, IF REQUIRED.
2. MJ/DRY TONNE – DENOTES MEGAJOULES PER DRY TONNE OF SLUDGE THROUGHOUT.
1. Y COMPRIS LES PRODUITS CHIMIQUES DE CONDITIONNEMENT, LE CAS ÉCHÉANT.
2. MJ/TONNE SÈCHE – MÉGAJOULES PAR TONNE SÈCHE DE BOUE.

11.5.6.6 Drainage and Filtrate Disposal

Drainage from beds or filtrate from dewatering units should be returned to the sewage treatment process at appropriate points.

11.5.6.6 Élimination de l'eau de drainage et du filtrat

L'eau de drainage des lits et le filtrat des unités de déshydratation devraient être recyclés en des points appropriés du processus d'épuration des eaux usées.

11.5.6.7 Other Dewatering Facilities

If it is proposed to dewater sludge by mechanical means, other than those outlined below, a detailed description of the process and design should accompany the plans.

11.5.6.7 Autres installations de déshydratation

Si l'on se propose de déshydrater les boues par des moyens mécaniques, autres que ceux qui sont décrits ci-après, il faudrait joindre aux plans une description détaillée du procédé et de la conception.

11.5.6.8 Rotary Presses

Most types of waste water sludge can be dewatered

11.5.6.8 Presses rotatives

La plupart des types de boues d'épuration peuvent être

with Rotary Presses and the results achieved are generally superior to those of vacuum filters or belt filter presses.

The Rotary Press is a pressure-controlled device and should be provided with its own inlet pressure controls, outlet pressure controls, feed flow monitoring and polymer feed flow controlling.

The Rotary Press should be provided with its own flocculation chamber, equipped with a variable-speed impeller.

Flocculated sludge is fed continuously into the channels where it is dewatered.

A channel consists of a pair of rotating screens, coupled to a driving hub and enclosed by a fabricated steel housing, each housing being completely removable and interchangeable with other channels of the same size and description.

The number of channels needed is determined by the flow requirements, quality of sludge, the cake dryness, the filtrate quality and economic, dimensional and maintenance considerations.

A Rotary Press comprises at least the following components:

One or several dewatering channels, mounted on the gear reducer output shaft.

a. Dewatering channels

The following are the major components to the Dewatering channel:

- Filtration elements
- Filtration wheels
- Deflector
- Gland covers and bearings
- Wash system

b. Drive System

The major components to the Drive system include:

- Speed Reducer
- Motor

11.5.6.9 Filter Presses

The capacity of filter presses is greatly affected by the initial solids concentration. With low feed solids, chemical requirements increase significantly.

Sludge, thickening should therefore be considered as a pre-treatment step.

déshydratées à l'aide de presses rotatives, et les résultats obtenus sont généralement meilleurs qu'avec des filtres sous vide ou des filtres à bande presseuse.

Une presse rotative est un dispositif commandé par la pression et elle devrait être dotée de ses propres commandes de pression d'entrée et de sortie et dispositifs de surveillance du débit d'alimentation et de contrôle du débit d'alimentation en polymères.

La presse rotative devrait être dotée de sa propre chambre de floculation, munie d'un agitateur à vitesse variable.

Les boues floculées sont acheminées en continu dans des canaux, où elles sont déshydratées.

Un canal est constitué d'une paire de tamis rotatifs, accouplés à un moyeu d'entraînement et enfermé dans un logement en acier préfabriqué; chaque logement est entièrement amovible et peut être utilisé avec les autres canaux de même taille et possédant les mêmes caractéristiques.

Le nombre de canaux nécessaire est déterminé par les exigences de débit, la qualité des boues, la siccité du gâteau, la qualité du filtrat et les contraintes économiques, dimensionnelles et d'entretien.

Une presse rotative comporte au moins les composants mentionnés ci-après.

Un ou plusieurs canaux de déshydratation, montés sur l'arbre de sortie du réducteur de vitesse.

a. Canaux de déshydratation

Principaux composants d'un canal de déshydratation :

- Éléments de filtration
- Roues de filtration
- Déflecteur
- Pressoir avec couvercles et paliers
- Système de lavage

b. Système d'entraînement

Principaux composants du système d'entraînement :

- Réducteur de vitesse
- Moteur

11.5.6.9 Filtres-presses

La concentration initiale en solides a un effet marqué sur la capacité des filtres-presses. Lorsque la concentration en solides du flux d'alimentation est faible, il faut utiliser beaucoup plus de produits chimiques.

L'épaississement des boues devrait donc être envisagé comme étape de prétraitement.

Filter press systems should be designed in accordance with the following guidelines:

a. Sludge conditioning tank:

Detention time maximum 20 minutes at peak pumpage rate;

b. Feed pumps:

Variable capacity to allow pressures to be increased gradually, without underfeeding or overfeeding sludge; pumps should be of a type to minimize floc shear; pumps must deliver high volume at low head initially and low volume at high head during latter part of cycle; ram or piston pumps, progressing cavity pumps or double diaphragm pumps are generally used;

c. Cake handling:

Filter press must be elevated above cake conveyance system to allow free fall; cake can be discharged directly to trucks, into dumper boxes, or onto conveyors (usually cable cake breakers may be needed);

d. Cycle times:

1.5 to 6 h (normally 1.5 to 3 h); and

e. Operating pressures:

Usually 700 to 1400 kPa, but may be as high as 1750 kPa. The operating pressure should not exceed 1000 to 1050 kPa, if polymer is applied as the conditioning agent.

11.5.6.10 Solid Bowl Centrifuges

Bowl length/diameter ratios of 2.5 to 4.0 should be provided to ensure adequate settling time and surface area. Bowl angles must be kept shallow.

The bowl flow pattern can be either counter-current or concurrent. Pool depth can be varied by adjustable weirs.

Conveyor design and speed will affect the efficiency of solids removal. Differential speed must be kept low enough to minimize turbulence and internal wear yet high enough to provide sufficient solids handling capacity.

For most wastewater sludges, the capacity of the centrifuge will be limited by the clarification capacity (hydraulic capacity) and therefore the solids concentration. Increasing the feed solids will increase the solids handling capacity. Thickening should, therefore, be considered as a pre-treatment operation.

Since temperature affects the viscosity of sludges, if the temperatures will vary appreciably (as with aerobic digestion), the required centrifuge capacity

Les filtres-presses devraient être conçus conformément aux lignes directrices ci-après.

a. Bassin de conditionnement des boues :

Temps de séjour d'au plus 20 minutes au taux de pompage de pointe.

b. Pompes d'alimentation :

À capacité variable pour permettre une augmentation progressive des pressions, sans alimentation insuffisante ou excessive en boues; les pompes devraient être d'un type qui réduit le cisaillement du floc; les pompes doivent, en début de cycle, fournir un volume élevé à une faible charge hydraulique et un faible volume à forte charge hydraulique en fin de cycle; des pompes à piston plongeur ou à piston, des pompes à cavités progressives ou à double membrane sont généralement utilisées.

c. Manutention du gâteau :

Le filtre-presse doit être situé au-dessus du convoyeur de gâteau pour permettre un chargement en chute libre; le gâteau peut être acheminé directement vers des camions ou placé dans des tombereaux ou sur des convoyeurs (il peut être nécessaire d'utiliser des câbles pour briser le gâteau).

d. Temps de cycle :

1,5 à 6 heures (normalement de 1,5 à 3 heures).

e. Pressions de service :

Ordinairement de 700 à 1400 kPa, mais pouvant atteindre 1750 kPa. La pression de service ne devrait pas dépasser 1000 à 1050 kPa, si des polymères sont utilisés comme agent de conditionnement.

11.5.6.10 Centrifugeuses à bol plein

Il convient de prévoir pour le bol un rapport longueur-diamètre de 2,5 à 4,0 pour garantir un temps de décantation et une superficie suffisants. Les angles du bol doivent être faibles.

Le modèle d'écoulement du bol peut être contre-courant ou cocourant. On peut faire varier la profondeur de la cuve à l'aide de déversoirs réglables.

La conception et la vitesse du convoyeur auront un effet sur le rendement d'élimination des solides. La vitesse différentielle doit être suffisamment faible pour réduire la turbulence et l'usure interne, mais suffisamment élevée pour offrir une bonne capacité de traitement des solides.

Pour la plupart des boues d'épuration, la capacité de la centrifugeuse sera limitée par la capacité de clarification (capacité hydraulique) et donc, la concentration en solides. En augmentant la quantité de solides d'alimentation, on améliorera la capacité de traitement. Il convient donc d'envisager un épaississement des boues comme étape de prétraitement.

Étant donné que la température a un effet sur la viscosité des boues, si les températures varient beaucoup (comme dans la digestion aérobie), la capacité nécessaire de la

should be determined for the lowest temperature expected.

Other general design guidelines for solid bowl centrifuges are as follows:

a. Feed pump:

Sludge feed should be continuous; pumps should be variable flow type; one pump should be provided per centrifuge for multiple centrifuge systems; chemical dosage should vary with the pumpage rate;

b. Sludge pre-treatment:

Depending upon the sewage treatment process, grit removal, screening or maceration may be required for the feed sludge stream;

c. Solids capture:

85 - 95 percent is generally desirable;

d. Machine materials:

Generally carbon steel or stainless steel; parts subject to wear should be protected with hard facing materials such as a tungsten carbide material;

e. Machine foundations:

Foundations must be capable of absorbing the vibratory loads;

f. Provision for Maintenance:

Sufficient space must be provided around the machine(s) to permit disassembly; an overhead hoist should be provided; hot and cold water supplies will be needed to permit flushing out the machine; drainage facilities will be necessary to handle wash water.

11.5.6.11 Belt Filter Presses

Most types of waste water sludge can be dewatered with belt filter presses.

Chemical conditioning is generally accomplished with polymer addition.

Solids handling capabilities are likely to range from 50 g/m-s (based on belt width) for excess activated sludge to 330 g/m-s for primary sludge.

centrifugeuse devrait être déterminée pour la température la plus basse prévue.

Voici d'autres lignes directrices générales pour la conception des centrifugeuses à bol plein :

a. Pompe doseuse :

L'alimentation en boues devrait être continue; les pompes devraient être à débit variable; il convient de prévoir une pompe par centrifugeuse dans les systèmes à plusieurs centrifugeuses; le dosage des produits chimiques devrait varier en fonction du taux de pompage.

b. Prétraitement des boues :

Selon le procédé d'épuration des eaux usées, il peut être nécessaire de prévoir un dessablage, un tamisage ou une macération du flux de boues d'alimentation.

c. Captage des solides :

Un pourcentage de captage de 85 à 95 % est généralement souhaitable.

d. Matériaux de fabrication des machines :

Généralement de l'acier au carbone ou de l'acier inoxydable; les parties qui risquent de s'user devraient être protégées à l'aide de matériaux de revêtement durs, comme le carbure de tungstène.

e. Assises des machines :

Les assises doivent pouvoir absorber les vibrations.

f. Mesures d'entretien :

Un espace suffisant doit être prévu autour des machines pour en permettre le démontage; un palan aérien devrait être prévu; il faut prévoir une alimentation en eau chaude et en eau froide pour permettre le rinçage des machines, ainsi que des installations d'évacuation des eaux de lavage.

11.5.6.11 Filtres à bande presseuse

La plupart des boues d'épuration peuvent être déshydratées à l'aide de filtres à bande presseuse.

Le conditionnement chimique est généralement réalisé au moyen de polymères.

La capacité de traitement des solides doit varier entre 50 g/m-s (selon la largeur de la bande), dans le cas des boues activées excédentaires, et 330 g/m-s, dans le cas des boues primaires.

11.6 SLUDGE PUMPS AND PIPING

11.6.1 Sludge Pumps

11.6.1.1 General Sludge Pumping Requirements

Table 11.7 outlines general sludge pumping requirements for various sludge types.

11.6.1.2 Capacity

Pump capacities should be adequate but not excessive. Provision for varying pump capacity is desirable.

11.6.1.3 Duplicate Units

Duplicate units should be provided where failure of one unit would seriously hamper plant operation.

11.6.1.4 Type

Plunger pumps, screw feed pumps or other types of pumps with demonstrated solids handling capability should be provided for handling raw sludge. Where centrifugal pumps are used, a parallel positive displacement pump should be provided as an alternate to pump heavy sludge concentrations, such as primary or thickened sludge, that may exceed the pumping head of the centrifugal pump.

11.6.1.5 Minimum Head

A minimum positive head of 600 mm should be provided at the suction side of centrifugal type pumps and is desirable for all types of sludge pumps. Maximum suction lifts should not exceed 3 m for plunger pumps.

11.6.1.6 Head Loss

Figure 11.1 shows the multiplication factor to apply to the friction losses for turbulent flow for clean water to calculate the friction losses for untreated primary and concentrated sludges and digested sludge. Use of Figure 11.1 will often provide sufficiently accurate results for design, especially at solids concentrations below 3 percent. However, as pipe length, percent total solids and percent volatile solids increase, more elaborate methods may have to be used to calculate the friction losses with sufficient accuracy.

11.6 POMPES À BOUES ET TUYAUTERIE CONNEXE

11.6.1 Pompes à boues

11.6.1.1 Exigences générales de pompage des boues

Le tableau 11.7 indique les exigences générales de pompage des boues pour divers types de boues.

11.6.1.2 Débit

Le débit des pompes devrait être suffisant mais non excessif. Il est souhaitable de permettre une variation du débit des pompes.

11.6.1.3 Pompes jumelées

Deux pompes devraient être prévues si la défaillance d'une pompe risque d'entraver gravement le fonctionnement de l'usine.

11.6.1.4 Type

Des pompes à piston, des pompes à vis ou d'autres types de pompes dont la capacité à traiter les solides est démontrée devraient être prévues pour le traitement des boues fraîches. Lorsque des pompes centrifuges sont utilisées, une pompe volumétrique en parallèle devrait être prévue pour le pompage des boues fortement concentrées, comme les boues primaires ou épaissies, qui peuvent dépasser la capacité de refoulement de la pompe centrifuge.

11.6.1.5 Hauteur de charge minimale

Une hauteur de charge positive d'au moins 600 mm devrait être prévue du côté aspiration des pompes centrifuges et est souhaitable pour tous les types de pompes à boues. La hauteur géométrique d'aspiration maximale ne devrait pas dépasser 3 m pour les pompes à piston.

11.6.1.6 Perte de charge

La figure 11.1 indique le facteur de multiplication devant être appliqué aux pertes par friction dans les écoulements turbulents d'eau propre pour calculer les pertes par friction pour les boues primaires et concentrées et les boues digérées. La figure 11.1 devrait normalement fournir des données suffisamment précises aux fins de la conception, en particulier à des concentrations en solides inférieures à 3 %. Cependant, à mesure que la longueur de la canalisation, le pourcentage de matières solides totales et le pourcentage de matières volatiles augmentent, il pourra être nécessaire d'utiliser des méthodes plus élaborées pour calculer avec une précision suffisante les pertes par friction.

TABLE 11.7	GENERAL SLUDGE PUMPING REQUIREMENTS				
SLUDGE SOURCE	SLURRY (% TOTAL SOLIDS)	STATIC HEAD (m)	TDH (m)	ABRASIVE SERVICE	DUTY
Pre-Treatment - Grit	0.5 - 10.0	0 - 1.5 (GRAVITY)	1.5 - 3	Yes - High	Heavy
Primary Sedimentation					
- Unthickened	0.2 - 2.0	3 - 12	10 - 200	Yes	Medium
- Thickened	4.0 - 10.0	3 - 12	12 - 25	Yes	Heavy
Secondary Sedimentation (for Recirculation)	0.5 - 2.0	1 - 2	3 - 4.5	No	Light
Secondary Sedimentation (for Thickening)	0.5 - 2.0	1.2 - 2.4	3 - 4.5	No	Light
Thickener	5 - 10	6 - 12	25 - 45	Yes or No*	Heavy
Underflow	5 - 10	60 - 120**	75 - 170	Yes or No*	Very Heavy
Digester					
- Recirculation	3 - 10	0 - 1.5	2.4 - 3.6	No	Medium
- Underflow	3 - 10	0 - 6	15 - 30	Yes or No*	Very Heavy
Chemically Produced Sludges:					
- Alum/Ferric - primary	0.5 - 310	3 - 12	9 - 20	No	Light
- Lime - Primary	1.0 - 6.0	3 - 12	9 - 25	No	Medium
- Lime - Secondary	2.0 - 15.0	3 - 12	9 - 25	No	Medium
Incinerator Slurries	0.5 - 10	0 - 15	6 - 30	Yes - High	Heavy

* DEPENDS ON DEGRITTING EFFICIENCY

** HIGH PRESSURE FOR HEAT TREATMENT

TABLEAU 11.7	EXIGENCES GÉNÉRALES DE POMPAGE DES BOUES				
SOURCE DE BOUES	BOUES LIQUIDES (% MATIÈRES SOLIDES TOTALES)	HAUTEUR STATIQUE (m)	HAUTEUR DE CHARGE DYNAMIQUE TOTALE (m)	ABRASION	NIVEAU DE SERVICE
Prétraitement - grosses particules	0,5 - 10,0	0 - 1,5 (GRAVITÉ)	1,5 - 3	Oui - Élevée	Intensif
Sédimentation primaire					
- Non épaissies	0,2 - 2,0	3 - 12	10 - 200	Oui	Modéré
- Épaissies	4,0 - 10,0	3 - 12	12 - 25	Oui	Intensif
Sédimentation secondaire (pour recirculation)	0,5 - 2,0	1 - 2	3 - 4.5	Non	Léger
Sédimentation secondaire (pour épaississement)	0,5 - 2,0	1,2 - 2,4	3 - 4.5	Non	Léger
Épaississeur	5 - 10	6 - 12	25 - 45	Oui ou Non*	Intensif
Dépôt	5 - 10	60 - 120**	75 - 170	Oui ou Non*	Très intensif
Digester					
- Recirculation	3 - 10	0 - 1.5	2.4 - 3.6	Non	Modéré
- Dépôt	3 - 10	0 - 6	15 - 30	Oui ou Non*	Très intensif
Boes produites au moyen de produits chimiques :					
- Alun/sel ferrique - primaires	0,5 - 310	3 - 12	9 - 20	Non	Léger
- Chaux - primaires	1,0 - 6,0	3 - 12	9 - 25	Non	Modéré
- Chaux - secondaires	2,0 - 15,0	3 - 12	9 - 25	Non	Modéré
Boes d'incinération	0,5 - 10	0 - 15	6 - 30	Oui - élevée	Intensif

* DÉPEND DU RENDEMENT DE DESSABLAGE

** HAUTE PRESSION POUR LE TRAITEMENT THERMIQUE

11.6.1.7 Sampling Facilities

Unless sludge sampling facilities are otherwise provided, quick closing sampling valves should be installed at the sludge pumps. The size of valve and piping should be at least 40 mm and terminate at a suitable sized sampling sink or floor drain.

11.6.2 Sludge Piping

11.6.2.1 Size and Head

Sludge withdrawal piping should have a minimum diameter of 200 mm for gravity withdrawal and 150 mm for pump suction and discharge lines. Where withdrawal is by gravity, the available head on the discharge pipe should be adequate to provide at least 1.0 m/s velocity. With sludge pumpage velocities of 0.9 to 1.5 m/s should be developed. For heavier sludges and grease, velocities of 1.5 to 2.4 m/s are needed.

11.6.2.2 Slope

Gravity piping should be laid on uniform grade and alignment. The slope on gravity discharge piping should not be less than three percent. Provisions should be made for draining and flushing discharge lines.

11.6.2.3 Supports

Special consideration should be given to the corrosion resistance and continuing stability of supporting systems for piping located inside the digestion tank.

11.6.1.7 Installations d'échantillonnage

À moins que d'autres installations d'échantillonnage ne soient prévues, des vannes d'échantillonnage à fermeture rapide devraient être installées à l'emplacement des pompes à boues. Les vannes et les canalisations sur lesquelles elles sont montées devraient avoir au moins 40 mm et ces dernières devraient être acheminées à un puits d'échantillonnage ou à un avaloir de sol approprié.

11.6.2 Tuyauterie de soutirage des boues

11.6.2.1 Dimensions et hauteur de chute

Les canalisations de soutirage des boues devraient avoir au moins 200 mm de diamètre, dans le cas des canalisations de soutirage par gravité, et au moins 150 mm, dans le cas des canalisations d'aspiration et de refoulement de pompe. Lorsque le soutirage se fait par gravité, la hauteur de chute disponible de la canalisation de refoulement devrait être suffisante pour produire une vitesse d'au moins 1,0 m/s. Pour le pompage des boues, des vitesses de 0,9 à 1,5 m/s devraient être atteintes. Dans le cas des boues épaisses et des graisses, il faut prévoir des vitesses de 1,5 à 2,4 m/s.

11.6.2.2 Pente

Les canalisations gravitaires devraient être posées d'alignement, suivant une pente uniforme. Pour les canalisations gravitaires de refoulement, la pente devrait être d'au moins 1 à 3 %. Ces dernières devraient pouvoir être rincées et vidangées.

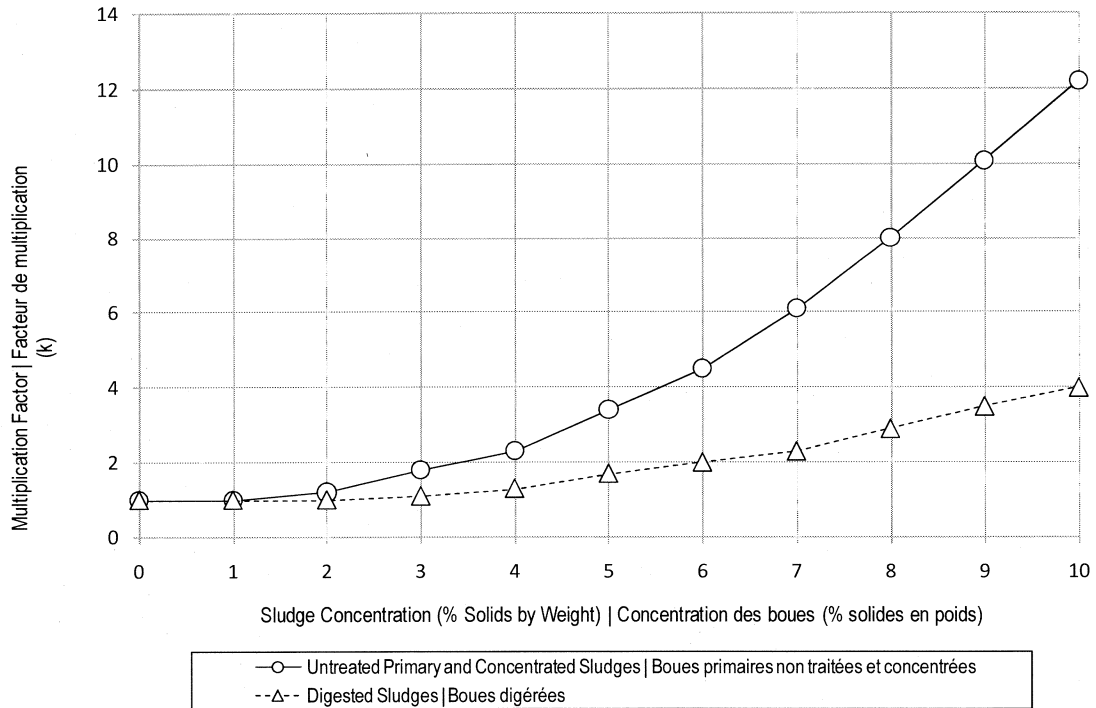
11.6.2.3 Supports

Il convient d'accorder une attention spéciale à la résistance à la corrosion et à la stabilité continue des supports et suspensions de la tuyauterie située à l'intérieur du digesteur.

FIGURE 11.1

APPROXIMATE FRICTION HEAD LOSS FOR LAMINAR FLOW OF SLUDGE

PERTES APPROXIMATIVES DUES AU FROTTEMENT POUR UN ÉCOULEMENT LAMINAIRE DES BOUES



NOTES:

1. Multiply loss with clean water by K to estimate friction loss under laminar conditions (see text).
2. The Information on this figure has been extracted from EPA 625/1-79-011 "Process Design Manual for Sludge Treatment and Disposal", September 1979.

NOTES:

1. Multiplier les pertes avec de l'eau propre par K pour estimer les pertes par friction dans des conditions d'écoulement laminaire (voir le texte).
2. L'information présentée dans cette figure est tirée de la publication EPA 625/1-79-011, « Process Design manual for Sludge Treatment and Disposal », septembre 1979.

11.7 SLUDGE STABILIZATION

11.7.1 ANAEROBIC SLUDGE DIGESTION

11.7.1.1 Applicability

Anaerobic digestion may be considered beneficial for sludge stabilization when the sludge volatile solids content is 50% or higher and if no inhibitory substances are present or expected. Anaerobic digestion of primary sludge is preferred over activated sludge because of the poor solids-liquid separation characteristics of activated sludges. Combining primary and secondary sludges will result in settling characteristics better than activated sludge but less desirable than primary alone. Chemical sludges containing lime, alum, iron, and other substances can be successfully digested if the volatile solids content remains high enough to support the biochemical reactions and no toxic compounds are present. If an examination of past sludge characteristics indicates wide variations in sludge quality, anaerobic digestion may not be feasible because of its inherent sensitivity to changing substrate quality. Table 11.8 lists sludges which are suitable for anaerobic digestion.

11.7 STABILISATION DES BOUES

11.7.1 DIGESTION ANAÉROBIE DES BOUES

11.7.1.1 Application

La digestion anaérobie peut être considérée bénéfique pour la stabilisation des boues lorsque la teneur des boues en solides volatils est de 50 % ou plus ou si aucune substance inhibitrice n'est présente ou prévue. La digestion anaérobie des boues primaires est préférable au traitement par boues activées en raison des caractéristiques médiocres de séparation solides-liquides des boues activées. La combinaison de boues primaires et secondaires produira de meilleures caractéristiques de décantation que les boues activées mais moins bonnes que les boues primaires seules. Les boues chimiques qui contiennent de la chaux, de l'alun, du fer et d'autres substances peuvent être efficacement digérées si la teneur en solides volatils demeure suffisamment élevée pour favoriser les réactions biochimiques et si aucun composé toxique n'est présent. Si un examen des caractéristiques antérieures des boues révèle d'importantes variations dans la qualité de ces dernières, il peut être impossible de faire subir une digestion anaérobie à ces boues parce que ce procédé est sensible aux variations de qualité du substrat. Le tableau 11.8 présente une liste des boues qui peuvent subir une digestion anaérobie.

TABLE 11.8 TABLEAU 11.8	SLUDGES SATISFACTORY FOR ANAEROBIC DIGESTION BOUES ACCEPTABLES POUR LA DIGESTION ANAÉROBIE
	Primary and Lime Primaires et chaux
	Primary and Ferric Chloride Primaires et chlorure ferrique
	Primary and Alum Primaires et alun
	Primary and Trickling Filter Primaires et lit bactérien
	Primary, Trickling Filter and Alum Primaires, lit bactérien et alun
	Primary and Waste Activated Primaires et activées en excès
	Primary, Waste Activated and Lime Primaires, activées en excès et chaux
	Primary, Waste Activated and Alum Primaires, activées en excès et alun
	Primary, Waste Activated and Ferric Chloride Primaires, activées en excès et chlorure ferrique
	Primary, Waste Activated and Sodium Aluminate Primaires, activées en excès et aluminat de sodium

The advantages offered by anaerobic digestion include:

- Excess energy over that required by the process is produced. Methane is produced and can be used to heat and mix the reactor. Excess methane gas can be used to heat space or produce electricity, or as engine fuel.

La digestion anaérobie offre divers avantages, notamment ceux décrits ci-après.

- Une énergie en excès de l'énergie nécessaire au procédé est produite. Le méthane qui est produit peut être utilisé pour le chauffage et l'agitation du réacteur. Le méthane excédentaire peut être utilisé pour chauffer les locaux, produire de l'électricité ou servir de combustible pour les moteurs.

- The quantity of total solids for ultimate disposal is reduced. The volatile solids present are converted to methane, carbon dioxide, and water thereby reducing the quantity of solids. About 30 to 40% of the total solids may be destroyed and 40 to 60% of the volatile solids may be destroyed.
- The product is a stabilized sludge that may be free from strong or foul odours and can be used for land application as ultimate disposal because the digested sludge contains plant nutrients.
- Pathogens are destroyed to a high degree during the process. Thermophilic digestion enhances the degree of pathogen destruction.
- Most organic substances found in municipal sludge are readily digestible except lignins, tannins, rubber, and plastics.

The disadvantages associated with anaerobic digestion include:

- The digester is easily upset by unusual conditions and erratic or high loadings and very slow to recover.
- Operators must follow proper operating procedures.
- Heating and mixing equipment are required for satisfactory performance.
- Large reactors are required because of the slow growth of methanogens and required solid retention times (SRT's) of 15 to 20 days for a high-rate system. Thus capital cost is high.
- The resultant supernatant sidestream is a strong waste stream that greatly adds to the loading of the wastewater plant. It contains high concentrations of BOD, COD, suspended solids and ammonia nitrogen.
- Cleaning operations are difficult because of the closed vessel. Internal heating and mixing equipment can become major problems as a result of corrosion and wear in harsh inaccessible environments.
- A sludge poor in dewatering characteristics is produced.
- The possibility of explosion as a result of inadequate operation and maintenance, leaks, or operator carelessness exists.
- Gas line condensation or clogging can cause major maintenance problems.

- La quantité de matières solides totales destinées à l'élimination finale est réduite. Les solides volatils présents sont convertis en méthane, en dioxyde de carbone et en eau, ce qui permet de réduire la quantité de solides. Environ 30 à 40 % des matières solides totales et 40 à 60 % des solides volatils peuvent être détruits.
- Le produit est une boue stabilisée qui peut être exempte d'odeurs fortes ou désagréables et peut être épandue sur le sol comme moyen d'élimination finale parce que les boues digérées contiennent des éléments nutritifs pour les végétaux.
- Les agents pathogènes sont détruits dans une large mesure au cours du processus. La digestion thermophile garantit un niveau élevé de destruction des agents pathogènes.
- La plupart des substances organiques contenues dans les boues municipales peuvent être facilement digérées, à l'exception des lignines, des tanins, du caoutchouc et des plastiques.

La digestion anaérobie comporte aussi des inconvénients, notamment ceux mentionnés ci-après.

- Le digesteur est facilement perturbé par des conditions inhabituelles et irrégulières ou de fortes charges et prend un certain temps à se rétablir.
- Les opérateurs doivent suivre les procédures d'exploitation appropriées.
- Pour obtenir un bon rendement, il faut utiliser de l'équipement de chauffage et de mélange.
- Il faut utiliser de grands réacteurs en raison de la faible vitesse de croissance des méthanogènes et des temps de rétention solides (TRS) de 15 à 20 jours pour un système à forte charge. Le coût des investissements est donc élevé.
- Le flux secondaire de surnageant qui résulte est un flux fortement chargé qui ajoute beaucoup à la charge de l'usine d'épuration. Ce flux contient des concentrations élevées de DBO, de DCO, de solides en suspension et d'azote ammoniacal.
- Le nettoyage est difficile parce que les opérations se déroulent dans une cuve fermée. Les matériels internes de chauffage et de mélange peuvent présenter des problèmes importants lorsqu'ils subissent des dommages dus à la corrosion et à l'usure dans un milieu agressif inaccessible.
- Le procédé produit une boue présentant des caractéristiques médiocres de déshydratation.
- Une exploitation et un entretien inadéquats, la présence de fuites ou la négligence de l'opérateur peuvent provoquer une explosion.
- La présence de condensation dans les canalisations de gaz ou le colmatage de ces dernières peuvent causer de graves problèmes d'entretien.

11.7.1.2 Digestion Tanks and Number of Stages

With anaerobic sludge digestion facilities, the need for multiple units can often be avoided by providing two-stage digestion along with sufficient flexibility in sludge pumpage and mixing so that one stage can be serviced while the other stage receives the raw sludge pumpage. Single stage digesters will generally not be satisfactory due to the usual need for sludge storage, and effective supernatant depth. They will be considered, however, where the designer can show that the above concerns can be satisfied and that alternate means of sludge processing or emergency storage can be used in the event of breakdown.

11.7.1.3 Access Manholes

At least two, 1-metre diameter access manholes should be provided in the top of the tank in addition to the gas dome. There should be stairways to reach the access manholes. A separate sidewall manhole should be provided. The opening should be large enough to permit the use of mechanical equipment to remove grit and sand. This manhole should be located near the bottom of the sidewall. All manholes should be provided with gas-tight and water-tight covers.

11.7.1.4 Safety

Non-sparking tools, safety lights, rubber-soled shoes, safety harness, gas detectors for inflammable and toxic gases and at least two self-contained breathing units should be provided for workers involved in cleaning the digesters.

Necessary safety facilities should be included where sludge gas is produced. All tank covers should be provided with pressure and vacuum relief valves and flame traps together with automatic safety shut-off valves. Water seal equipment should not be installed.

11.7.1.5 Field Data

Wherever possible, such as in the case of plant expansions, actual sludge quantity data should be considered for digester design. Often, due to errors introduced by poor sampling techniques, inaccurate flow measurements or unmeasured sludge flow streams, the sludge data from existing plants may be unsuitable for use in design. Therefore, before sludge data is used for design, it should be assessed for its accuracy.

11.7.1.2 Digesteurs et nombre d'étages

Avec les installations de digestion anaérobie, on peut souvent éviter d'utiliser plusieurs appareils en réalisant une digestion en deux étages et en assurant une souplesse suffisante de pompage et d'agitation pour qu'il soit possible de procéder à l'entretien d'un étage pendant que l'autre étage reçoit les boues fraîches pompées. Les digesteurs à un seul étage ne donneront généralement pas de résultats satisfaisants en raison des impératifs de stockage des boues et de la profondeur effective du surnageant. Ils pourront toutefois être envisagés si le concepteur peut démontrer que les problèmes ci-dessus peuvent être résolus et qu'une autre méthode de traitement des boues ou de stockage d'urgence peut être utilisée en cas de défaillance.

11.7.1.3 Regards de visite

Au moins deux (2) regards de visite de 1 m de diamètre devraient être prévus en partie supérieure de la cuve, en plus du dôme de gaz. On devrait pouvoir accéder aux regards de visite par des escaliers. Un regard distinct devrait être aménagé dans la paroi, dans la portion inférieure. L'ouverture devrait être suffisamment grande pour permettre l'utilisation d'équipement mécanique pour l'enlèvement des grosses particules et du sable. Tous les regards devraient être munis de couvercles ou tampons étanches aux gaz et à l'eau.

11.7.1.4 Sécurité

Des outils anti-étincelles, des lampes de sécurité, des chaussures à semelle en caoutchouc, un harnais de sécurité, des détecteurs de gaz inflammables et toxiques et au moins deux appareils de protection respiratoire autonomes devraient être fournis aux travailleurs chargés du nettoyage des digesteurs.

Les installations de sécurité nécessaires devraient être prévues aux endroits où les boues produisent des gaz. Tous les couvercles de réservoir devraient être munis de soupapes de décharge, de reniflards, de pare-flammes et de soupapes à fermeture automatique. On ne devrait pas installer d'équipement à joints hydrauliques.

11.7.1.5 Données recueillies sur place

Dans la mesure du possible, par exemple lorsqu'on agrandit une usine, il convient d'utiliser les données réelles sur les quantités de boues dans la conception des digesteurs. Il arrive souvent qu'en raison d'erreurs introduites par de mauvaises méthodes d'échantillonnage, de mesures inexactes du débit ou de l'absence de mesure du débit du flux de boues, les données sur les boues provenant d'usines existantes ne soient pas utilisables pour la conception. Il y a donc lieu d'évaluer l'exactitude des données sur les boues avant des les utiliser dans la conception.

11.7.1.6 Typical Sludge Qualities and Generation Rates for Different Unit Processes

When reliable data are not available, the sludge generation rates and characteristics given in Table 11.9 may be used.

11.7.1.6 Qualités types des boues et taux de production pour différents procédés unitaires

En l'absence de données fiables, on peut utiliser les taux de production de boues et les caractéristiques indiqués au tableau 11.9.

TABLE 11.9		TYPICAL SLUDGE QUALITIES AND GENERATION RATES FOR DIFFERENT UNIT PROCESSES				
UNIT PROCESS	LIQUID SLUDGE (l/m ³)	SOLIDS CONCENTRATION		VOLATILE SOLIDS (%)	DRY SOLIDS	
		RANGE (%)	AVERAGE (%)		(g/m ³)	(g/cap·d)
PRIMARY SEDIMENTATION WITH ANAEROBIC DIGESTION						
Undigested (No P Removal)	2.0	(3.5-8)	5.0	65	120	55
Undigested (with P Removal)	3.2	(3.5-7)	4.5	65	170	77
Digested (No P Removal)	1.1	(5-13)	6.0	50	75	34
Digested (with P Removal)	1.6	(5-13)	5.0	50	110	50
PRIMARY SEDIMENTATION AND CONVENTIONAL ACTIVATED SLUDGE WITH ANAEROBIC DIGESTION						
Undigested (No P Removal)	4.0	(2-7)	4.5	65	180	82
Undigested (with P Removal)	5.0	(2-6.5)	4.0	60	220	100
Digested (No P Removal)	2.0	(2-6)	5.0	50	115	52
Digested (with P Removal)	3.5	(2-6)	4.0	45	150	68
CONTACT STABILIZATION AND HIGH RATE WITH AEROBIC DIGESTION						
Undigested (No P Removal)	15.5	(0.4-2.8)	1.1	70	170	77
Undigested (with P Removal)	19.1	(0.4-2.8)	1.1	60	210	95
Digested (No P Removal)	6.1	(1-3)	1.9	70	115	52
Digested (with P Removal)	8.1	(1-3)	1.9	60	155	70
EXTENDED AERATION WITH AERATED SLUDGE HOLDING TANK						
Waste Activated (No P Removal)	10.0	(0.4-1.9)	0.9	70	90	41
Waste Activated (With P Removal)	13.3	(0.4-1.9)	0.9	60	120	55
Sludge Holding Tank (No P Removal)	4.0	(0.4-5.0)	2.0	70	80	36
Sludge Holding Tank (With P Removal)	5.5	(0.4-4.5)	2.0	60	110	50

NOTE:

1. (ℓ/m^3) Denotes litres of liquid sludge per cubic metre of treated sewage
2. (g/m^3) Denotes grams of dry solids per cubic metre of treated sewage
3. The above values are based on typical raw sewage with Total BOD = 170 mg/ ℓ , Soluble BOD = 50%, SS = 200 mg/ ℓ , P = 7 mg/ ℓ , NH_4 = 20 mg/ ℓ

TABLEAU 11.9		QUALITÉS TYPES DES BOUES ET TAUX DE PRODUCTION POUR DIFFÉRENTS PROCÉDÉS D'ÉPURATION				
PROCÉDÉ D'ÉPURATION	BOUES LIQUIDES (l/m³)	CONCENTRATION EN SOLIDES		SOLIDES VOLATILS (%)	SOLIDES SECS	
		PLAGE (%)	MOYENNE (%)		(g/m³)	(g/hab·j)
SÉDIMENTATION PRIMAIRE AVEC DIGESTION ANAÉROBIE						
Non digérées (sans élimination du phosphore)	2,0	(3,5-8)	5,0	65	120	55
Non digérées (avec élimination du phosphore)	3,2	(3,5-7)	4,5	65	170	77
Digérées (sans élimination du phosphore)	1,1	(5-13)	6,0	50	75	34
Digérées (avec élimination du phosphore)	1,6	(5-13)	5,0	50	110	50
SÉDIMENTATION PRIMAIRE ET TRAITEMENT PAR BOUES ACTIVÉES CLASSIQUE AVEC DIGESTION ANAÉROBIE						
Non digérées (sans élimination du phosphore)	4,0	(2-7)	4,5	65	180	82
Non digérées (avec élimination du phosphore)	5,0	(2-6,5)	4,0	60	220	100
Digérées (sans élimination du phosphore)	2,0	(2-6)	5,0	50	115	52
Digérées (avec élimination du phosphore)	3,5	(2-6)	4,0	45	150	68
STABILISATION PAR CONTACT ET BOUES ACTIVÉES À FORTE CHARGE AVEC DIGESTION AÉROBIE						
Non digérées (sans élimination du phosphore)	15,5	(0,4-2,8)	1,1	70	170	77
Non digérées (avec élimination du phosphore)	19,1	(0,4-2,8)	1,1	60	210	95
Digérées (sans élimination du phosphore)	6,1	(1-3)	1,9	70	115	52
Digérées (avec élimination du phosphore)	8,1	(1-3)	1,9	60	155	70
AÉRATION PROLONGÉE AVEC BASSIN DE RÉTENTION À BOUES AÉRÉ						
Activées en excès (sans élimination du phosphore)	10,0	(0,4-1,9)	0,9	70	90	41
Activées en excès (avec élimination du phosphore)	13,3	(0,4-1,9)	0,9	60	120	55
Bassins à boues (sans élimination du phosphore)	4,0	(0,4-5,0)	2,0	70	80	36
Bassins à boues (avec élimination du phosphore)	5,5	(0,4-4,5)	2,0	60	110	50

NOTES :

1. (l/m³) Litres de boues liquides par mètre cube d'eaux usées traitées
2. (g/m³) Grammes de solides secs par mètre cube d'eaux usées traitées
3. Les valeurs ci-dessus sont fondées sur des eaux usées types présentant une DBO totale de 170 mg/l, une DBO soluble de 50 %, 200 mg/l de solides en suspension, 7 mg/l de phosphore et 20 mg/l de NH₄

11.7.1.7 Solids Retention Time

The minimum solids retention time for a low rate digester should be 30 days. The minimum solids retention time of a high rate digester should be 15 days.

11.7.1.7 Temps de rétention des solides

Le temps de rétention minimal des solides pour un digesteur à faible charge devrait être de 30 jours. Le temps de rétention des solides pour un digesteur à forte charge devrait être d'au moins 15 jours.

11.7.1.8 Design of Tank Elements

11.7.1.8 Conception des éléments d'un digesteur

11.7.1.8.1 Digester Shape

Anaerobic digesters are generally cylindrical in shape with inverted conical bottoms. Heat loss from digesters can be minimized by choosing a proper depth-diameter ratio such that the total surface area is the least for a given volume. A cylinder with diameter equal to depth can be shown to be the most economical shape from heat loss viewpoint. However, structural requirements and scum control aspects also govern the optimum depth-diameter ratio.

11.7.1.8.1 Forme du digesteur

Les digesteurs anaérobies sont généralement cylindriques et comportent un fond conique inversé. On peut réduire les pertes de chaleur des digesteurs en choisissant le rapport profondeur-diamètre qui produira la surface efficace totale la plus faible pour un volume donné. Il peut être démontré qu'un cylindre d'un diamètre égal à la profondeur est la forme la plus économique du point de vue des pertes de chaleur. Toutefois, le rapport profondeur-diamètre optimal est également dicté par les exigences structurales et la nécessité d'évacuer le chapeau d'écume.

11.7.1.9 Floor Shape

To facilitate draining, cleaning and maintenance, the following features are desirable:

The tank bottom should slope to drain toward the withdrawal pipe. For tanks equipped with mechanisms for withdrawal of sludge, a bottom slope not less than 1:12 (vertical: horizontal) is recommended. Where the sludge is to be removed by gravity alone, 3:12 slope is recommended.

11.7.1.10 Depth and Freeboard

For those units proposed to serve as supernatant development tanks, the depth should be sufficient to allow for the formation of a reasonable depth of supernatant liquor. A minimum water depth of 6 metres is recommended. The acceptable range for sidewater depth is between 6 and 14 m.

The freeboard provided must take into consideration the type of cover and maximum gas pressure. For floating covers, the normal working water level in the tank under gas pressure is approximately 0.8 m below the top of the wall, thus providing from 0.5 to 0.6 m of freeboard between the liquid level and the top of the tank wall. For fixed flat slab roofs, a freeboard of 0.3 to 0.6 m above the working liquid level is commonly provided. For fixed conical or domed roofs, the freeboard between the working liquid level and the top of the wall inside the tank can be reduced to less than 0.3 m.

11.7.1.11 Scum Control

Scum accumulation can be controlled by including any of the following provisions in the equipment design:

- a. Floating covers keep the scum layer submerged and thus moist and more likely to be broken up;
- b. Discharging recirculated sludge on the scum mat serves the same purpose as (a);
- c. Recirculating sludge gas under pressure through the tank liquors and scum;
- d. Mechanically destroying the scum by employing rotating arms or a propeller in a draft tube;
- e. A large depth-area ratio; or
- f. A concentrated sludge feed to the digester.

Items (e) and (f) would release large volumes of gas per unit area, keep the scum in motion and mix the solids in the digester.

11.7.1.9 Forme du plancher

Pour faciliter l'évacuation, le nettoyage et l'entretien, il importe de rechercher les caractéristiques mentionnées ci-après.

Le fond du réservoir devrait être incliné de manière à faciliter l'évacuation vers la canalisation de soutirage. Dans le cas des réservoirs dotés de mécanismes de soutirage des boues, une pente d'au moins 1:12 (vertical-horizontal) est recommandée. Lorsque les boues doivent être évacuées par gravité uniquement, une pente de 3:12 est recommandée.

11.7.1.10 Profondeur et hauteur libre

Dans le cas des appareils devant servir au développement du surnageant, la profondeur devrait être suffisante pour permettre la formation d'une couche raisonnable de liqueur surnageante. Une profondeur d'eau d'au moins 6 m est recommandée. La plage acceptable de profondeurs varie de 6 à 14 m.

La hauteur libre doit tenir compte du type de couvercle et de la pression maximale des gaz. Pour les couvercles flottants, le niveau d'eau utile normal soumis à la pression des gaz est d'environ 0,8 m sous le sommet de la paroi, ce qui offre une hauteur libre de 0,5 à 0,6 m entre le liquide et le sommet de la paroi de la cuve. Dans le cas des couvercles fixes formés d'une dalle plate, on prévoit souvent une hauteur libre de 0,3 à 0,6 m au-dessus du niveau utile de liquide. Dans le cas des couvercles fixes coniques ou bombés, la hauteur libre entre le niveau utile de liquide et le sommet de la paroi intérieure de la cuve peut être ramenée à moins de 0,3 m.

11.7.1.11 Contrôle du chapeau d'écume

On peut contrôler l'accumulation de chapeau d'écume en incorporant ce qui suit dans la conception de l'équipement.

- a. Utiliser un couvercle flottant, qui maintient le chapeau d'écume immergé et donc humide et plus facile à briser.
- b. Rejeter les boues recyclées sur le chapeau d'écume, ce qui permet d'obtenir les mêmes résultats qu'en a).
- c. Recirculer les gaz sous pression des boues dans la liqueur du réservoir et le chapeau d'écume.
- d. Détruire mécaniquement le chapeau d'écume en utilisant des bras rotatifs ou en installant une hélice dans une cheminée d'aspiration.
- e. Maintenir un rapport profondeur-surface élevé.
- f. Alimenter le digesteur en boues concentrées.

Les recommandations e) et f) devraient produire des volumes importants de gaz par unité de surface, ce qui garde le chapeau d'écume en mouvement et assure le mélange des solides dans le digesteur.

11.7.1.12 Grit and Sand Control

The digesters should be designed to minimize sedimentation of the particles and facilitate removal if settling takes place. These objectives can be achieved if tank contents are kept moving at 0.23 to 0.3 m/s and the floor slopes are about 1:4.

11.7.1.13 Alkalinity and pH Control

The effective pH range for methane producers is approximately 6.5 to 7.5 with an optimum range of 6.8 to 7.2. Maintenance of this optimum range is important to ensure good gas production and to eliminate digester upsets.

The stability of the digestion process depends on the buffering capacity of the digester contents; the ability of the digester contents to resist pH changes. The alkalinity is a measure of the buffer capacity of a freshwater system. Higher alkalinity values indicate a greater capacity for resisting pH changes. The alkalinity should be measured as bicarbonate alkalinity. Values for alkalinity in anaerobic digesters range from 1500 to 5000 mg/l as CaCO_3 . The volatile acids produced by the acid producers tend to depress pH. Volatile acid concentrations under stable conditions range from 100 to 500 mg/l. Therefore, a constant ratio below 0.25 of volatile acids to alkalinity should be maintained so that the buffering capacity of the system can be maintained.

Sodium bicarbonate, lime, sodium carbonate, and ammonium hydroxide application are recommended for increasing alkalinity of digester contents.

11.7.1.14 Mixing

Thorough mixing via digester gas (compressor power requirement 5 to 8 W/m^3) or mechanical means (6.6 W/m^3) in the primary stage will be necessary in all cases when digesters are proposed. This mixing should assure the homogeneity of the digester contents, and prevent stratification.

Gas mixing methods are preferred. Gas mixing may be accomplished in any one of the following manners:

- a. Short mixing tubes;
- b. One or more deep-draft tubes;
- c. Diffusers at the digester floor; or
- d. Gas discharge below scum level.

11.7.1.12 Contrôle des grosses particules et du sable

Les digesteurs devraient être conçus de manière à réduire la sédimentation des particules et à en faciliter l'enlèvement, le cas échéant. On peut atteindre ces objectifs si le contenu de la cuve demeure en mouvement, à une vitesse de 0,23 à 0,3 m/s, et si les pentes du plancher sont maintenues à environ 1:4.

11.7.1.13 Contrôle de l'alcalinité et du pH

La plage effective de pH pour les agents méthanogènes est de 6,5 à 7,5 environ, la plage optimale variant entre 6,8 et 7,2. Le maintien de cette plage optimale est important pour assurer une bonne production de gaz et éliminer les perturbations du digesteur.

La stabilité du processus de digestion dépend du pouvoir tampon du contenu du digesteur, soit la capacité du digesteur à résister aux variations de pH. L'alcalinité est une mesure du pouvoir tampon d'un système d'eau douce. Des valeurs élevées d'alcalinité indiquent une meilleure capacité à résister aux variations de pH. L'alcalinité devrait être mesurée sous forme d'alcalinité bicarbonatée. Dans les digesteurs anaérobies, les valeurs d'alcalinité varient de 1500 à 5000 milligrammes de CaCO_3 par litre. Les acides volatils produits par les agents acidogènes tendent à abaisser le pH. Dans des conditions stables, les concentrations d'acides volatils varient de 100 à 500 mg/l. C'est pourquoi il faudrait maintenir un rapport constant acides volatils-alcalinité inférieur à 0,25 afin de conserver le pouvoir tampon du système.

Il est recommandé d'ajouter du bicarbonate de sodium, de la chaux, du carbonate de sodium et de l'hydroxyde d'ammonium pour augmenter l'alcalinité du contenu du digesteur.

11.7.1.14 Mélange

Il sera nécessaire de réaliser un bon mélange dans le premier étage à l'aide des biogaz (demande énergétique du compresseur de 5 à 8 W/m^3) ou par des moyens mécaniques (6,6 W/m^3) pour tous les digesteurs proposés. Ce mélange devrait assurer l'homogénéité du contenu du digesteur et prévenir la stratification.

Les méthodes de mélange qui font intervenir les biogaz sont privilégiées. Ce mélange peut être réalisé de l'une ou l'autre des manières suivantes :

- a. tubes de mélange courts;
- b. un ou plusieurs tuyaux d'amenée en profondeur;
- c. diffuseurs sur le plancher du digesteur;
- d. rejet de gaz sous le niveau du chapeau d'écume.

11.7.1.15 Sludge Inlets, Outlets, Recirculation, and High Level Overflow

11.7.1.15.1 Multiple Inlets and Draw-Offs

Multiple sludge inlets and draw-offs and, where used, multiple recirculation suction and discharge points to facilitate flexible operation and effective mixing of the digester contents, should be provided unless adequate mixing facilities are provided within the digester.

11.7.1.15.2 Inlet Configurations

One inlet should discharge above the liquid level and be located at approximately the center of the tank to assist in scum breakup. The second inlet should be opposite to the suction line at approximately the 0.7 diameter point across the digester.

11.7.1.15.3 Inlet Discharge Location

Raw sludge inlet discharge points should be so located as to minimize short circuiting to the digester sludge or supernatant draw-offs.

11.7.1.15.4 Sludge Withdrawal

Sludge withdrawal to disposal should be from the bottom of the tank. The bottom withdrawal pipe should be interconnected with the necessary valving to the recirculation piping, to increase operational flexibility in mixing the tank contents.

11.7.1.15.5 Emergency Overflow

An unvalved vented overflow should be provided to prevent damage to the digestion tank and cover in case of accidental overfilling. This emergency overflow should be piped to an appropriate point and at an appropriate rate in the treatment process or sidestream treatment facilities to minimize the impact on process units.

11.7.1.16 Primary Tank Capacity

The primary digestion tank capacity should be determined by rational calculations based upon such factors as volume of sludge added, its percent solids and character, the temperature to be maintained in the digesters, the degree or extent of mixing to be obtained and the degree of volatile solids reduction required. Calculations should be submitted to justify the basis of design.

When such calculations are not based on the above factors, the minimum primary digestion tank capacity outlined in Sections 11.5.5.9.1 and 11.5.5.9.2 will be required. Such requirements assume that a raw sludge is derived from ordinary domestic wastewater, that a digestion temperature is to be maintained in the range of 32°C to 39 °C, that 40 to 50 percent volatile matter will be maintained in the digested sludge and

11.7.1.15 Admission et évacuation des boues, recirculation et trop-plein de haut niveau

11.7.1.15.1 Orifices d'admission et d'évacuation multiples

Il convient de prévoir plusieurs orifices d'admission et d'évacuation des boues et, le cas échéant, plusieurs points d'aspiration et de refoulement des boues recyclées pour assurer une bonne souplesse de fonctionnement et un mélange efficace du contenu du digesteur, à moins que des installations de mélange adéquates ne soient prévues à l'intérieur du digesteur.

11.7.1.15.2 Configuration des orifices d'admission

Un orifice d'admission devrait être situé au-dessus du niveau de liquide, à peu près au centre de la cuve pour faciliter le bris du chapeau d'écume. Le deuxième devrait faire face à la canalisation d'aspiration, à peu près au point diamétral 0,7 en travers du digesteur.

11.7.1.15.3 Points de décharge des canalisations d'admission

Les points de décharge des boues fraîches devraient être situés en des endroits qui réduiront le court-circuitage des canalisations d'évacuation des boues ou du surnageant du digesteur.

11.7.1.15.4 Évacuation des boues

Les boues à éliminer devraient être évacuées à partir du fond de la cuve. Cette canalisation d'évacuation devrait être interconnectée, avec les vannes appropriées, aux canalisations de recirculation de manière à améliorer les opérations nécessaires au mélange du contenu de la cuve.

11.7.1.15.5 Trop-plein d'urgence

Il importe de prévoir un trop-plein sans vanne mais avec mise à l'air libre pour prévenir les dommages au digesteur et son couvercle en cas de remplissage excessif accidentel. Ce trop-plein d'urgence devrait être relié au procédé de traitement ou aux installations de traitement des flux secondaires, à un débit approprié, de manière à réduire l'effet de la charge additionnelle sur les procédés.

11.7.1.16 Capacité du digesteur primaire

La capacité du digesteur primaire devrait être déterminée à partir de calculs rationnels fondés sur divers facteurs, notamment le volume, la teneur en solides et la nature des boues ajoutées, la température à maintenir dans les digesteurs, le niveau de mélange à atteindre et le degré de réduction des solides volatils exigé. Les calculs devraient être soumis à l'appui de la base de calcul.

Lorsque ces calculs ne sont pas fondés sur les facteurs mentionnés ci-dessus, il faut utiliser la capacité minimale indiquée aux sections 11.5.5.9.1 et 11.5.5.9.2. Dans ces exigences, on suppose que les boues fraîches proviennent d'eaux usées domestiques ordinaires, qu'une température de digestion de 32 à 39°C sera maintenue, que 40 à 50 % des matières volatiles seront maintenues dans les boues digérées et que les boues digérées seront fréquemment

that the digested sludge will be removed frequently from the system.

11.7.1.16.1 High Rate Digester

The primary high rate digester should provide for intimate and effective mixing to prevent stratification and to assure homogeneity of digester content. The system may be loaded at a rate up to 1.6 kg of volatile solids per cubic metre of volume per day in the active digestion unit. When grit removal facilities are not provided, the reduction of digester volume due to grit accumulation should be considered.

11.7.1.16.2 Low Rate Digester

For low rate digesters where mixing is accomplished only by circulating sludge through an external heat exchanger, the system may be loaded up to 0.64 kg of volatile solids per cubic metre of volume per day in the active digestion unit. This loading may be modified upward or downward depending upon the degree of mixing provided.

11.7.1.17 Secondary Digester Sizing

The secondary digester should be sized to permit solids settling for decanting and solids thickening operations, and in conjunction with possible off-site facilities, to provide the necessary digested sludge storage. The necessary total storage time will depend upon the means of ultimate sludge disposal, with the greatest time required with soil conditioning operations (winter storage), and with less storage required with landfilling or incineration ultimate disposal methods. Offsite storage in sludge lagoons, sludge storage tanks, or other facilities may be used to supplement the storage capacity of the secondary digester. If high-rate primary digesters are used and efficient dewatering within the secondary digester is required, the secondary digester must be conservatively sized to allow adequate solids separation (secondary to primary sizing ratios of 2:1 to 4:1 are recommended).

11.7.1.18 Digester Covers

To provide gas storage volume and to maintain uniform gas pressures, a separate gas storage sphere should be provided, or at least one digester cover should be of the gas-holder floating type. If only one floating cover is provided, it should be on the secondary digester. Insulated pressure and vacuum relief valves and flame traps should be provided. Access manholes and at least two 200 mm sampling wells should also be provided on the digester covers.

Steel is the most commonly used material for digester covers. However, other properly designed and constructed materials can also be successfully employed, such as concrete and fibreglass.

retirées du système.

11.7.1.16.1 Digesteur à forte charge

Le digesteur primaire à forte charge devrait assurer un mélange intime et efficace pour prévenir la stratification et garantir l'homogénéité du contenu du digesteur. Le système peut être chargé à raison de 1,6 kilogramme de solides volatils par mètre cube par jour dans l'unité active de digestion. En l'absence d'installations de dessablage, il faudrait tenir compte de la réduction de volume du digesteur causée par l'accumulation de sable.

11.7.1.16.2 Digesteur à faible charge

Dans le cas des digesteurs à faible charge, où le mélange est réalisé uniquement par la circulation de boues dans un échangeur de chaleur externe, le système peut être chargé à raison de 0,64 kilogramme de solides volatils par mètre cube par jour dans l'unité active de digestion. Ce taux de charge peut être augmenté ou diminué, selon le degré de mélange atteint.

11.7.1.17 Dimensionnement des digesteurs secondaires

Il convient de dimensionner les digesteurs secondaires de manière à permettre la sédimentation des solides aux fins des opérations de décantation et d'épaississement et, conjointement avec des installations hors site, le cas échéant, à assurer le stockage des boues digérées. Le temps de stockage total dépendra des méthodes d'élimination finale des boues, des temps plus longs étant nécessaires pour les opérations d'amendement des sols (stockage hivernal) et des temps plus courts étant suffisants lorsque les boues doivent être enfouies ou incinérées. On peut stocker les boues hors site dans des bassins de décantation, des bassins de stockage ou d'autres installations pour suppléer à la capacité de stockage du digesteur secondaire. Si des digesteurs primaires à forte charge sont utilisés et qu'une déshydratation efficace doit être effectuée dans le digesteur secondaire, le digesteur secondaire doit être suffisamment grand pour permettre une bonne séparation des solides (il est recommandé d'utiliser un rapport digesteur secondaire-digesteur primaire de 2:1 à 4:1).

11.7.1.18 Couvertures de digesteur

Pour fournir un volume suffisant de stockage des gaz et maintenir des pressions de gaz uniformes, il convient de prévoir une sphère de stockage des gaz distincte, ou alors au moins un couvercle de digesteur devrait être un gazomètre flottant. Si un seul couvercle flottant est prévu, celui-ci devrait être installé sur le digesteur secondaire. Des soupapes de détente isolées, des reniflards et des pare-flammes devraient être prévus. Des regards de visite et au moins deux puits d'échantillonnage de 200 mm devraient également être prévus sur les couvercles de digesteur.

L'acier est le matériau le plus couramment utilisé pour les couvercles de digesteur. Cependant, d'autres matériaux peuvent être utilisés, notamment le béton et la fibre de verre.

11.7.1.19 Sludge Piping

Maximum flexibility should be provided in terms of sludge transfer from primary and secondary treatment units to the digesters, between the primary and secondary digesters, and from the digesters to subsequent sludge handling operations. The minimum diameter of sludge pipes should be 200 mm for gravity withdrawal and 150 mm for pump suction and discharge lines. Provision should be made for flushing and cleaning sludge piping. Sampling points should be provided on all sludge lines. Main sludge transfer lines should be from the bottom of the primary digester to the mid-point of the secondary digester. Additional transfer lines should be from intermediate points in the primary digester (these can be dual-purpose supernatant and sludge lines).

11.7.1.20 Overflows

Each digester should be equipped with an emergency overflow system.

11.7.1.21 Gas Collection, Piping and Appurtenances

11.7.1.22 General

All portions of the gas system including the space above the tank liquor, storage facilities and piping should be so designed that under all normal operating conditions, including sludge withdrawal, the gas will be maintained under positive pressure. All enclosed areas where any gas leakage might occur should be adequately ventilated. All gas collection equipment, piping and appurtenances should comply with the Canadian Gas Association Standard B105-M93.

11.7.1.23 Safety Equipment

All necessary safety facilities should be included where gas is produced. Pressure and vacuum relief valves and flame traps together with automatic safety shut-off valves, are essential. Water seal equipment should not be installed. Gas safety equipment and gas compressors should be housed in a separate room with an exterior entrance.

Provision should also be made for automatically purging the combustion chamber of the heating unit thoroughly with air after a shut-down or pilot light failure, and before it can be ignited. This will provide certainty that no explosive mixture exists within the unit.

11.7.1.19 Canalisations à boues

Il faudrait assurer une souplesse maximale pour le transfert des boues des unités de traitement primaires et secondaires aux digesteurs, entre les digesteurs primaires et secondaires et des digesteurs aux procédés de traitement subséquents. Le diamètre minimal des canalisations à boues devrait être de 200 mm, dans le cas des canalisations d'évacuation par gravité, et de 150 mm, dans le cas des canalisations d'aspiration et de refoulement de pompe. Ces canalisations devraient pouvoir être rincées et nettoyées. Il faudrait prévoir des points d'échantillonnage sur toutes les conduites à boues. Les conduites de transfert principales devraient partir du fond du digesteur primaire et aboutir à mi-hauteur du digesteur secondaire. Des conduites de transfert supplémentaires devraient partir de points intermédiaires à l'intérieur du digesteur primaire (ces conduites peuvent servir à la fois pour le surnageant et les boues).

11.7.1.20 Trop-plein

Chaque digesteur devrait être doté d'un système de trop-plein d'urgence.

11.7.1.21 Collecteurs de gaz, tuyauterie et dispositifs annexes

11.7.1.22 Généralités

Toutes les parties du système de gaz, y compris l'espace situé au-dessus de la liqueur de la cuve, les installations de stockage et la tuyauterie, devraient être conçues de manière que, dans toutes les conditions normales de service, y compris pendant l'évacuation des boues, les gaz soient maintenus à une pression positive. Tous les espaces clos où des gaz pourraient pénétrer devraient être bien ventilés. Tous les dispositifs collecteurs de gaz ainsi que la tuyauterie et les dispositifs annexes devraient être conformes à la norme B105-M93 de l'Association canadienne du gaz.

11.7.1.23 Équipement de sécurité

Toutes les installations de sécurité nécessaires devraient être prévues aux endroits où des gaz sont produits. Il est essentiel de prévoir des soupapes de détente, des reniflards et des pare-flammes ainsi que des vannes de sûreté à fermeture automatique. On ne devrait pas installer d'équipement à joints hydrauliques. L'équipement de protection contre les gaz et les compresseurs de gaz devraient être logés dans un local distinct comportant une entrée donnant sur l'extérieur.

Il importe également de prendre des mesures pour purger automatiquement à l'air la chambre de combustion de l'appareil de chauffage après une fermeture ou une défaillance de la veilleuse et avant l'allumage. On s'assure ainsi que l'appareil ne contient pas de mélange explosif.

11.7.1.24 Gas Piping and Condensate

The main gas collector line from the digestion tanks should be at least 64 mm in diameter with the gas intake being well above the digester scum level, generally at least 1.2 m above the maximum liquid level in the tank. If gas mixing is used, the gas withdrawal pipe must be of sufficient size to limit the pressure drop in terms of the total gas flow from the digester. Such flow includes not only the daily gas production, but also the daily gas recycling flow. The recycling gas flow information should be combined with the estimate peak daily gas flow data to determine the proper piping size.

Gas pipe slopes of 20 mm/m are desirable with a minimum slope of 10 mm/m for drainage. The maximum velocity in sludge-gas piping should be limited to not more than 3.4 or 3.7 m/s.

Gas piping should slope to condensation traps at low points. The use of float controlled condensate traps is not permitted.

Adequate pipe support is essential to prevent breaking, and special care should be given where pipes are located underground.

Gas piping and pressure relief valves must include adequate flame traps. They should be installed as close as possible to the device serving as a source of ignition.

11.7.1.25 Gas Utilization Equipment

Gas burning boilers, engines, etc., should be located at ground level and in well ventilated rooms, not connected to the digester gallery. Gas lines to these units should be provided with suitable flame traps.

11.7.1.26 Electrical Systems

Electrical fixtures and controls, in places enclosing anaerobic digestion appurtenances, where hazardous gases are normally contained in the tanks and piping, should comply with the Canadian Electrical Code, Part 1 and the applicable provincial power standards. Digester galleries should be isolated from normal operating areas.

11.7.1.27 Waste Gas

Waste gas burners should be readily accessible and should be located at least 15 m away from any plant structure if placed at ground level, or may be located on the roof of the control building if sufficiently removed from the tank. In remote locations it may be permissible to discharge the gas to the atmosphere

11.7.1.24 Tuyauterie de gaz et condensat

La canalisation principale collectrice des biogaz devrait avoir au moins 64 mm de diamètre, et l'admission devrait être située bien au-dessus du niveau du chapeau d'écume du digesteur, généralement à au moins 1,2 m au-dessus du niveau maximal de liquide de la cuve. Si le mélange est réalisé au moyen de gaz, la canalisation d'évacuation des gaz doit avoir des dimensions suffisantes pour limiter la baisse de pression pour ce qui est du débit total des biogaz. Ce débit comprend non seulement la production quotidienne de gaz mais aussi le débit quotidien de gaz recyclés. Il convient de combiner l'information sur le débit de gaz recyclés aux données sur le débit quotidien de pointe estimatif de gaz pour déterminer les dimensions de la conduite.

Une pente 20 mm/m est souhaitable pour les canalisations de gaz, une pente minimale de 10 mm/m étant recommandée pour faciliter l'évacuation. La vitesse maximale à l'intérieur des canalisations de gaz d'épuration ne devrait pas dépasser 3,4 ou 3,7 m/s.

Les canalisations de gaz devraient être inclinées vers les pièges à condensation situés aux points bas. Il n'est pas permis d'utiliser des purgeurs de condensats à flotteur.

Il faut supporter correctement les canalisations pour en prévenir le bris, et accorder une attention particulière à celles qui sont situées sous le niveau du sol.

Les canalisations de gaz et les soupapes de détente doivent être munies de pare-flammes appropriés. Ceux-ci devraient être installés le plus près possible du dispositif qui dessert de source d'inflammation.

11.7.1.25 Équipement au gaz

Les chaudières, les moteurs et les autres appareils au gaz devraient être situés au rez-de-chaussée, dans des locaux bien aérés et ne communiquant pas avec la salle des digesteurs. Les canalisations de gaz qui alimentent ces appareils devraient comporter des pare-flammes appropriés.

11.7.1.26 Systèmes électriques

Les appareils et les commandes électriques situées dans des endroits qui abritent des dispositifs annexes de digestion anaérobie, où des gaz dangereux sont ordinairement contenus dans les réservoirs et la tuyauterie, devraient être conformes à la Partie 1 du Code canadien de l'électricité et aux normes d'électricité provinciales applicables. Les salles des digesteurs devraient être isolées des zones de d'exploitation normale.

11.7.1.27 Gaz résiduels

Des torchères devraient être facilement accessibles et situées à au moins 15 m de toute structure de l'usine si elles se trouvent au rez-de-chaussée ou alors, elles peuvent être installées sur le toit du bâtiment de commande si celui-ci se trouve à une distance suffisante de la cuve. Dans les zones éloignées, il peut être permis de rejeter les gaz dans

through a return-bend screened vent terminating at least 3 m above the walking surface, provided the assembly incorporates a flame trap. Waste gas burners should be of sufficient height and so located to prevent injury to personnel due to wind or downdraft conditions.

All waste gas burners should be equipped with automatic ignition, such as a pilot light or a device using a photoelectric cell sensor. Consideration should be given to the use of natural or propane gas to insure reliability of the pilot light.

Provision for condensate removal, pressure control, and flame protection ahead of waste burners is always required.

11.7.1.28 Ventilation

Any underground enclosures connecting with digestion tanks or containing sludge or gas piping or equipment should be provided with forced ventilation in accordance with Section 3.2.7. Tightly fitting self-closing doors should be provided at connecting passageways and tunnels to minimize the spread of gas.

11.7.1.29 Meter

A gas meter with bypass should be provided, to meter total gas production for each active digestion unit. Total gas production for two-stage digestion systems operated in series may be measured by a single gas meter with proper interconnected gas piping.

Where multiple primary digestion units are utilized with a single secondary digestion unit, a gas meter should be provided for each primary digestion unit. The secondary digestion unit may be interconnected with the gas measurement unit of one of the primary units. Interconnected gas piping should be properly valved with gas tight gate valves to allow measurement of gas production from either digestion unit or maintenance of either digestion unit.

Gas meters may be of the orifice plate, turbine or vortex type. Positive displacement meters should not be utilized. The meter must be specifically designed for contact with corrosive and dirty gases.

11.7.1.30 Digestion Tank Heating

11.7.1.31 Heating Capacity

11.7.1.31.1 Capacity

Sufficient heating capacity should be provided to consistently maintain the design sludge temperature

l'atmosphère par un évent grillagé à coude en U débouchant à au moins 3 m au-dessus de la surface de circulation, à condition que l'ensemble comporte un pare-flammes. Les torchères devraient avoir une hauteur suffisante et être situées en un endroit où elles ne risquent pas de causer des blessures au personnel sous l'effet du vent ou de courants d'air descendants.

Toutes les torchères devraient être dotées d'un dispositif d'allumage automatique, comme une veilleuse ou un dispositif utilisant un détecteur à cellule photoélectrique. Il y a lieu d'envisager l'utilisation de gaz naturel ou de gaz propane pour assurer la fiabilité de la veilleuse.

Il importe d'évacuer le condensat, de contrôler la pression et de protéger la flamme en amont des torchères, et ce, en tout temps.

11.7.1.28 Ventilation

Il convient de prévoir, pour toutes les enceintes souterraines qui communiquent avec les digesteurs ou des canalisations ou des appareils contenant des boues ou des gaz, une ventilation forcée conforme à la section 3.2.7. Il convient également de prévoir des portes à fermeture automatique sans jeu dans les couloirs de communication et les tunnels pour prévenir la dispersion des gaz.

11.7.1.29 Compteurs

Un compteur de gaz avec dérivation devrait être prévu pour mesurer la production totale de gaz pour chaque unité active de digestion. La production totale de gaz pour un système de digestion à deux étages fonctionnant en série peut être mesurée au moyen d'un seul compteur de gaz auquel doivent être reliées les canalisations de gaz de façon appropriée.

Lorsque plusieurs unités de digestion primaire sont utilisées avec une seule unité de digestion secondaire, un compteur de gaz devrait être prévu pour chaque unité de digestion primaire. L'unité de digestion secondaire peut être reliée au compteur de gaz de l'une des unités de digestion primaire. Les canalisations de gaz connexes devraient comporter un nombre approprié de vannes étanches au gaz pour permettre la mesure de la production de gaz à partir de l'une ou l'autre des unités de digestion ou l'entretien d'une des unités.

Les compteurs de gaz peuvent être des compteurs à diaphragme, à turbine ou à tourbillon. On ne devrait pas utiliser de compteurs volumétriques. Le compteur devrait être expressément conçu pour résister aux gaz corrosifs et impurs.

11.7.1.30 Chauffage des digesteurs

11.7.1.31 Capacité de chauffage

11.7.1.31.1 Capacité

Il convient de prévoir une capacité de chauffage suffisante pour maintenir les boues à la température de

considering insulation provisions and ambient cold weather conditions. Where digestion tank gas is used for other purposes, an auxiliary fuel may be required.

11.7.1.32 Insulation

Wherever possible, digestion tanks should be constructed above ground-water level and should be suitably insulated to minimize heat loss.

11.7.1.33 Heating Facilities

Sludge may be heated by circulating the sludge through external heaters or by heating units located inside the digestion tank. The external heat exchanger systems are preferred.

11.7.1.33.1 External Heating

Piping should be designed to provide for the preheating of feed sludge before introduction to the digesters. Provisions should be made in the lay-out of the piping and valving to facilitate heat exchanger tube removal and cleaning of these lines. Heat exchanger sludge piping should be sized for peak heat transfer requirements. Heat exchangers should have a heating capacity of 130 percent of the calculated peak heating requirement to account for the occurrence of sludge tube fouling.

11.7.1.33.2 Other Heating Methods

- a. The use of hot water heating coils affixed to the walls of the digester, or other types of internal heating equipment that require emptying the digester contents for repair, are not acceptable.
- b. Other systems and devices have been developed recently to provide both mixing and heating of anaerobic digester contents. These systems will be reviewed on their own merits. Operating data detailing their reliability, operation, and maintenance characteristics will be required.

11.7.1.34 Hot Water Internal Heating Controls

11.7.1.34.1 Mixing Valves

A suitable automatic mixing valve should be provided to temper the boiler water with return water so that the inlet water to the removable heat jacket or coils in the digester can be held below a temperature at which caking will be accentuated. Manual control should also be provided by suitable by-pass valves.

conception compte tenu du calorifuge et des températures froides. Lorsque les biogaz sont utilisés à d'autres fins, il peut être nécessaire de recourir à un combustible d'appoint.

11.7.1.32 Isolation

Dans la mesure du possible, les digesteurs devraient être construits au-dessus du niveau des eaux souterraines et être convenablement isolés aux fins de réduction des pertes de chaleur.

11.7.1.33 Installations de chauffage

On peut chauffer les boues en les faisant circuler dans des générateurs de chaleur externes ou au moyen d'appareils de chauffage situés à l'intérieur du digesteur. Les systèmes d'échangeurs de chaleur externes sont privilégiés.

11.7.1.33.1 Chauffage externe

Les canalisations devraient être conçues de manière à préchauffer les boues d'alimentation avant leur introduction dans les digesteurs. Il faudrait prévoir, dans le tracé de la tuyauterie, des mesures pour faciliter la dépose du serpentín de l'échangeur de chaleur et le nettoyage de ce dernier. La tuyauterie à boues de l'échangeur de chaleur devrait être dimensionnée en fonction des besoins de pointe de transfert de chaleur. Les échangeurs de chaleur devraient avoir une capacité de chauffage équivalant à 130 % des besoins de pointe de chauffage calculés pour tenir compte des risques d'encrassement de la tuyauterie à boues.

11.7.1.33.2 Autres méthodes de chauffage

- a. L'utilisation de serpentins de chauffage à l'eau chaude fixés aux parois du digesteur ou d'autres types d'appareils de chauffage interne dont la réparation exige que l'on vide le digesteur n'est pas acceptable.
- b. D'autres systèmes et dispositifs récemment mis au point permettent de réaliser à la fois le mélange et le chauffage du contenu des digesteurs anaérobies. Ces systèmes seront évalués au cas par cas. Il faudra utiliser des données d'exploitation fournissant des indications sur leur fiabilité et leurs caractéristiques de fonctionnement et d'entretien.

11.7.1.34 Commandes de chauffage interne à l'eau chaude

11.7.1.34.1 Vannes de mélange

Une vanne de mélange automatique appropriée devrait être prévue pour tempérer l'eau de chaudière avec l'eau de retour de manière que l'eau qui pénètre dans la chemise chauffante amovible ou les serpentins du digesteur puisse être maintenue à une température inférieure à la température qui accentuera la formation d'un gâteau de boue. Des vannes de dérivation devraient également permettre une régulation manuelle.

11.7.1.34.2 Boiler Controls

The boiler should be provided with suitable automatic controls to maintain the boiler temperature at approximately 80°C to minimize corrosion and to shut off the main gas supply in the event of pilot burner or electrical failure, low boiler water level, excessive temperature, or low gas pressure.

11.7.1.34.3 Boiler Water Pumps

Boiler water pumps should be sealed and sized to meet the operating conditions of temperature, operating head, and flow rate. Duplicate units should be provided.

11.7.1.34.4 Thermometers

Thermometers should be provided to show inlet and outlet temperatures of sludge, hot water feed, hot water return and boiler water.

11.7.1.34.5 Water Supply

The chemical quality should be checked for suitability for this use.

11.7.1.35 External Heater Operating Controls

All controls necessary to insure effective and safe operation are required. Provision for duplicate units in critical elements should be considered.

11.7.1.36 Supernatant Withdrawal

11.7.1.37 Piping Size

Supernatant piping should not be less than 150 mm in diameter. Precaution must be taken to avoid loss of digester gas through supernatant piping.

11.7.1.38 Withdrawal Arrangement

11.7.1.38.1 Withdrawal Levels

Piping should be arranged so that withdrawal can be made from three or more levels in the tank. A positive unvalved vented overflow should be provided.

Both primary and secondary digesters should be equipped with supernating lines, so that during emergencies the primary digester can be operated as a single stage process.

11.7.1.39.2 Supernatant Selector

A fixed screen supernatant selector or similar type device should be limited for use in an unmixed secondary digestion unit.

11.7.1.34.2 Commandes de chaudière

La chaudière devrait être dotée de commandes automatiques appropriées permettant d'y maintenir la température à environ 80°C, de manière à réduire la corrosion, et de couper l'alimentation principale en gaz en cas de défaillance de la veilleuse ou de panne de courant, si le niveau d'eau de la chaudière est trop bas, si la température est trop élevée ou si la pression de gaz est trop faible.

11.7.1.34.3 Pompes à eau de la chaudière

Les pompes à eau de la chaudière devraient être étanches et dimensionnées en fonction des températures, des hauteurs de charge et des débits de service. Des pompes jumelées devraient être prévues.

11.7.1.34.4 Thermomètres

Des thermomètres devraient indiquer les températures d'entrée et de sortie des boues, de l'eau chaude d'alimentation, de l'eau chaude de retour et de l'eau de chaudière.

11.7.1.34.5 Alimentation en eau

Il importe de s'assurer que la qualité chimique de l'eau convient à l'usage prévu.

11.7.1.35 Commandes de chauffage externe

Il faut prévoir toutes les commandes nécessaires au fonctionnement efficace et sécuritaire du système de chauffage. Le jumelage devrait être envisagé pour les éléments critiques.

11.7.1.36 Extraction du surnageant

11.7.1.37 Diamètre de la tuyauterie

Le diamètre des canalisations de surnageant ne devrait pas être inférieur à 150 mm de diamètre. Il faut prévenir les pertes de biogaz par la tuyauterie de surnageant.

11.7.1.39 Disposition des canalisations d'extraction

11.7.1.39.1 Niveaux d'extraction

Les canalisations devraient être disposées de manière que l'extraction puisse être réalisée à partir de trois niveaux ou plus à l'intérieur de la cuve. Il faudrait prévoir un trop-plein positif sans vanne et avec mise à l'air libre.

Les digesteurs primaires et secondaires devraient être dotés de canalisations de surnageant de sorte qu'en cas d'urgence, le digesteur primaire puisse être exploité comme un procédé à un seul étage.

11.7.1.39.2 Séparateur de surnageant

L'utilisation d'un séparateur de surnageant à grille égoutteuse ou d'un dispositif semblable devrait être limitée aux unités de digestion secondaire non mélangées.

If a supernatant selector is provided, provisions should be made for at least one other draw-off level located in the supernatant zone of the tank, in addition to the unvalved emergency supernatant draw-off pipe. High pressure back-wash facilities should be provided.

11.7.1.39.3 Withdrawal Selection

On fixed cover tanks the supernatant withdrawal level should preferably be selected by means of interchangeable extensions at the discharge end of the piping.

11.7.1.40 Sampling

Provision should be made for sampling at each supernatant draw-off level. Sampling pipes should be at least 40 mm in diameter and should terminate at a suitably-sized sampling sink or basin.

11.7.1.40 Alternate Supernatant Disposal

An alternate disposal method for the supernatant liquor such as a lagoon, an additional sand bed or hauling from the plant site should be provided for use in case supernatant is not suitable or other conditions make it advisable not to return it to the plant. Consideration should be given to supernatant conditioning where appropriate in relation to its effect on plant performance and effluent quality.

11.7.1.41 Sludge Sampling Requirements

An adequate number of sampling pipes at proper locations should enable the operator to assess the quality of the contents and to know how much sludge is in the digesters. The following requirements should govern the design:

- a. To avoid clogging, sludge sampling pipes should be at least 75 mm in diameter;
- b. Provision should be made for the connection of a water source of adequate pressure to these pipes for back flushing when the need arises; and
- c. There should be at least three sampling pipes each separately valved for the primary digesters and four for the secondary digesters.

Si un séparateur de surnageant est utilisé, il convient de prévoir au moins un autre niveau de soutirage dans la zone de la cuve occupée par le surnageant, en plus de la canalisation de soutirage d'urgence de surnageant, sans vanne. Des installations de lavage à contre-courant haute pression devraient être prévues.

11.7.1.39.3 Sélection du niveau d'extraction

Pour les cuves à couvercle fixe, on devrait, de préférence, pouvoir sélectionner le niveau d'extraction du surnageant au moyen de rallonges interchangeables fixées à l'extrémité refoulement des canalisations.

11.7.1.39 Échantillonnage

Il faudrait prévoir des dispositifs d'échantillonnage à chaque niveau d'extraction du surnageant. Les canalisations d'échantillonnage devraient avoir au moins 40 mm de diamètre et aboutir à un puits ou à un bassin d'échantillonnage de dimensions appropriées.

11.7.1.40 Autres méthodes d'élimination du surnageant

Il convient de prévoir une autre méthode d'élimination du surnageant, comme une lagune, un lit de sable supplémentaire ou un transport hors site si le surnageant n'est pas satisfaisant ou si d'autres conditions interdisent le recyclage à l'usine même. On devrait envisager le conditionnement du surnageant lorsque cette mesure permet d'améliorer ses effets sur la performance de l'usine et la qualité de l'effluent.

11.7.1.41 Exigences d'échantillonnage des boues

Un nombre suffisant de canalisations d'échantillonnage situées en des endroits appropriés devrait permettre à l'opérateur d'évaluer la qualité du contenu et de déterminer la quantité de boues dans les digesteurs. La conception devrait être régie par les exigences suivantes :

- a. pour prévenir le colmatage, les canalisations d'échantillonnage des boues devraient avoir au moins 75 mm de diamètre;
- b. ces canalisations devraient être raccordées à une source d'alimentation en eau d'une pression appropriée destinée à permettre le rinçage à contre-courant des canalisations, au besoin;
- c. au moins trois canalisations d'échantillonnage à vannes distinctes, devraient être prévues pour les digesteurs primaires, et quatre, pour les digesteurs secondaires.

11.7.2 Aerobic Sludge Digestion

Aerobic digestion is accomplished in single or multiple tanks, designed to provide effective air mixing, reduction of the organic matter, supernatant separation and sludge concentration under controlled conditions.

11.7.2.1 Applicability

Aerobic digestion is considered suitable for secondary sludge or a combination of primary and secondary sludge. Table 11.10 presents the advantages and disadvantages in the use of aerobic sludge digestion.

11.7.2 Digestion aérobie des boues

La digestion aérobie est accomplie dans un ou plusieurs bassins, conçus pour assurer un mélange efficace de l'air, une réduction du volume des matières organiques, une séparation du surnageant et une concentration des boues dans des conditions contrôlées.

11.7.2.1 Application

La digestion aérobie est réputée appropriée pour les boues secondaires ou une combinaison de boues primaires et secondaires. Le tableau 11.10 présente les avantages et les inconvénients de la digestion aérobie.

TABLE 11.10 TABLEAU 11.10	ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF AEROBIC SLUDGE DIGESTION AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA DIGESTION AÉROBIE
ADVANTAGES AVANTAGES	DISADVANTAGES INCONVÉNIENTS
Low initial cost particularly for small plants Coût initial peu élevé, en particulier dans le cas de petites usines	High energy costs Coûts énergétiques élevés
Supernatant less objectionable than anaerobic Produit un surnageant moins odorant que la digestion anaérobie	Generally lower VSS destruction than anaerobic Niveau de destruction des MVS généralement moins élevé que dans la digestion anaérobie
Simple operational control Contrôle opérationnel simple	Reduced pH and alkalinity Réduction du pH et de l'alcalinité
Broad applicability Large éventail d'applications	Potential for pathogen spread through aerosol drift Risque de dispersion des agents pathogènes par les aérosols
If properly designed, does not generate nuisance odours Absence de nuisances olfactives lorsque le procédé est convenablement conçu	Sludge is typically difficult to dewater by mechanical means Boues généralement difficiles à déshydrater par des moyens mécaniques
Reduces total sludge mass Réduction de la masse totale des boues	Cold temperatures adversely affect performance Rendement compromis par des températures basses

11.7.2.2 Field Data

Wherever possible, such as in the case of plant expansions, actual sludge quantity data should be considered for digester design. Often, due to errors introduced by poor sampling techniques, inaccurate flow measurements or unmeasured sludge flow streams, the sludge data from existing plants may be unsuitable for use in design. Before sludge data is used for design, it should be assessed for its accuracy.

11.7.2.2 Données d'exploitation

Dans la mesure du possible, par exemple lorsqu'une usine doit être agrandie, il convient d'examiner les données réelles sur les quantités de boues au moment de la conception des digesteurs. Il arrive souvent qu'en raison d'erreurs introduites par de mauvaises méthodes d'échantillonnage, de mesures inexactes du débit ou de l'absence de mesure du débit du flux de boues, les données sur les boues provenant d'usines existantes ne soient pas utilisables pour la conception. Avant d'utiliser des données sur les boues pour la conception, il convient de s'assurer de l'exactitude de ces données.

11.7.2.3 Multiple Units

Multiple digestion units capable of independent operation are desirable and should be provided in all plants where the design average flow exceeds 450 m³/d. All plants not having multiple units should provide alternate sludge handling and disposal methods.

11.7.2.3 Unités multiples

Il convient de prévoir plusieurs unités de digestion capables de fonctionner séparément, dans toutes les usines où le débit moyen de conception dépasse 450 m³/j. On devrait avoir recours à des méthodes de remplacement pour le traitement et l'élimination des boues dans toutes les usines non équipées d'unités multiples.

11.7.2.4 Pretreatment

Thickening of sludge is recommended prior to aerobic digestion.

11.7.2.5 Design Considerations

Factors which should be considered when designing aerobic digesters include:

- the type of sludge to be digested;
- the ultimate method of disposal;
- required winter storage;
- digester pH;
- sludge temperature; and
- raw sludge qualities.

11.7.2.6 Solids Retention Time

Where land disposal of digested sludge is practiced, a minimum solids retention time of 45 days is required. If local conditions require a more stable sludge, a sludge age of 90 days should be necessary. To produce a completely stable sludge, a sludge age in excess of 120 days is required.

11.7.2.7 Hydraulic Retention Time

The minimum required hydraulic retention time for aerobic digesters provided with pre-thickening facilities are as follows:

11.7.2.4 Prétraitement

Il est recommandé d'épaissir les boues avant la digestion aérobie.

11.7.2.5 Critères de conception

Au moment de la conception des digesteurs aérobie, il convient de tenir compte des facteurs suivants :

- type de boues devant être digérées;
- méthode finale d'élimination;
- besoins de stockage hivernal;
- pH des digesteurs;
- température des boues;
- qualités des boues fraîches.

11.7.2.6 Temps de rétention des solides

Lorsque les boues digérées peuvent être épandues sur le sol, il faut prévoir un temps de rétention des solides d'au moins 45 jours. Si en raison des conditions locales, les boues doivent être plus stables, l'âge des boues devrait alors être de 90 jours. Pour produire des boues entièrement stables, l'âge des boues doit être de plus de 120 jours.

11.7.2.7 Temps de rétention hydraulique

Les temps de rétention hydraulique (TRH) minimaux pour les digesteurs aérobie dotés d'installations de pré-épaississement sont les suivants :

Minimum HRT (days) TRH minimal (jours)	Type of Sludge Type de boues
25	Waste Activated Sludge Only Boues activées en excès seulement
25	Trickling Filter Sludge Only Boues de lit bactérien seulement
30	Primary Plus Secondary Sludge Boues primaires et secondaires

The more critical of the two guidelines, solids retention time and hydraulic retention time, should govern the design.

11.7.2.8 Tank Design

11.7.2.9 Tank Capacity

The determination of tank capacities should be based on rational calculations, including such factors as quantity of sludge produced, sludge characteristics, time of aeration and sludge temperature.

Calculations should be submitted to justify the basis of design.

When such calculations are not based on the above factors, the minimum combined digestion tank capacity should be based on the following:

La conception devrait être régie par deux lignes directrices essentielles, soit le temps de rétention des solides et le temps de rétention hydraulique.

11.7.2.8 Conception des digesteurs

11.7.2.9 Capacité des digesteurs

La détermination de la capacité des digesteurs devrait être fondée sur des calculs rationnels ainsi que sur certains facteurs comme la quantité de boues produite, les caractéristiques des boues, le temps d'aération et la température des boues.

Les calculs devraient être soumis à l'appui de la base de calcul.

Lorsque ces calculs ne sont pas fondés sur les facteurs ci-dessus, la capacité minimale combinée des digesteurs devrait être fondée sur ce qui suit :

- Volatile solids loading should not exceed 1.60 kg/m³·d in the digestion units. Lower loading rates may be necessary depending on temperature, type of sludge and other factors.

If a total of 45 days solid retention time is all that is provided, it is suggested that 2/3 of the total digester volume be in the first tank and 1/3 be in the second tank. Actual storage requirements will depend upon the ultimate disposal operation. Any minor additional storage requirements may be made up in the second stage digester, but if major additional storage volumes are required, separate on-site or off-site sludge storage facilities should be considered to avoid the power requirements associated with aerating greatly oversized aerobic digesters.

11.7.2.10 Air and Mixing Requirements

Aerobic sludge digestion tanks should be designed for effective mixing by satisfactory aeration equipment. Sufficient air should be provided to keep the solids in suspension and maintain dissolved oxygen from 1-2 mg/l. A minimum mixing and air requirement of 0.85 litres per second per cubic metre of tank volume should be provided with the largest blower out of service. If diffusers are used, the non-clog type is recommended and they should be designed to permit continuity of service. If mechanical aerators are utilized, at least two turbine aerators per tank should be provided. Use of mechanical equipment is discouraged where freezing temperatures are normally expected.

Air supply to each tank should be separately valved to allow aeration shut-down in either tank.

11.7.2.11 Tank Configuration

Aerobic digesters are generally open tanks. The tankage should be of common wall construction or earthen-bermed to minimize heat loss. Tank depths should be between 3.5-4.5 m; tanks and piping should be designed to permit sludge addition, sludge withdrawal, and a supernatant decanting zone from various depths. Freeboard depths of at least 0.9 to 1.2 m should be provided to account for excessive foam levels. Floor slopes of 1:12 to 3:12 should be provided.

- La charge de matières volatiles ne devrait pas dépasser 1,60 kg/m³·j dans les unités de digestion. Il peut être nécessaire d'utiliser des taux de charge plus faibles, selon la température, le type de boues et d'autres facteurs.

Si le temps de rétention des matières solides totales ne peut dépasser 45 jours, on suggère de traiter les deux tiers du volume total des boues des digesteurs dans le premier digesteur et le tiers dans le deuxième digesteur. Les exigences de stockage réelles dépendront de l'opération d'élimination finale. Si la capacité de stockage est légèrement insuffisante, on peut utiliser à cette fin le digesteur du deuxième étage, mais si des volumes de stockage supplémentaires importants sont nécessaires, on devrait envisager l'utilisation d'installations de stockage de boues sur place et hors site séparées pour éviter la demande énergétique associée à l'aération de digesteurs aérobie fortement surdimensionnés.

11.7.2.10 Exigences d'aération et de mélange

Les digesteurs aérobie devraient être conçus de manière à assurer un mélange efficace au moyen d'équipements d'aération acceptables. La quantité d'air fournie devrait être suffisante pour garder les solides en suspension et maintenir la concentration d'oxygène dissous entre 1 et 2 mg/l. Une aération et un mélange d'au moins 0,85 litres par seconde par mètre cube d'unité de volume du bassin devraient être assurés lorsque la plus grosse soufflante est hors service. Si des diffuseurs sont utilisés, il est recommandé de choisir des appareils sans colmatage, conçus pour assurer la continuité du service. Si des aérateurs mécaniques sont utilisés, il faudrait prévoir au moins deux aérateurs à turbine par digesteur. L'utilisation d'équipement mécanique est déconseillée aux endroits où du gel est normalement prévu.

Le conduit d'alimentation en air de chaque bassin devrait comporter une vanne de sectionnement de manière qu'il soit possible d'interrompre l'aération de l'un ou l'autre des digesteurs.

11.7.2.11 Configuration du digesteur

Les digesteurs aérobie sont normalement des bassins ouverts. Les bassins devraient être délimités par des murs ou des bermes en terre destinés à réduire la perte de chaleur. La profondeur du digesteur devrait se situer entre 3,5 et 4,5 m; les bassins et les canalisations devraient être conçus de manière à permettre l'ajout et le retrait de boues à partir de diverses profondeurs, et l'évacuation du surnageant à partir de divers niveaux de la zone de décantation. Il convient de prévoir un franc-bord d'au moins 0,9 à 1,2 m pour tenir compte des niveaux excessifs de mousse. La pente du fond devrait varier entre 1:12 et 3:12.

11.7.2.12 Supernatant Separation and Scum and Grease Removal

11.7.2.12.1 Supernatant Separation

Facilities should be provided for effective formation of a good quality supernatant. Separate facilities are recommended; however, supernatant separation may be accomplished in the digestion tank provided additional volume is provided. The supernatant drawoff unit should be designed to prevent recycle of scum and grease back to plant process units. Provision should be made to withdraw supernatant from multiple levels of the supernatant withdrawal zone.

11.7.2.12.2 Scum and Grease Removal

Facilities should be provided for the effective collection of scum and grease from the aerobic digester for final disposal and to prevent its recycle back to the plant process and to prevent long term accumulation and potential discharge in the effluent.

11.7.2.13 High Level Emergency Overflow

An unvalved high level overflow and any necessary piping should be provided to return digester overflow back to the head of the plant or to the aeration process in case of accidental overfilling. Design considerations related to the digester overflow should include waste sludge rate and duration during the period the plant is unattended, potential effects on plant process units, discharge location of the emergency overflow, and potential discharge or suspended solids in the plant effluent.

11.7.2.14 Digested Sludge Storage Volume

11.7.2.14.1 Sludge Storage Volume

Sludge storage must be provided in accordance with Section 11.5.2 and G.6.2 to accommodate daily sludge production volumes and as an operational buffer for unit outage and adverse weather conditions. Designs utilizing increased sludge age in the activated sludge system as a means of storage are not acceptable.

11.7.2.14.2 Liquid Sludge Storage

Liquid sludge storage facilities should be based on the values in table 11.11 unless digested sludge thickening facilities are utilized to provide solids concentrations of greater than 2 percent.

11.7.2.12 Séparation du surnageant et élimination du chapeau d'écume et des graisses

11.7.2.12.1 Séparation du surnageant

On devrait prévoir des installations pour la formation efficace d'un liquide surnageant de bonne qualité. Il est recommandé de prévoir des installations séparées; toutefois, la séparation du surnageant peut être accomplie dans le digesteur, à condition de prévoir un volume supplémentaire. Le dispositif de soutirage du surnageant devrait être conçu de manière à prévenir le recyclage du chapeau d'écume et des graisses vers les unités de traitement de l'usine. Le surnageant devrait pouvoir être évacué à partir de plusieurs niveaux à l'intérieur de la zone d'évacuation.

11.7.2.12.2 Élimination du chapeau d'écume et des graisses

On devrait prévoir des installations permettant d'évacuer efficacement le chapeau d'écume et les graisses du digesteur aérobie avant élimination finale et de prévenir leur recyclage vers les unités de traitement ainsi que leur accumulation prolongée et leur rejet éventuel dans l'effluent.

11.7.2.13 Trop-plein d'urgence de haut niveau

On devrait prévoir un trop-plein de haut niveau sans vanne et la tuyauterie connexe pour recycler les débordements du digesteur en tête de l'usine ou vers le procédé d'aération en cas de remplissage excessif accidentel. Au moment de la conception du trop-plein du digesteur, il convient de tenir compte du débit et de la durée d'évacuation des boues excédentaires lorsque l'usine fonctionne en mode automatique, des effets potentiels sur les unités de traitement de l'usine, du point de décharge du trop-plein d'urgence et de l'évacuation potentielle de matières en suspension dans l'effluent de l'usine.

11.7.2.14 Volume de stockage des boues digérées

11.7.2.14.1 Volume de stockage des boues

Le volume de stockage des boues doit être conforme aux sections 11.5.2 et G.6.2 pour permettre la prise en charge des volumes quotidiens de production de boues et offrir un tampon opérationnel en cas de dépassement de la capacité des unités et lorsque les conditions météorologiques sont défavorables. Les conceptions qui reposent sur une augmentation du séjour des boues dans le système de boues activées pour assurer un stockage supplémentaire ne sont pas acceptables.

11.7.2.14.2 Stockage de boues liquides

La conception des installations de stockage de boues liquides devrait être fondée sur les valeurs indiquées au tableau 11.11, à moins que l'on ait recours à des installations d'épaississement des boues digérées pour atteindre des concentrations de solides de plus de 2 %.

TABLE 11.11 TABLEAU 11.11	SLUDGE SOURCE SOURCE DES BOUES
SLUDGE SOURCE SOURCE DES BOUES	VOLUME m ³ /P.E. · day m ³ /ég-hab · jour
Waste activated sludge – no primary settling, primary plus waste aeration activated sludge Boues activées en excès – sans décantation primaire, boues primaires et boues activées en excès obtenues par voie aérobie	0.004
Waste activated sludge exclusive of primary sludge Boues activées en excès sans boues primaires	0.002
Primary plus fixed film reactor sludge Boues primaires avec boues de réacteur à film fixe	0.003

Note: P.E. – Population Equivalent

Note : ég-hab – Équivalent-habitant

11.7.3 High PH Stabilization

11.7.3.1 General

Alkaline material may be added to liquid primary or secondary sludges for sludge stabilization in lieu of digestion facilities; to supplement existing digestion facilities; or for interim sludge handling. There is no direct reduction of organic matter or sludge solids with the high pH stabilization process. There is an increase in the mass of dry sludge solids. Without supplemental dewatering, additional volumes of sludge will be generated. The design should account for the increased sludge quantities for storage, handling, transportation, and disposal methods and associated costs.

11.7.3.2 Operational Criteria

Sufficient alkaline material should be added to liquid sludge in order to produce a homogeneous mixture with a minimum pH of 12 after 2 hours of vigorous mixing. Facilities for adding supplemental alkaline material should be provided to maintain the pH of the sludge during interim sludge storage periods.

11.7.3.3 Odour Control and Ventilation

Odour control facilities should be provided for sludge mixing and treated sludge storage tanks when located within 800 m of residential or commercial areas. The reviewing authority should be contacted for design and air pollution control objectives to be met for various types of air scrubber units. Ventilation is required for indoor sludge mixing, storage or processing facilities.

11.7.3 Stabilisation à pH élevé

11.7.3.1 Généralités

On peut ajouter des substances alcalines aux boues primaires ou secondaires liquides au lieu d'utiliser des digesteurs pour stabiliser les boues, pour suppléer aux installations de digestion existantes ou assurer un traitement intermédiaire des boues. Le procédé de stabilisation à pH élevé ne permet pas de réduire directement la teneur en matières organiques ou en solides des boues, mais il permet d'augmenter la masse des solides contenus dans les boues séchées. En l'absence de déshydratation subséquente, il produira des volumes supplémentaires de boues. La conception devrait tenir compte de l'effet de cette augmentation des quantités de boues sur les méthodes de stockage, de manutention, de transport et d'élimination et les coûts associés.

11.7.3.2 Critères opérationnels

On devrait ajouter une quantité suffisante de substances alcalines aux boues liquides de manière à produire un mélange homogène présentant un pH d'au moins 12 après un mélange vigoureux pendant deux (2) heures. Il convient de prévoir des installations pour l'ajout de substances alcalines supplémentaires afin de maintenir le niveau de pH à 12 pendant les périodes de stockage intermédiaire.

11.7.3.3 Contrôle des odeurs et ventilation

On devrait prévoir des installations de contrôle des odeurs pour les réservoirs de mélange des boues et de stockage des boues traitées lorsque ces réservoirs sont situés à moins de 800 m des zones résidentielles ou commerciales. Il importe de communiquer avec l'organisme d'examen compétent pour s'assurer que les divers types de filtres à air permettent d'atteindre les objectifs de conception et de contrôle de la pollution atmosphérique. On doit prévoir un système de ventilation dans les installations intérieures de mélange, de stockage et de traitement de boues.

11.7.3.4 Mixing Tanks and Equipment

11.7.3.4.1 Tanks

Mixing Tanks may be designed to operate as either a batch or continuous flow process. A minimum of two tanks should be provided of adequate size to provide a minimum 2 hours contact time in each tank. The following items should be considered in determining the number and size of tanks:

- a. peak sludge flow rates;
- b. storage between batches;
- c. dewatering or thickening performed in tanks;
- d. repeating sludge treatment due to pH decay of stored sludge;
- e. sludge thickening prior to sludge treatment; and
- f. type of mixing device used and associated maintenance or repair requirements.

11.7.3.4.2 Equipment

Mixing equipment should be designed to provide vigorous agitation within the mixing tank, maintain solids in suspension and provide for a homogeneous mixture of the sludge solids and alkaline material. Mixing may be accomplished either by diffused air or mechanical mixers. If diffused aeration is used, an air supply of 0.85 l/s per m³ of mixing tank should be provided with the largest blower out of service. When diffusers are used, the nonclog type is recommended, and they should be designed to permit continuity of service. If mechanical mixers are used, the impellers should be designed to minimize fouling with debris in the sludge and consideration should be made to provide continuity of service during freezing weather conditions.

11.7.3.5 Chemical Feed and Storage Equipment

11.7.3.5.1 General

Alkaline material is caustic in nature and can cause eye and tissue injury. Equipment for handling or storing alkaline material should be designed for adequate operator safety. Storage, slaking, and feed equipment should be sealed as airtight as practical to prevent contact of alkaline material with atmospheric carbon dioxide and water vapour and to prevent the escape of dust material. All equipment and associated transfer lines or piping should be accessible for cleaning.

11.7.3.4 Réservoirs et équipement de mélange

11.7.3.4.1 Réservoirs

Les réservoirs de mélange peuvent être conçus pour fonctionner en discontinu ou en continu. On devrait prévoir au moins deux (2) réservoirs de dimensions suffisantes, conçus pour assurer un temps de contact d'au moins deux (2) heures. Au moment de déterminer le nombre de réservoirs et leur taille, il convient de tenir compte des éléments suivants :

- a. débits de boues de pointe;
- b. stockage entre les cuvées;
- c. déshydratation ou épaississement des boues réalisé dans les réservoirs;
- d. retraitement des boues en raison d'un abaissement du pH des boues stockées;
- e. épaississement des boues avant leur traitement;
- f. type de dispositif de mélange utilisé et besoins d'entretien ou de réparation connexes.

11.7.3.4.2 Équipement

L'équipement de mélange devrait être conçu de manière à assurer une agitation vigoureuse à l'intérieur du réservoir, le maintien en suspension des solides et un mélange homogène des solides contenus dans les boues et des substances alcalines. Le mélange peut être réalisé par diffusion d'air ou au moyen d'agitateurs mécaniques. Si on utilise le mélange par diffusion d'air, une alimentation en air de 0,85 l/s par m³ de réservoir devrait être assurée lorsque la plus grosse soufflante est hors service. Lorsqu'on utilise des diffuseurs, il est préférable d'utiliser des dispositifs non colmatables capables d'assurer un service continu. Si on utilise des agitateurs mécaniques, les turbines devraient être conçues de manière à ne pas être encrassées par les débris contenus dans les boues. Il importe également de prendre les mesures nécessaires pour assurer la continuité du service pendant les périodes de gel.

11.7.3.5 Équipement de dosage et de stockage de produits chimiques

11.7.3.5.1 Généralités

Les substances alcalines sont corrosives et peuvent causer des lésions oculaires et cutanées. L'équipement de manutention et de stockage des substances alcalines devrait être conçu pour offrir un niveau adéquat de sécurité aux opérateurs. L'équipement de stockage, d'hydratation et de dosage devrait être le plus étanche possible à l'air afin de prévenir tout contact entre les substances alcalines et le gaz carbonique et la vapeur d'eau atmosphériques, de même que les fuites de poussières. Tous les équipements et canalisations de transfert devraient être accessibles aux fins de nettoyage.

11.7.3.5.2 Feed and Slaking Equipment

The design of the feeding equipment should be determined by the treatment plant size, type of alkaline material used, slaking required, and operator requirements. Equipment may be either of batch or automated type. Automated feeders may be of the volumetric or gravimetric type depending on accuracy, reliability, and maintenance requirements. Manually operated batch slaking of quicklime (CaO) should be avoided unless adequate protective clothing and equipment are provided. At small plants, use of hydrated lime [Ca(OH)₂] is recommended over quicklime due to safety and labour-saving reasons. Feed and slaking equipment should be sized to handle a minimum of 150% of the peak sludge flow rate including sludge that may need to be retreated due to pH decay. Duplicate units should be provided.

11.7.3.5.2 Chemical Storage Facilities

Alkaline materials may be delivered either in bag or bulk form depending upon the amount of material used. Material delivered in bags must be stored indoors and elevated above floor level. Bags should be of the multi-wall moisture-proof type. Dry bulk storage containers must be as airtight as practical and should contain a mechanical agitation mechanism. Storage facilities should be sized to provide a minimum of a 30-day supply.

11.7.3.6 Sludge Storage

Refer to Section 11.5.2 and G.6.2 for general design considerations for sludge storage facilities.

The design should incorporate the following considerations for the storage of high pH stabilized sludge:

11.7.3.6.1 Liquid Sludge

Liquid high pH stabilized sludge should not be stored in a lagoon. Said sludge should be stored in a tank or vessel equipped with rapid sludge withdrawal mechanisms for sludge disposal or retreatment. Provisions should be made for adding alkaline material in the storage tank. Mixing equipment in accordance with Section 11.7.3.4.2 should also be provided in all storage tanks.

11.7.3.5.2 Équipement de dosage et d'hydratation

La conception de l'équipement de dosage devrait être fonction de la taille de l'usine d'épuration, du type de substances alcalines utilisées, du niveau d'hydratation nécessaire et des exigences applicables aux opérateurs. L'équipement peut être de type discontinu ou automatisé. Les doseurs automatisés peuvent être volumétriques ou gravimétriques, selon les exigences de précision, de fiabilité et d'entretien. Il faudrait éviter d'utiliser de l'équipement d'hydratation en discontinu à commande manuelle d'oxyde de calcium (CaO) à moins de fournir les vêtements et l'équipement de protection appropriés. Dans les petites usines, on recommande d'utiliser de l'hydroxyde de calcium [Ca(OH)₂] plutôt que de l'oxyde de calcium pour des raisons de sécurité et d'économie de main-d'œuvre. L'équipement de dosage et d'hydratation devrait être dimensionné pour prendre en charge au moins 150 % du débit de boues de pointe, y compris les boues qu'il pourrait être nécessaire de retraiter en raison d'un abaissement du pH. Des unités jumelées devraient être prévues.

11.7.3.5.2 Installations de stockage de produits chimiques

Les substances alcalines peuvent être livrées en sacs ou en vrac, selon la quantité utilisée. Les substances ensachées doivent être entreposées à l'intérieur et au-dessus du niveau du sol. Autant que possible, les sacs doivent être à parois multiples et doivent bien résister à l'humidité. Les récipients pour vrac solide doivent également être le plus étanches possibles à l'air et devraient comporter un mécanisme d'agitation mécanique. Les installations de stockage devraient être de dimensions suffisantes pour contenir un approvisionnement d'au moins 30 jours.

11.7.3.6 Stockage des boues

Voir les sections 11.5.2 et G.6.2 pour connaître les points à prendre en compte au moment de concevoir des installations de stockage de boues.

Dans la conception, il convient de tenir compte des éléments suivants pour le stockage des boues stabilisées à pH élevé.

11.7.3.6.1 Boues liquides

On ne devrait pas stocker de boues liquides stabilisées à pH élevé dans une lagune. Ce type de boue devrait être stocké dans un réservoir ou une cuve équipé de mécanismes de soutirage rapide pour élimination ou retraitement. Il importe de prévoir de l'équipement pour introduire des substances alcalines dans le réservoir de stockage et de prévoir de l'équipement de mélange conforme aux exigences de la section 11.7.3.4.2 dans tous les réservoirs de stockage.

11.7.3.6.2 Dewatered Sludge

On-site storage of dewatered high pH stabilized sludge should be limited to 30 days. Provisions for rapid retreatment or disposal of dewatered sludge stored on-site should also be made in case of sludge pH decay.

11.7.3.6.3 Off-Site Storage

There should be no off-site storage of high pH stabilized sludge unless specifically permitted by the regulatory agency.

11.7.3.7 Disposal

Immediate sludge disposal methods and options are recommended to be utilized in order to reduce the sludge inventory on the treatment plant site and amount of sludge that may need to be retreated to prevent odours if sludge pH decay occurs.

11.8 ADVANCED TREATMENT ALTERNATIVES FOR PATHOGEN REDUCTION

Since the USEPA regulation, 40 CFR-Part 503 was published in 1993, stabilized sludge has been classified as Exceptional Quality, Class A and Class B Biosolids and the corresponding restrictions placed on their disposal and processes to further reduce pathogens (PFRP's) are being developed and marketed.

The purpose of this section will be to describe some of the sludge digestion methods and PFRP's that have become popular as a result of Rule 503. These methods may have application in Atlantic Canada wherever a need exists for a high quality end product due to restrictions that may exist for final disposal.

11.8.1 Processes to Further Reduce Pathogens (PFRP)

Unstabilized sludge contains putrescible organic substances, as well as pathogenic forms of bacteria, viruses, worm eggs, and the like. Sludge treatment processes that are classified as processes to further reduce pathogens must reduce both the organics and pathogens to set levels. PFRP alternatives include composting, heat drying, heat treatment, autothermal thermophilic aerobic digestion, irradiation, and pasteurization. The most applicable of the above processes will be described here.

11.8.1.1 Composting

Composting is a process in which organic material undergoes biological degradation to a stable end product. Sludge that has been composted properly is a sanitary, nuisance-free, humus-like material. Approximately 20 to 30 percent of the volatile solids are converted to carbon dioxide and water. As the

11.7.3.6.2 Boues déshydratées

On ne devrait pas stocker sur place des boues stabilisées à pH élevé pendant plus de 30 jours. Il convient également prendre des mesures pour le retraitement ou l'élimination rapide des boues déshydratées stockées sur place en cas d'abaissement du pH.

11.7.3.6.3 Stockage hors site

On ne devrait pas stocker hors site des boues stabilisées à pH élevé à moins d'une autorisation expresse de l'organisme de réglementation compétent.

11.7.3.7 Élimination

On recommande d'utiliser des méthodes et des options d'élimination immédiate des boues afin de réduire le volume de stockage des boues à l'usine d'épuration ainsi que la quantité de boues qu'il peut être nécessaire de retraiter afin de prévenir les odeurs en cas d'abaissement du pH.

11.8 CHOIX D'UN TRAITEMENT AVANCÉ POUR LA RÉDUCTION DE LA TENEUR EN AGENTS PATHOGÈNES

Depuis la publication, en 1993, du Code of Federal Regulation 40 - partie 503 de l'EPA, les boues stabilisées ont été divisées en biosolides de qualité exceptionnelle, en biosolides de classe A et en biosolides de classe B, et les restrictions relatives à leur élimination et les procédés de réduction poussée de leur teneur en agents pathogènes (PRPTAP) sont en cours d'élaboration et de négociation.

La présente section a pour objet de décrire certaines des méthodes de digestion des boues et les procédés de réduction poussée de la teneur en agents pathogènes les plus répandus par suite de la publication du règlement 503. Ces méthodes peuvent s'appliquer dans le Canada atlantique lorsqu'il faut obtenir un produit final de haute qualité en raison des restrictions potentielles concernant l'élimination finale.

11.8.1 Procédés de réduction poussée de la teneur en agents pathogènes (PRPTAP)

Les boues non stabilisées contiennent des substances organiques putrescibles ainsi que des bactéries pathogènes, des virus, des œufs de ver et autres. Les procédés de traitement des boues qui appartiennent à la catégorie des PRPTAP doivent ramener la teneur en matières organiques et en agents pathogènes à des niveaux établis. Les PRPTAP comprennent le compostage, le séchage thermique, le traitement thermique, la digestion aérobie thermophile adiabatique, l'irradiation et la pasteurisation. Les procédés les plus courants sont décrits ci-après.

11.8.1.1 Compostage

Le compostage est un procédé au cours duquel les matières organiques subissent une dégradation biologique pour former un produit final stable. Les boues qui ont été bien compostées sont aseptiques ne causent pas de nuisances et sont apparentées à l'humus. Environ 20 à 30 % des matières solides volatiles sont converties en dioxyde de

organic material in the sludge decomposes, the compost heats to temperatures in the pasteurization range of 50 to 70°C, and enteric pathogenic organisms are destroyed. A properly composted sludge may be used as a soil conditioner in agricultural or horticultural applications or for final disposal, subject to any limitations based on constituents in the sludge.

Most composting operations consist of the following basic steps: (1) mixing dewatered sludge with an amendment and/or a bulking agent; (2) aerating the compost pile either by the addition of air, by mechanical turning, or by both; (3) recovery of the bulking agent (if practicable); (4) further curing and storage; and (5) final disposal. An amendment is an organic material added to the feed substrate, primarily to reduce the bulk weight and increase the air voids for proper aeration. Amendments can also be used to increase the quantity of degradable organics in the mixture. Commonly used amendments are sawdust, straw, recycled compost and rice hulls. A bulking agent is an organic or inorganic material used to provide structural support and to increase the porosity of the mixture for effective aeration. Wood chips are the most commonly used bulking agents and can be recovered and reused. Aeration is required not only to supply oxygen, but to control the composting temperature and remove excess moisture.

Three major types of composting systems used are the aerated static pile, windrow, and in-vessel (enclosed mechanical) systems.

11.8.1.1.1 Aerated Static Pile

The aerated static pile system consists of a grid of aeration or exhaust piping over which a mixture of dewatered sludge and bulking agent is placed. In a typical static pile system, the bulking agent consists of wood chips, which are mixed with the dewatered sludge by a pug mill type or rotating drum mixer or by movable equipment such as a front-end loader. Material is composted for 21 to 28 days and is typically cured for another 30 days or longer. Typical pile heights are about 2 to 2.5 m. A layer of screened compost is often placed on top of the pile for insulation. Disposable corrugated plastic drainage pipes commonly used for air supply and each individual pile is recommended to have an individual blower for more effective aeration control. Screening of the cured compost is usually done to reduce the quantity of the end product requiring ultimate disposal and to recover the bulking agent. For improved process and odour control, many new facilities cover or enclose all or significant portions of the system.

carbone et en eau. À mesure que la matière organique des boues se décompose, le compost atteint des températures comprises dans la plage de pasteurisation, soit de 50 à 70°C, et les organismes pathogènes sont détruits. Les boues convenablement compostées peuvent être utilisées comme conditionneurs de sol en applications agricoles ou horticoles, ou subir une élimination finale, sous réserve des restrictions fondées sur les constituants des boues.

La plupart des opérations de compostage comportent les étapes de base suivantes : 1) mélange des boues déshydratées à un agent d'amendement ou de gonflement ; 2) aération du tas de compost par introduction d'air, retournement mécanique ou les deux ; 3) récupération de l'agent de gonflement (dans la mesure du possible) ; 4) traitement supplémentaire et stockage ; 5) élimination finale. Un agent d'amendement est une matière organique ajoutée au substrat, pour en réduire le poids brut et en augmenter les vides interstitiels afin d'assurer une bonne aération. Des agents d'amendement peuvent également être utilisés pour augmenter la teneur en matières organiques dégradables du mélange. Les agents d'amendement courants sont la sciure de bois, la paille, le compost recyclé et l'écorce de riz. Un agent de gonflement est une matière organique ou inorganique utilisée pour procurer un support structural et augmenter la porosité du mélange afin d'assurer une bonne aération. Les copeaux de bois sont les agents de gonflement les plus couramment utilisés et peuvent être récupérés et réutilisés. L'aération, non seulement fournit de l'oxygène, mais aussi permet de contrôler la température de compostage et élimine l'excès d'humidité.

Les trois principaux systèmes de compostage utilisés sont le compostage en tas de fermentation aérés, le compostage en andain, et en contenants (système mécanique fermé).

11.8.1.1.1 Tas de fermentation aérés

Dans le système de compostage en tas de fermentation aéré, on utilise une grille d'aération ou un tuyau d'échappement sur lequel on place un mélange de boues déshydratées et d'agent de gonflement. L'agent de gonflement, généralement constitué de copeaux, est mélangé à la boue déshydratée au moyen d'un malaxeur à axe vertical ou à cuve tournante ou d'un dispositif mobile comme une chargeuse frontale. La matière est compostée pendant 21 à 28 jours, puis généralement curée pour 30 jours supplémentaires ou plus. La hauteur type des tas est d'environ 2 à 2,5 m. Une couche de compost tamisé est souvent placée sur le dessus pour isoler le tas. On utilise le plus souvent des tuyaux de drainage en plastique ondulé jetables pour l'alimentation en air, et il est recommandé de prévoir pour chaque tas un ventilateur individuel pour assurer un contrôle plus efficace de l'aération. On tamise ordinairement le compost curé pour réduire la fraction du produit final devant subir une élimination finale et récupérer l'agent de gonflement. Afin d'améliorer le procédé et le contrôle des odeurs, la totalité ou certaines parties du procédé sont couvertes ou abritées dans bon nombre de nouvelles installations.

11.8.1.1.2 Windrow

In a windrow system, the mixing and screening operations are similar to those for the aerated static pile operation. Windrows are constructed from 1 to 2 m high and 2 to 4.3 m at the base. The rows are turned and mixed periodically during the composting period. Supplemental mechanical aeration is used in some applications. Under typical operating conditions, the windrows are turned a minimum of five times while the temperature is maintained at or above 55°C. Turning of the windrows is often accompanied by the release of offensive odours. The composting period is about 21 to 28 d. In recent years, specialized equipment has been developed to mix the sludge and the bulking agent and to turn the composting windrows. Some windrow operations are covered or enclosed, similar to aerated static piles.

11.8.1.1.3 In-Vessel Composting Systems

In-vessel composting is accomplished inside an enclosed container or vessel. Mechanical systems are designed to minimize odours and process time by controlling conditions such as air flow, temperature, and oxygen concentration.

11.8.1.1.4 Design Considerations

The factors that must be considered in the design of a composting system are presented in the following table:

11.8.1.1.2 Compostage en andain

Dans un système de compostage en andain, les opérations de mélange et de tamisage sont à peu près les mêmes que pour le compostage en tas de fermentation aérés. Les tas ont une hauteur de 1 à 2 m et une base de 2 à 4,3 m. Les rangées sont retournées et mélangées périodiquement durant la période de compostage. Dans certaines applications, on utilise une aération mécanique supplémentaire. Dans des conditions de service types, on retourne les tas au moins cinq fois tout en maintenant une température de 55°C ou plus. Le retournement des tas est souvent accompagné d'une émission d'odeurs nauséabondes. La période de compostage est d'environ 21 à 28 jours. Au cours des dernières années, on a mis au point de l'équipement spécialisé pour le mélange des boues à l'agent de gonflement et le retournement des tas de compost. Certaines opérations de compostage en andain sont couvertes ou abritées, un peu comme dans le compostage en tas de fermentation aérés.

11.8.1.1.3 Compostage en contenants

Le compostage en contenants est réalisé dans un contenant ou un récipient fermé. On a conçu des systèmes mécaniques pour réduire les odeurs et le temps de traitement en contrôlant certaines conditions comme le débit d'air, la température et la concentration d'oxygène.

11.8.1.1.4 Critères de conception

Les critères de conception des systèmes de compostage sont présentés au tableau suivant.

TABLE 11. 12	DESIGN CONSIDERATIONS FOR AEROBIC SLUDGE COMPOSTING PROCESSES
ITEM	COMMENT
Type of Sludge	Both untreated and digested sludge can be composted successfully. Untreated sludge has a greater potential for odors, particularly for windrow systems. Untreated sludge has more energy available, will degrade more readily, and has a higher oxygen demand.
Amendments and Bulking Agents	Amendment and bulking agent characteristics, such as moisture content, particle size, and available carbon, affect the process and quality of the product. Bulking agents should be readily available. Wood chips, sawdust, recycled compost, and straw have been used.
Carbon : Nitrogen Ratio	The initial C:N ratio should be in the range of 25:1 to 35:1 by weight. Carbon should be checked to ensure it is easily biodegradable.
Volatile Solids	The volatile solids of the composting mix should be greater than 50 percent.
Air Requirements	Air with at least 50 percent of the oxygen remaining should reach all parts of the composting material for optimum results, especially in mechanical systems.
Moisture Content	Moisture content of the composting mixture should not be greater than 60 percent for static pile and windrow composting and not greater than 65 percent for in-vessel composting.
pH	pH of the composting mixture should generally be in the range of 6 to 9.
Temperature	The optimum temperature for biological stabilization is between 45 and 55°C. For best results, the temperature should be maintained between 50 and 55°C for the first few days and between 55 and 60°C for the remainder of the composting period. If the temperatures are allowed to increase beyond 60°C for a significant period of time, biological activity will be reduced.
Mixing and Turning	To prevent drying, caking, and air channelling, material in the process of being composted should be mixed or turned on a regular schedule as required. Frequency of mixing or turning will depend on the type of composting operation.
Heavy Metals and Trace Organics	Heavy metals and trace organics in the sludge and finished compost should be monitored to ensure that the concentrations do not exceed the applicable regulations for end use of the product.
Site Constraints	Factors to be considered in selecting a site include available area, access, proximity to treatment plant and other land uses, climatic conditions, and availability of buffer zone.

TABEAU 11. 12	CRITÈRES DE CONCEPTION DES PROCÉDÉS AÉROBIES DE COMPOSTAGE DES BOUES
ÉLÉMENT	COMMENTAIRE
Type de boues	Les boues non traitées et les boues digérées peuvent toutes deux être compostées efficacement. Les boues non traitées sont davantage susceptibles de dégager des odeurs, en particulier dans le cas de systèmes de compostage en andain. Les boues non traitées possèdent davantage d'énergie, se dégradent plus rapidement et demandent davantage d'oxygène.
Agents d'amendement et de gonflement	Les caractéristiques des agents d'amendement et de gonflement, comme la teneur en humidité, la taille des particules et la quantité de carbone disponible, ont des effets sur le procédé et la qualité du produit. Les agents de gonflement devraient être faciles à trouver sur le marché. Les copeaux de bois, la sciure de bois, le compost recyclé et la paille ont été utilisés à cette fin.
Rapport carbone-azote	La plage des rapports carbone-azote initiaux devrait être de 25:1 à 35:1 en poids. Il convient de s'assurer que le carbone est facilement biodégradable.
Matières volatiles	La portion de matières volatiles du mélange de compost devrait être supérieure à 50 %.
Exigences d'aération	Pour obtenir des résultats optimaux, en particulier dans le cas des systèmes mécaniques, il convient de s'assurer que l'air contenant au moins 50 % de l'oxygène restant atteint toutes les parties du compost.
Teneur en humidité	La teneur en humidité du mélange de compost ne devrait pas dépasser 60 % dans le cas des systèmes de compostage en tas de fermentation et en andain, et 65 % dans le cas de systèmes de compostage en contenants.
pH	La plage de pH pour le mélange de compost devrait généralement se situer entre 6 et 9.
Température	La température optimale pour la stabilisation biologique varie entre 45 et 55°C. Pour de meilleurs résultats, cette température devrait être maintenue entre 50 et 55°C pendant les deux ou trois premiers jours et entre 55 et 60°C pendant le reste de la période de compostage. Si la température dépasse 60°C pendant une période prolongée, l'activité biologique sera réduite.
Mélange et retournement	Afin de prévenir le séchage, l'agglomération et la formation de canaux d'aération, la matière compostée devrait être mélangée ou retournée périodiquement. La fréquence de mélange ou de retournement dépendra du type d'opération de compostage.
Métaux lourds et substances organiques à l'état de trace	Il convient de surveiller les métaux lourds et les substances organiques à l'état de trace contenus dans les boues et le compost fini afin de s'assurer que les concentrations ne dépassent pas celles qui sont prescrites dans les règlements applicables à l'utilisation finale du produit.
Restrictions relatives au site	Les facteurs à prendre en compte dans le choix d'un site comprennent la superficie disponible, l'accès, la proximité de l'usine d'épuration et d'autres utilisations du sol, les conditions climatiques et la disponibilité d'une zone tampon.

11.8.1.1.5 Co-Composting with Solid Wastes

Co-composting of sludge and municipal solid wastes may not require sludge dewatering. Feed sludges may have a solids content ranging from 5 to 12 percent. A 2 to 1 mixture of solid wastes to sludge is recommended as a minimum. The solid wastes should be presorted and pulverized in a hammermill prior to mixing with sludge.

11.8.2 Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion (ATAD)

11.8.2.1 General

With an adequate supply of oxygen, microorganisms, nutrients, and biodegradable organic material, autothermal aerobic digestion can degrade complex organic substances into end products including carbon dioxide and water. Some of the energy released by microbial degradation is used to form new cellular material; much of it is released as heat. Typical biological heat production values reported or assumed range from 14,190 to 14,650 kJ/kg O₂. The carbonaceous oxygen requirements vary, but are often considered to be 1.42 kg O₂/kg volatile suspended solids (VSS) oxidized. In autothermal thermophilic aerobic digestion, the heat released by the digestion process is the major heat source used to achieve the desired operating temperature.

Autothermal conditions result from an adequately thickened sludge feed, a suitably insulated reactor, good mixing, and heat loss to an acceptable level.

11.8.2.1.1 Sludge Feed Source and Thickening Requirements

Autothermal thermophilic aerobic digestion (ATAD) processes thicken the sludge prior to digestion to minimize the size of the digestion tanks and to limit the energy requirements for mixing and heating.

A sludge in an ATAD system is adequate to support process temperature requirements if it is thickened to 4-6% TSS, of which at least 2.5% is mostly biodegradable volatile solids. Gravity thickening can usually achieve this concentration. Some plants also successfully co-thicken the waste-activated sludge with the primary solids and thereby avoid the need for a separate sludge thickener.

11.8.1.1.5 Co-compostage avec des déchets solides

Dans le co-compostage des boues et des déchets urbains, il n'est pas toujours nécessaire de déshydrater les boues. La teneur en solides des boues d'alimentation peut varier entre 5 et 12 %. Il est recommandé de réaliser le mélange de déchets solides et de boues dans un rapport d'au moins 2 à 1. Il convient de trier et pulvériser préalablement les déchets solides dans un broyeur à marteaux avant de les mélanger aux boues.

11.8.2 Digestion aérobie thermophile adiabatique (DATA)

11.8.2.1 Généralités

Avec une alimentation suffisante en oxygène, en microorganismes, en éléments nutritifs et en matière organique biodégradable, la digestion aérobie thermophile adiabatique permet de dégrader des substances organiques complexes et de les transformer en produits finals, notamment en dioxyde de carbone et en eau. Une partie de l'énergie libérée par la dégradation microbiologique sert à former une nouvelle matière cellulaire; une grande partie de cette énergie est libérée sous forme de chaleur. Les valeurs types de production biologique de chaleur, enregistrées et présumées, varient de 14,190 à 14,650 kJ/kg O₂. La demande en oxygène des matières carbonées varie, mais on estime généralement qu'elle s'établit à 1,42 kg O₂ par kilogramme de matières volatiles en suspension (MVS) oxydées. Dans la digestion aérobie thermophile adiabatique, la chaleur libérée par le procédé de digestion constitue la principale source de chaleur utilisée pour obtenir la température de service désirée.

Pour obtenir des conditions adiabatiques, il faut prévoir une alimentation suffisante en boues épaissies, une isolation appropriée du réacteur, un mélange adéquat et un niveau acceptable de pertes de chaleur.

11.8.2.1.1 Source d'alimentation en boues et exigences d'épaississement

Dans les procédés de digestion aérobie thermophile adiabatique (DATA), les boues sont épaissies avant d'être digérées, ce qui permet de réduire les dimensions des cuves de digestion et de limiter la demande énergétique pour le mélange et le chauffage.

Les boues qui sont traitées dans un système DATA peuvent supporter la température exigée pour le procédé si leur teneur en matières totales en suspension est portée à 4 à 6 %, dont au moins 2,5 % sont essentiellement des matières volatiles biodégradables. On peut habituellement obtenir cette concentration par épaississement gravitaire. Dans certaines usines, les boues humiques sont également co-épaissies avec les solides primaires et il n'est donc pas nécessaire d'utiliser un épaississeur séparé.

Sludge from plants without primary clarifiers and with activated sludge food-to-mass ratio (F/M) loadings as low as 0.1 to 0.15 kg BOD₅/kg TVSS still seems to be suitable for ATAD.

11.8.2.1.2 Detention Time

To satisfy the process requirements for destruction of pathogens and total organic solids, the design hydraulic detention time for ATAD systems is established at 5 to 6 d (2.5 to 3 d per reactor). Sixty percent of the volatile solids destruction occurs in the first reactor.

11.8.2.1.3 Feed Cycle and Isolated Reaction Time

Batch Feeding is Established by design intent and is reflected in the sizing of the sludge feed pump(s). The feed sludge pumping system is sized to deliver the daily thickened sludge volume to the reactor in less than 1 hour. Since all the sludge is pumped within a 1 hour period, the reactors are isolated for the remaining 23 hours during each day. This undisturbed reaction time is considered an important factor in attaining a high degree of pathogen destruction.

11.8.2.1.4 Aeration and Mixing

Typical design ranges for empirical aeration/mixing parameters include:

Specific power:
85-105 W/m³ of active reactor volume

Air Input:
4 m³/m³·h of active reactor volume

Energy requirement:
9-15 kWh/m³ of sludge throughput

11.8.2.1.5 Temperature and pH

An average temperature of 55°C in the second reactor is used for design purposes. The temperature in the second reactor can exceed 55°C. However, to prevent resolubilization of organics, the temperature should not exceed 65°C.

The design areas that most affect operating temperature include the efficiency of the aeration system, reactor insulation, foam management in the reactor, and sludge pre-thickening.

Generally, process pH does not have to be controlled by special design considerations. The thermophilic operating temperatures of the reactors suppress nitrification in the process. Consequently, the pH depressions that could occur in a nitrifying

Il semblerait que certaines usines d'épuration sans décanteurs primaires et dans lesquelles le rapport éléments nutritifs-biomasse des boues activées ne dépasse pas 0,1 à 0,15 kg DBO₅ par kilogramme de matières volatiles totales en suspension puissent néanmoins utiliser efficacement un système DATA.

11.8.2.1.2 Temps de séjour

Afin de satisfaire aux exigences de destruction des agents pathogènes et des matières organiques totales, le temps de séjour hydraulique de conception pour les systèmes DATA est de 5 à 6 jours (2,5 à 3 j par réacteur). Soixante pour cent de la destruction des matières volatiles se produit dans le premier réacteur.

11.8.2.1.3 Cycle d'alimentation et temps de réaction dans les réacteurs isolés

L'alimentation discontinue est établie en fonction des besoins de conception et est prise en compte dans le dimensionnement des pompes à boues. Le système de pompage des boues d'alimentation est dimensionné de manière à fournir au réacteur le volume quotidien de boues épaissies en moins d'une heure. Comme le volume total de boues est pompé en moins d'une heure, les réacteurs sont isolés pendant les 23 heures restantes. Ce temps de réaction invariable est considéré comme un facteur important qui garantit un niveau élevé de destruction des agents pathogènes.

11.8.2.1.4 Aération et mélange

Les plages de calcul types pour les paramètres empiriques d'aération et de mélange sont les suivantes :

Puissance massique :
85 à 105 W par mètre cube du réacteur actif

Aération :
4 m³/m³·h par unité de volume du réacteur actif

Demande énergétique :
9 à 15 kWh par mètre cube de boues d'alimentation

11.8.2.1.5 Température et pH

Pour les besoins de la conception, une température moyenne de 55°C est utilisée dans le deuxième réacteur. Cette température peut être supérieure à 55°C mais elle ne devrait pas dépasser 65°C afin de prévenir la resolubilisation des matières organiques.

Les paramètres de conception qui ont l'effet le plus marqué sur la température de service comprennent l'efficacité du système d'aération, l'isolation des réacteurs, la gestion de la mousse dans le réacteur et le pré-épaississement des boues.

En général, il n'est pas nécessaire de contrôler le pH du procédé au moyen de critères de conception spéciaux. Les températures de service des réacteurs de digestion thermophile inhibent la nitrification, ce qui interdit les baisses de pH susceptibles de survenir dans un milieu

environment are not experienced. With a feed sludge pH of 6.5, pH values in the first reactor are typically near 7.2 and may approach 8.0 in the second reactor.

11.8.2.1.6 Foam Control

The foam layer in the treatment reactor plays an important role in the ATAD process, though this role has not been fully evaluated. The foam layer appears to improve oxygen utilization, enhance the biological activity, and provide insulation, but it retards the amount of air entering the reactor. The amount of foam should be optimized and not eliminated.

Treatment reactors are sized to accommodate about 0.5 to 1.0 m of freeboard, which is partially used as volume for foam development and control. Control consists of densifying the foam (i.e., breaking up the large foam bubbles) to form a compact layer floating above the liquid surface of the reactor.

11.8.2.1.7 Post Thickening / Dewatering

In general, the gravity thickening performance of the hot effluent sludge is poor immediately after treatment, due to the thermal convection currents that occur in a thickening tank. If the sludge is allowed to cool in the post-thickening/storage tank or additional heat exchangers exist that cool the sludge down, thickening performance is usually satisfactory. Old Imhoff tanks have been very suitable for post-thickening. Values of 6-9% TS are typically achieved.

11.8.2.1.8 Detailed Design Manual

The following sources contain detailed design information for natural wastewater treatment systems:

U.S. Environmental Protection Agency: *Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion of Municipal Wastewater Sludge*, EPA 625/ 10-90-007, Washington, DC, 1990.

11.8.2.2 Heat Drying

Heat drying of sludge involves the supply of auxiliary heat to mechanical drying processes in order to increase the vapour holding capacity of the ambient air and to provide the latent heat necessary for evaporation. Temperatures of greater than 80°C are required in this process.

nitrifiant. Lorsque les boues d'alimentation présentent un pH de 6,5, les valeurs de pH dans le premier réacteur se situent généralement autour de 7,2 et peuvent atteindre une valeur de 8,0 dans le deuxième réacteur.

11.8.2.1.6 Contrôle de la mousse

La couche de mousse dans le réacteur de traitement joue un rôle important dans le procédé DATA, bien que ce rôle n'ait pas été pleinement évalué. Cette couche de mousse semble améliorer l'utilisation de l'oxygène, accroître l'activité biologique et faire office d'isolant, mais elle réduit la quantité d'air qui pénètre dans le réacteur. Il convient donc d'optimiser la quantité de mousse et non pas d'éliminer totalement cette couche de mousse.

Les réacteurs de traitement sont dimensionnés de manière à offrir une hauteur libre de 0,5 à 1,0 m environ, volume qui est en partie utilisé pour la formation et le contrôle de la mousse. Les opérations de contrôle consistent à densifier la mousse (c.-à-d. à faire éclater les grosses bulles de mousse) en vue d'obtenir une couche compacte flottant à la surface du liquide du réacteur.

11.8.2.1.7 Post-épaississement et déshydratation

En général, le rendement d'épaississement gravitaire des boues d'effluent chaudes est faible immédiatement après le traitement à cause des courants de convection thermique présents dans le bassin d'épaississement. Si le bassin de post-épaississement et de stockage est conçu pour permettre le refroidissement des boues ou si l'installation est équipée d'échangeurs de chaleur supplémentaires assurant le refroidissement des boues, le rendement d'épaississement est habituellement satisfaisant. Les anciennes fosses Imhoff convenaient très bien au post-épaississement. Une teneur en solides de 6 à 9 % peut généralement être atteinte.

11.8.2.1.8 Manuel de conception détaillé

La source suivante contient de l'information de conception détaillée sur les systèmes de traitement des boues d'eaux usées municipales:

U.S. Environmental Protection Agency : *Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion of municipal Wastewater Sludge*, EPA 625/ 10-90-007, Washington, DC, 1990.

11.8.2.2 Séchage thermique

Dans le séchage thermique des boues, on ajoute aux procédés de séchage mécanique des sources de chaleur auxiliaires qui augmentent la capacité de rétention de la vapeur d'eau de l'air ambiant et fournissent la chaleur latente nécessaire à l'évaporation. Des températures supérieures à 80°C sont nécessaires dans ce procédé.

11.8.2.3 Heat Treatment

Heat treatment is a continuous process in which sludge is heated in a pressure vessel to temperatures up to 260°C for approximately 30 minutes. This serves as both a stabilization process and a conditioning process. It conditions the sludge by rendering the solids capable of being dewatered without the use of chemicals. When the sludge is subjected to the high temperatures and pressures, the thermal activity releases bound water and results in the coagulation of solids. In addition, hydrolysis of proteinaceous materials occurs, resulting in cell destruction and release of soluble organic compounds and ammonia nitrogen.

11.8.3 Restrictions for Sludge Utilization on Land

Sludge that has been treated by a PFRP may be required for land application in some jurisdictions or may have less restrictions placed on its disposal if it can be shown that the levels of pathogens and VSS have been reduced to the satisfaction of the regulatory authority.

11.9 SLUDGE RECYCLING AND DISPOSAL METHODS

When sludge recycling or disposal methods, such as utilization on land, land reclamation, incineration, lagoons and/or landfill are considered, pertinent requirements from the regulatory agency should be followed. Sludge quality will be a significant consideration in determine appropriate recycling or disposal options.

11.9.1 Sludge Utilization On Land

The program of land spreading of sludge may be a viable option depending upon the quality of the sludge and local conditions. Land application programs must also consider issues such as stabilization, storage, transportation, application, soil, crop and groundwater. Some jurisdictions allow sludge to be utilized on land provided that the sludge and lands meet the requirements listed in Appendix G. In New Brunswick, only sludge that has undergone further treatment to reduce pathogens as listed in Section G.1 and meets equivalent metal concentrations as those listed for category A compost in the Canadian Council of Ministers of the Environment Guidelines for Compost Quality can be utilized on land.

Proponents considering land application should discuss their plans in advance with provincial regulatory officials to determine whether their sludge quality is appropriate for land application.

11.8.2.3 Traitement thermique

Le traitement thermique est un procédé continu au cours duquel les boues sont réchauffées dans une cuve sous pression, à des températures pouvant atteindre 260°C pendant environ 30 minutes. Ce traitement est à la fois un procédé de stabilisation et un procédé de conditionnement. Les boues sont conditionnées de manière qu'il soit possible de déshydrater les solides sans utiliser de produits chimiques. Lorsque les boues sont soumises à des températures et à des pressions élevées, l'activité thermique libère l'eau liée et favorise la coagulation des matières solides. Il se produit également une hydrolyse des matières protéiniques, ce qui entraîne une destruction des cellules et libère des composés organiques solubles et de l'azote ammoniacal.

11.8.3 Restrictions pour l'utilisation des boues sur le sol

Certaines autorités peuvent exiger que les boues destinées à être épandues sur le sol soient préalablement traitées au moyen d'un procédé qui en réduit la teneur en agents pathogènes; toutefois, ces restrictions peuvent être moins rigoureuses s'il peut être démontré que les niveaux d'agents pathogènes et de matières volatiles en suspension ont été réduits conformément aux exigences de l'organisme de réglementation.

11.9 RECYCLAGE DES BOUES ET MÉTHODES D'ÉLIMINATION

Lorsqu'on envisage des méthodes de recyclage ou d'élimination de boues comme l'utilisation sur le sol, la bonification, l'incinération, la décantation ou la mise en décharge contrôlée, il convient de satisfaire aux exigences pertinentes de l'organisme de réglementation. La qualité des boues sera un facteur important dans la détermination des options appropriées de recyclage ou d'élimination.

11.9.1 Utilisation des boues sur le sol

L'épandage des boues sur le sol peut être une solution pratique, dans la mesure où la qualité des boues et les conditions locales s'y prêtent. Les programmes d'épandage sur le sol doivent également tenir compte de la stabilisation, du stockage, du transport, de l'application des boues ainsi que du sol, des cultures et de l'eau souterraine. Certaines autorités permettent l'utilisation de boues sur le sol à condition que les boues et la zone d'élimination satisfassent aux exigences énoncées à l'annexe G. Au Nouveau-Brunswick, on ne peut épandre sur le sol que les boues qui ont subi un traitement poussé visant à réduire les agents pathogènes, comme il est indiqué à la Section G.1, et qui présentent des concentrations de métaux équivalentes à celles qui sont prescrites pour le compost de classe A dans les lignes directrices sur la qualité du compost du Conseil canadien des ministres de l'environnement.

Les promoteurs qui envisagent l'épandage des boues sur le sol devraient consulter leurs organismes de réglementation provinciaux au moment de déterminer si la qualité des boues convient à l'épandage.

11.9.2 Sanitary Landfill

Sanitary landfilling of sludge, either separately or along with municipal solid waste, may be an acceptable means of ultimate sludge disposal.

The sludge must be stabilized prior to landfilling and daily soil cover must be provided. In N.S. organics are not normally permitted to be landfilled, however it could be used to help grow grass or cover material.

Sludge dewatering may be required prior to landfilling.

11.9.3 Incineration

Sludge incineration can be achieved in a multiple-hearth furnace. Particular attention is drawn to proper air pollution control of the stack gases to conform to the regulations of the regulatory agency.

Sludge dewatering is required prior to incineration.

11.9.4 Land Reclamation

Sewage sludge can be used to reclaim strip-mine spoils or other low-quality land. Particular attention is drawn to the potential for water contamination and excessive accumulation of trace elements.

11.9.5 Energy/Resource Recovery

Energy and resource recovery processes include (1) recovery and recycling of marketable constituents of sludge or sludge incinerator ash, (2) co-incineration of sludge with combustible solid waste to generate power or steam or (3) pyrolysis of sludge to produce useful by-products such as fuel gases, oils, tars or activated charcoal. If such techniques are used, a detailed description of the process and design data should accompany the plans.

Footnote References

1. Nova Scotia Environment and Labour, "Guidelines For Land Application and Storage of Biosolids in Nova Scotia", May 2004.

11.9.2 Mise en décharge contrôlée

La mise en décharge contrôlée des boues, seules ou mélangées à des déchets urbains, peut constituer un moyen acceptable d'élimination finale.

Il faut stabiliser les boues avant de les mettre en décharge contrôlée et prévoir une couverture journalière. En Nouvelle-Écosse, il n'est ordinairement pas permis d'éliminer les matières organiques dans une décharge contrôlée; toutefois, cette méthode pourrait être utilisée pour favoriser la croissance des herbes ou d'une couverture végétale.

Il peut être nécessaire de déshydrater les boues avant leur mise en décharge contrôlée.

11.9.3 Incinération

L'incinération de boues peut être réalisée dans un four à soles étagées. Il faut accorder une attention particulière au contrôle de la pollution atmosphérique par les gaz brûlés afin de satisfaire aux règlements de l'organisme de réglementation.

Il faut déshydrater les boues avant de les incinérer.

11.9.4 Bonification

Les boues d'égout peuvent être utilisées pour mettre en valeur des déblais de mine à ciel ouvert ou d'autres terres de mauvaise qualité. Il faut porter une attention particulière aux risques potentiels de contamination de l'eau et d'accumulation excessive d'éléments à l'état de trace.

11.9.5 Récupération de l'énergie et des ressources

Les procédés de récupération de l'énergie et des ressources comprennent 1) la récupération et le recyclage des constituants commercialisables des boues ou des cendres des incinérateurs à boues, 2) la co-incinération de boues et de déchets solides combustibles pour produire de l'énergie ou de la vapeur et 3) la pyrolyse des boues pour produire des sous-produits utiles comme des gaz combustibles, des huiles, du goudron ou du charbon actif. Si on utilise ces techniques, on devrait joindre aux plans une description détaillée des procédés et les données de conception.

Ouvrages de référence (notes de bas de page)

1. Nova Scotia Environment and Labour, "Guidelines For Land Application and Storage of Biosolids in Nova Scotia", mai 2004.

APPENDIX A

ANNEXE A

The Operator Certification and Plant Classification for each of the Atlantic Provinces are to be in accordance with the websites below:

Le certificat d'opérateur et la classification des usines de toutes les provinces de l'Atlantique doivent satisfaire aux exigences énoncées dans les sites Web ci-dessous :

Nova Scotia | Nouvelle-Écosse

<http://www.gov.ns.ca/just/regulations/regs/envwaste.htm>

Also in conjunction with the Facility Classification Standards:

Ils doivent également être conformes aux normes de classification des installations :

<http://www.gov.ns.ca/enla/water/docs/FacilityClassificationStandards.pdf>

Prince Edward Island | Île-du-Prince-Édouard

<http://www.gov.pe.ca/law/regulations/pdf/E&09-03.pdf>

New Brunswick | Nouveau-Brunswick

<http://www.acwwa.ca/education.htm>

Newfoundland and Labrador | Terre-Neuve et Labrador

http://www.env.gov.nl.ca/env/Env/waterres/Template_OTEC.asp#mark

<http://www.env.gov.nl.ca/env/Env/waterres/OETC/OETC.asp>

APPENDIX B MANPOWER REQUIREMENTS

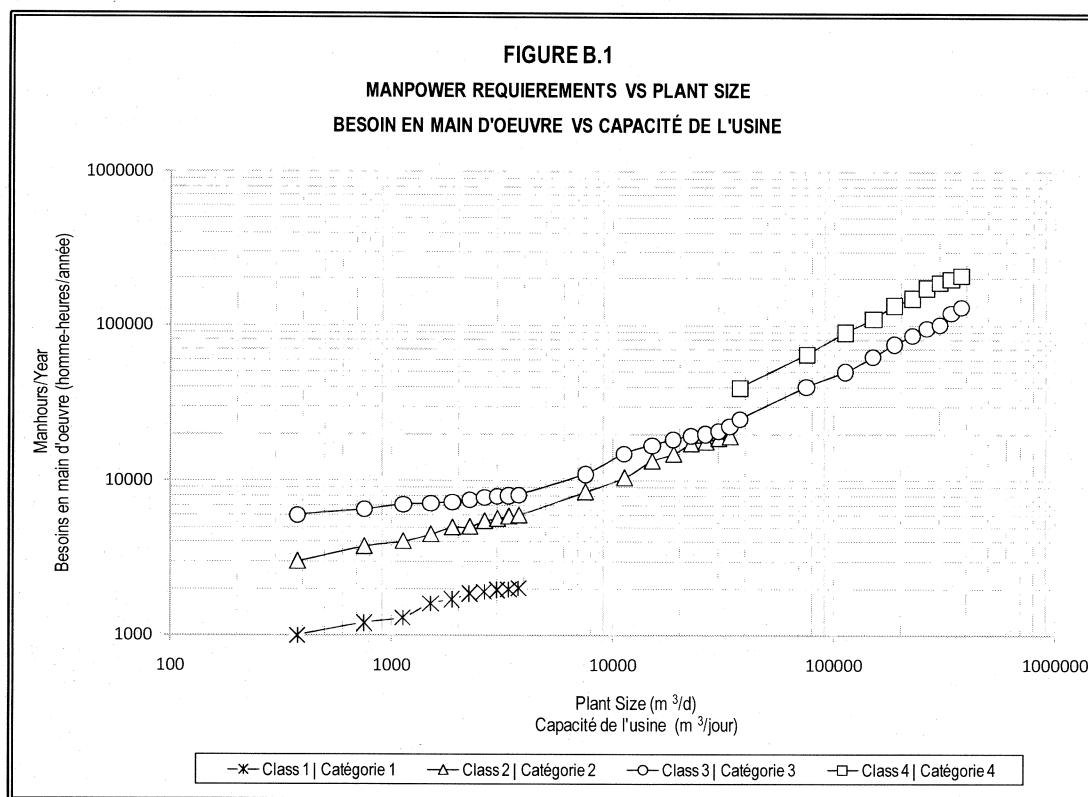
B.1 OPERATION AND MAINTENANCE MANHOURS

Figure B.1 outlines overall manpower requirements for each class of wastewater treatment facility over a wide range of average design flows. The information presented is to assist those seeking to project future wastewater treatment plant staffing requirements as a basis for planning of manpower training programs. The data can also be used as planning a guide for staffing requirements for individual conventional treatment plants, provided recognition is given to the "average" nature of the estimating data, and judgement is applied regarding specific local circumstances.

ANNEXE B BESOINS EN MAIN-D'OEUVRE

B.1 HEURES D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

La figure B.1 décrit les besoins globaux en main-d'œuvre pour chaque catégorie d'usine d'épuration d'eaux usées et pour divers débits moyens de conception. L'information présentée vise à aider les personnes qui souhaitent prévoir les besoins futurs de personnel afin de planifier des programmes de formation de la main-d'œuvre. On peut également utiliser les données comme guide de planification des besoins de personnel pour différentes usines d'épuration classiques, mais il faut savoir que ces données sont des données estimatives « moyennes » et tenir compte des conditions locales particulières.



B.2 REQUISITE SKILLS

Individual wastewater treatment personnel may generally be classed into one of the following groups:

- Supervisory personnel;
- Operating personnel;
- Maintenance personnel; or
- Laboratory technical.

Figure B.2 presents an organizational chart for a hypothetical wastewater treatment plant, and outlines

B.2 COMPÉTENCES REQUISES

On peut généralement classer comme suit le personnel des usines d'épuration d'eaux usées :

- personnel de surveillance;
- personnel d'exploitation;
- personnel d'entretien;
- techniciens de laboratoire.

La figure B.2 présente un organigramme d'une usine d'épuration d'eaux usées théorique et définit ces quatre

these four general classes. This figure also illustrates the relative positions of personnel of differing responsibilities.

grandes catégories. Cette figure montre également les positions relatives et les responsabilités propres à chaque catégorie de personnel.

FIGURE B.2
ORGANIZATIONAL CHART
CONVENTIONAL WASTEWATER TREATMENT PLANT

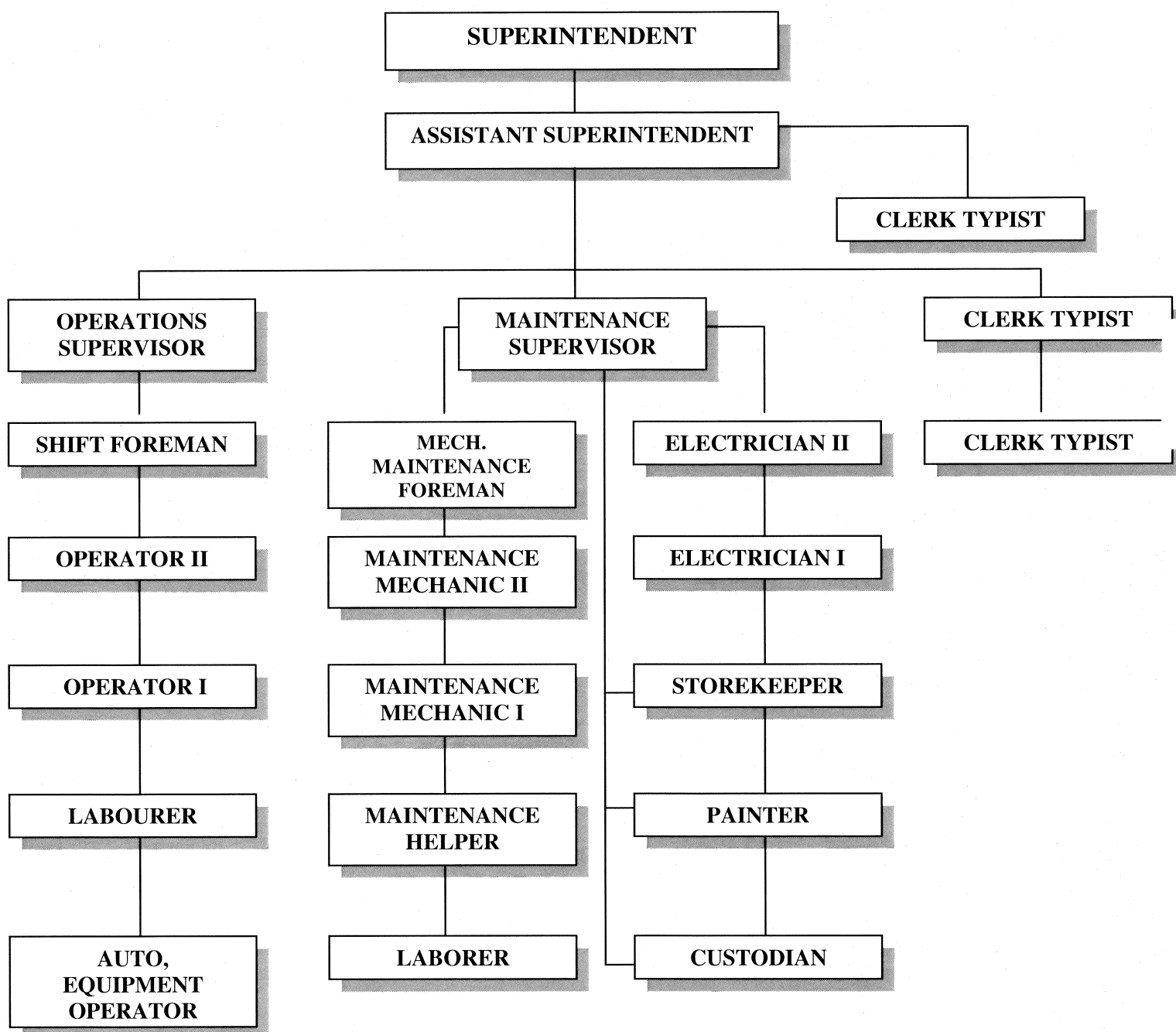
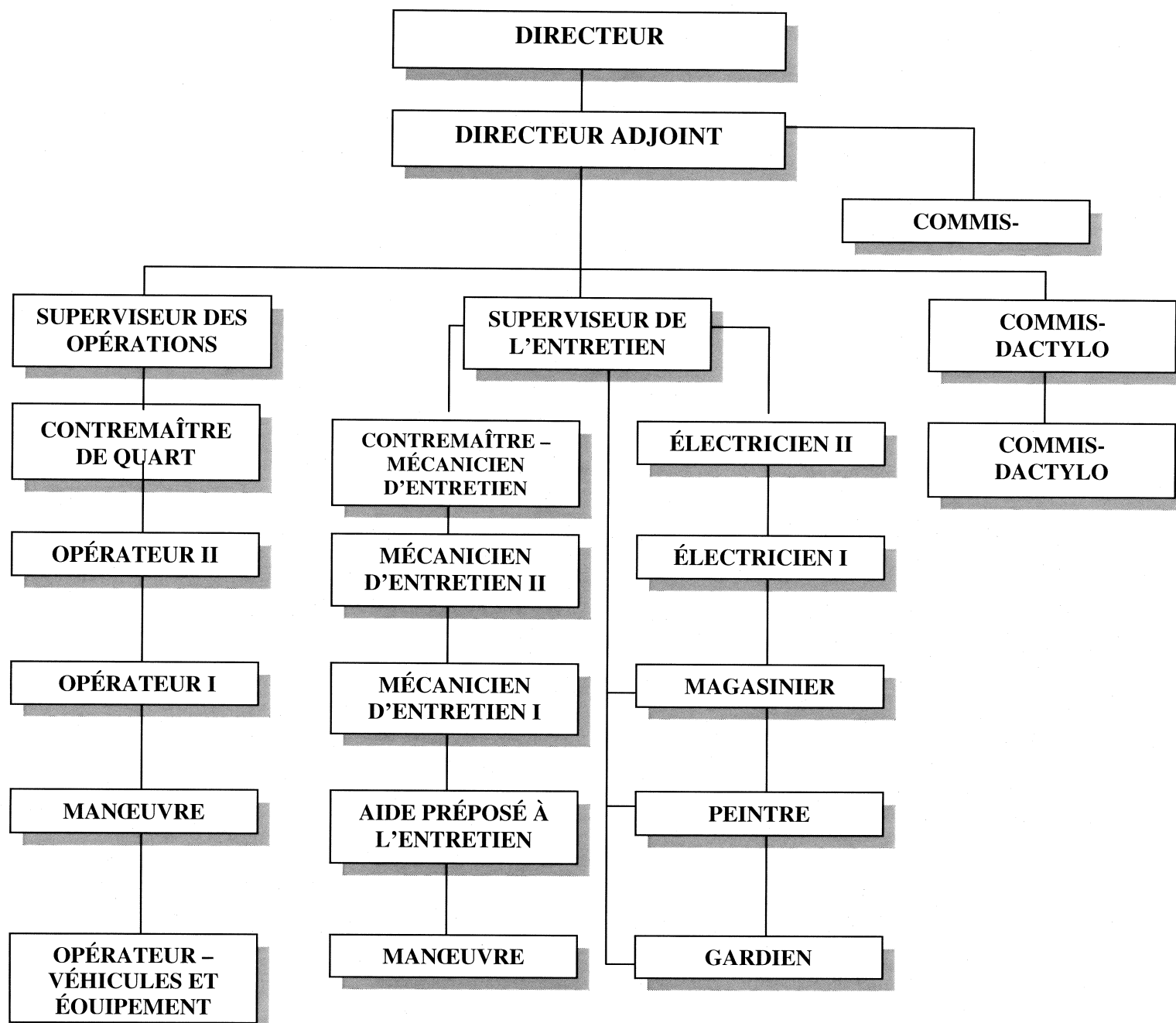


FIGURE B.2
ORGANIGRAMME
USINE D'ÉPURATION D'EAUX USÉES CLASSIQUE



The following skill requirements are minimal for successful performance of specific required duties. These are only a guide and additional requirements for the particular plant location should be analyzed.

- Supervisory Personnel (level of ability depends on size and type of plant - at least high school education or equivalent, should display better than average ability to:
 1. Use and manipulate basic arithmetic and geometry.
 2. Think in terms of general chemistry and physical sciences.
 3. Understand biological and biochemical actions.
 4. Grasp meaning of written communications.
 5. Express thoughts clearly and effectively, both verbally and in writing.

In addition, supervisory personnel are often responsible for:

1. Public relations
 2. Bookkeeping
 3. Analysis and presentation of data
 4. Budget requests
 5. Report writing
 6. Personnel
 7. Safety educational program
 8. Contracts, specifications and codes
 9. Estimates and costs
 10. Plant Library
- Laboratory Technicians - require training in laboratory procedures and mathematics
 - Operating Personnel - require training in:
 1. Fundamentals of wastewater treatment processes, including chemistry and biology.
 - Maintenance Personnel - must be familiar with and capable of:
 1. Mechanical repairs
 2. Electrical and electronic repairs.

Vous trouverez ci-après les compétences minimales nécessaires pour accomplir efficacement les tâches particulières demandées. Il ne s'agit ici que d'exigences générales, et il pourra être nécessaire d'adopter d'autres exigences pour chaque emplacement.

- Personnel de surveillance (le niveau de compétence dépend de la taille et du type d'usine – Devrait détenir au moins une attestation d'études secondaires ou l'équivalent et démontrer une aptitude supérieure à la moyenne lorsqu'il s'agit :
 1. d'utiliser et de manipuler l'arithmétique et la géométrie de base;
 2. de réfléchir en termes de chimie et de physique;
 3. de comprendre les actions biologiques et biochimiques.
 4. de saisir le sens des communications écrites;
 5. d'exprimer clairement et efficacement sa pensée, verbalement et par écrit.

Autres responsabilités courantes du personnel de surveillance :

1. Relations publiques
 2. Comptabilité
 3. Analyse et présentation des données
 4. Demandes de crédits budgétaires
 5. Rédaction de rapports
 6. Personnel
 7. Programme d'éducation en matière de sécurité
 8. Contrats, devis et codes
 9. Prévisions budgétaires et coûts
 10. Bibliothèque de l'usine
- Techniciens de laboratoire – Doivent avoir reçu une formation en procédures de laboratoire et en mathématiques
 - Personnel d'exploitation – Doit avoir reçu une formation sur :
 1. les principes fondamentaux des procédés d'épuration des eaux usées, notamment en chimie et en biologie.
 - Personnel d'entretien – Doit connaître et pouvoir exécuter les tâches suivantes :
 1. Réparation de matériel mécanique
 2. Réparation de matériel électrique et électronique.

B.2.1 Additional Skills Requirement for Collection and Treatment System Personnel

In addition to these skills, the Association of Boards of Certification (ABC) skill requirement for collection and treatment system personnel has been updated with permission from the Association of Boards of Certification.

B.2.1.1 Introduction

As part of the development of its certification exams, the Association of Boards of Certification (ABC) conducted a job analysis of wastewater treatment operators during 1980 and 1981. The purpose of the job analysis was to identify the essential job tasks performed by wastewater treatment operators and the capabilities required to competently perform these job tasks. The results of this job analysis provided ABC with the foundation for the development of valid wastewater treatment certification exams. These exams were offered by ABC for the first time in 1982.

In 1997, ABC updated the results of its previous job analysis by conducting a national survey of wastewater treatment operators. A new job analysis was conducted to re-evaluate the tasks performed by wastewater treatment operators. The results of the job analysis determine the content of the wastewater treatment certification exams. This includes evaluating existing questions and writing new questions for the certification exams.

The Need-to-Know Criteria was developed from the results of ABC's 1997 wastewater treatment operator job analysis. The information in this document reflects the essential job tasks performed by operators and their requisite capabilities. This document is intended to be used by certification programs and trainers to help prepare operators for entry into the profession.

B.2.1.2 How the Job Analysis was Done

Committee Meetings

A six-member job analysis committee was formed to provide technical assistance in the development of the wastewater treatment operator job analysis. At first, this committee developed the list of the important job tasks performed by wastewater treatment operators. The committee also verified the technical accuracy, clarity, and comprehensiveness of the job tasks. Next, the committee identify the capabilities (i.e., knowledge, skills, and abilities) required to perform the job tasks identified during the previous committee meeting. Identification of capabilities was done on a task by task basis, so that a link was established between each task statement and requisite capability. This process resulted in a final list of 288 job tasks and 124 capabilities.

B.2.1 Autres compétences additionnelles que doit posséder le personnel responsable des réseaux d'assainissement municipaux

Outre ces compétences, les compétences qu'exige l'Association of Boards of Certification (ABC) du personnel responsable des réseaux d'assainissement municipaux ont été mises à jour avec l'autorisation de l'association.

B.2.1.1 Introduction

Dans le cadre de l'élaboration de ses examens de certification, l'Association of Boards of Certification (ABC) a analysé les tâches des opérateurs d'usine d'épuration d'eaux usées durant les années 1980 et 1981. Cette analyse visait à identifier les tâches essentielles accomplies par les opérateurs d'usine d'épuration d'eaux usées ainsi que les compétences nécessaires pour exécuter correctement ces tâches. L'ABC a utilisé les résultats de cette analyse pour élaborer des examens de certification valables dans le domaine de l'épuration des eaux usées. L'ABC a offert ces examens pour la première fois en 1982.

En 1997, ABC a mis à jour les résultats de cette analyse de tâches en menant une enquête nationale sur les opérateurs d'usine d'épuration d'eaux usées. On a procédé à cette nouvelle analyse afin de réévaluer les tâches accomplies par les opérateurs d'usine d'épuration. Les résultats de cette analyse ont déterminé le contenu des examens de certification en épuration d'eaux usées puisqu'ils ont permis d'évaluer les questions existantes et de formuler de nouvelles questions.

Le critère fondé sur le besoin de connaître a été mis au point à partir des résultats de l'analyse des tâches des opérateurs d'usine d'épuration effectuée par ABC en 1997. L'information contenue dans ce document tient compte des tâches essentielles accomplies par les opérateurs ainsi que celles requises pour accomplir ces tâches. Ce document devrait aider les responsables des programmes de certification et les formateurs à préparer les opérateurs à exercer leur nouveau métier.

B.2.1.2 Méthodologie de l'analyse des tâches

Réunions de comité

On a constitué un comité d'analyse des tâches de six membres devant offrir une assistance technique dans l'élaboration des tâches des opérateurs d'usine d'épuration d'eaux usées. Au cours de la première réunion, ce comité a dressé la liste des principales tâches effectuées par les opérateurs. Il a également vérifié l'exactitude technique, la clarté et l'étendue des tâches. Le comité s'est réuni une deuxième fois pour identifier les compétences (connaissances, habiletés et aptitudes) nécessaires à l'accomplissement des tâches identifiées au cours de la première réunion. L'identification des compétences a été effectuée au cas par cas, de sorte qu'un lien a pu être établi entre les énoncés de tâche et les compétences nécessaires. On a ainsi obtenu une liste finale de 288 tâches et de 124 compétences.

Task Inventory

A task inventory was developed from the data collected during the committee meetings. The inventory included 8-point rating scales for frequency of performance and seriousness of inadequate or incorrect performance. These two rating scales were used because they provide useful information (i.e., how critical each task is and how frequently each task is performed) pertaining to certification.

The task inventory also included a background information section where demographic data such as gender, age, ethnic origin, educational level attained, work experience, and certification level were collected. Space was provided at the end of the inventory for operators to list any important tasks performed on their job which were not included on the inventory and to make general comments.

The task inventory was sent to 524 certified wastewater treatment operators throughout the United States and Canada. Three hundred thirteen out of the 524 inventories mailed were returned for a response rate of 60%. 17% of the respondents were class I operators, 30% were class II operators, 26% were class III operators, and 27% were class IV operators.

Results

The mean, standard deviation, and the percentage of respondents performing each task statement were computed. The mean was used to determine the importance of items and the standard deviation was used to identify items with a wide variation in responses. The percentage of respondents performing each task statement was used to identify tasks and capabilities commonly performed by operators throughout the United States and Canada.

A criticality value of 2 (mean seriousness rating) + mean frequency rating was calculated for each item on the inventory. This formula gives extra weight to the seriousness rating in determining critical items and was appropriate because it emphasized the purpose of certification—to provide competent operators.

B.2.1.3 Core Competencies

Tasks and their requisite capabilities performed by at least 50% of the respondents and with a criticality value of 13 or greater were designated as core competencies. They were the most important and commonly performed job tasks and capabilities. The core competencies were considered the essential tasks and capabilities for wastewater treatment operators.

Répertoire des tâches

On a mis au point un répertoire des tâches à partir des données recueillies au cours des réunions du comité. Dans ce répertoire, on évalue sur des échelles de 8 points la fréquence d'exécution des tâches et les conséquences d'une exécution inadéquate ou incorrecte. On a utilisé ces deux échelles parce qu'elles permettent d'obtenir des renseignements utiles (criticité de chaque tâche et fréquence de chaque tâche) pour la certification.

Le répertoire des tâches comprenait également une section de renseignements généraux renfermant des données démographiques, comme le sexe, l'âge, l'origine ethnique, le niveau d'instruction atteint, l'expérience professionnelle et le niveau de certification. Un espace a été prévu à la fin du répertoire pour permettre aux opérateurs d'inscrire les tâches importantes qui ne sont pas mentionnées dans le répertoire et d'ajouter des commentaires d'ordre général.

On a fait parvenir le répertoire des tâches à 524 opérateurs d'usine d'épuration certifiés des États-Unis et du Canada. Trois cent treize des 524 répertoires postés ont été retournés, ce qui correspond à un taux de réponse de 60 %. Dix-sept pour cent des répondants étaient des opérateurs de classe I, 30 %, des opérateurs de classe II, 26 %, des opérateurs de classe III, et 27 %, des opérateurs de classe IV.

Résultats

On a calculé la moyenne, l'écart type et le pourcentage de répondants pour chaque tâche énoncée. On a utilisé la moyenne pour déterminer l'importance des éléments et l'écart type pour identifier les éléments pour lesquels on a observé une variation importante des réponses. On a utilisé le pourcentage de répondants pour chaque tâche énoncée pour identifier les tâches et les compétences communes aux opérateurs des États-Unis et du Canada.

On a calculé une valeur de criticité de 2 (évaluation moyenne de l'importance) et une valeur moyenne de fréquence pour chaque élément du répertoire. Cette formule permet de pondérer davantage l'évaluation de l'importance au moment de déterminer les éléments critiques et elle a été jugée appropriée parce qu'elle souligne le bien-fondé de la certification, c'est-à-dire former des opérateurs compétents.

B.2.1.3 Compétences de base

Les tâches et les compétences communes à au moins 50 % des répondants et pour lesquelles on a obtenu une valeur de criticité de 13 ou plus ont été désignées « compétences de base ». Il s'agit des tâches et des compétences les plus importantes et les plus courantes. Les compétences de base sont considérées comme des tâches et des compétences essentielles pour les opérateurs d'usine d'épuration d'eaux usées.

Because the results reflect only those tasks performed by at least 50% of the respondents and with a criticality value of 13 or greater, some frequently performed tasks will be missing from the results. For example, a task may be performed every day but if the potential seriousness of inadequate or incorrect performance is negligible the task will not appear in the results. Because the purpose of certification is to protect the public, it was not reasonable to include tasks of negligible seriousness.

The following table lists the core competencies for wastewater treatment operators. This table is not broken down for each class level of operator. Therefore, there may be job tasks and capabilities that are common in one level and not in others. Because operators may move from one facility to another, they should have a basic understanding of the common job tasks performed at various facilities throughout the United States and Canada.

The core competencies in the table are clustered into eight job duties that are performed by each level of wastewater treatment operator: establish safety plans and apply safety procedures; monitor, evaluate, and adjust treatment processes; evaluate physical characteristics of wastestream; perform and interpret laboratory analyses; operate equipment; evaluate operation of equipment; perform preventive and corrective maintenance; and perform administrative duties. Following each job duty is a listing of the job tasks and capabilities that are associated with that duty.

B.2.1.4 Core Competencies for Wastewater Treatment Operators

Establish safety plans and apply safety procedures

Plans and procedures include:

- Blood borne pathogens
- Chemical hazard communication
- Confined space entry
- Electrical grounding
- Facility upset
- First-aid
- General safety and health
- Lifting
- Lock-out/tag-out
- Personal hygiene
- Personal protective equipment
- Respiratory protection
- Slips, trips, and falls
- Spill response
- Traffic control
- Transportation

Étant donné que les résultats ne tiennent compte que des tâches accomplies par au moins 50 % des répondants et pour lesquelles on a obtenu une valeur de criticité de 13 ou plus, un certain nombre de tâches fréquemment exécutées ne figureront pas dans les résultats. Ainsi, une tâche peut être accomplie chaque jour mais, si les conséquences d'une exécution inadéquate ou incorrecte sont négligeables, cette tâche n'apparaîtra pas dans les résultats. Comme la certification vise à protéger la population, il n'était pas justifié d'inclure les tâches associées à des conséquences négligeables.

Le tableau suivant dresse une liste des compétences de base que doivent posséder les opérateurs d'usine d'épuration d'eaux usées. Les compétences de base ne sont pas décomposées pour chaque classe d'opérateurs. Par conséquent, certaines tâches peuvent être courantes à l'intérieur d'une classe et non dans les autres. Comme les opérateurs peuvent se déplacer d'une installation à une autre, ils devraient avoir une connaissance élémentaire des tâches courantes exécutées dans les différentes installations américaines et canadiennes.

Les compétences de base figurant dans le tableau sont regroupées en huit fonctions exécutées par chaque classe d'opérateurs : mettre au point les plans de sécurité et appliquer les procédures de sécurité; surveiller, évaluer et régler les procédés de traitement; évaluer les caractéristiques physiques du flux d'égouts; effectuer et interpréter les analyses en laboratoire; manœuvrer l'équipement; évaluer le fonctionnement de l'équipement; effectuer un entretien préventif et correctif; et accomplir des tâches administratives. Chaque fonction est suivie d'une liste des tâches et des compétences associées à cette fonction.

B.2.1.4 Compétences de base que doivent posséder les opérateurs de l'usine d'épuration d'eaux usées

Mettre au point les plans de sécurité et appliquer les procédures de sécurité

Plans et procédures :

- Pathogènes à diffusion hématogène
- Communication des risques chimiques
- Entrée dans les espaces clos
- Mise à la terre électrique
- Perturbation des installations
- Premiers soins
- Sécurité et santé générales
- Levage
- Verrouillage et étiquetage
- Hygiène personnelle
- Équipement de protection individuel
- Protection respiratoire
- Dérapages, faux pas et chutes
- Intervention en cas de déversement
- Contrôle de la circulation
- Transport

Required capabilities:

- Ability to assess likelihood of disaster occurring
- Ability to communicate safety hazards verbally and in writing
- Ability to demonstrate safe work habits
- Ability to follow written procedures
- Ability to identify potential safety hazards
- Ability to recognize unsafe work conditions
- Ability to select and operate safety equipment
- Knowledge of emergency plans
- Knowledge of potential causes and impact of disasters on facility
- Knowledge of safety regulations

Monitor, Evaluate, and Adjust Processes

Processes include:

- Activated sludge
- Chemical addition
- Clarifiers
- Disinfection
- Grit removal
- Pumping of main flow
- Screens
- Solids handling

Required capabilities:

- Ability to adjust chemical feed rates, flow patterns, and process units
- Ability to calculate dosage rates
- Ability to confirm chemical strength
- Ability to evaluate, diagnose, and troubleshoot process units
- Ability to interpret Material Safety Data Sheets
- Ability to maintain processes in normal operating conditions
- Ability to measure and prepare chemicals
- Ability to perform basic math and process control calculations
- Knowledge of biological science
- Knowledge of general chemistry
- Knowledge of general electrical principles
- Knowledge of mechanical principles
- Knowledge of normal chemical range
- Knowledge of personal protective equipment
- Knowledge of principles of measurement
- Knowledge of proper application, handling, and storage of chemicals
- Knowledge of proper lifting procedures

Compétences nécessaires :

- Aptitude à évaluer la probabilité d'un désastre
- Aptitude à communiquer verbalement et par écrit les risques pour la sécurité
- Aptitude à faire une démonstration d'habitudes de travail sécuritaires
- Aptitude à suivre les procédures écrites
- Aptitude à reconnaître les situations potentiellement dangereuses
- Aptitude à reconnaître les conditions de travail non sécuritaires
- Aptitude à choisir et à manœuvrer l'équipement en toute sécurité
- Connaissance des plans d'urgence
- Connaissance des causes possibles des désastres et des répercussions pour la station
- Connaissance des règlements de sécurité

Surveiller, évaluer et régler les procédés

Procédés :

- Boues activées
- Apports chimiques
- Clarification
- Désinfection
- Dessablage
- Pompage du flux principal
- Filtres
- Manutention des matières solides

Compétences nécessaires :

- Aptitude à régler les débits d'alimentation en produits chimiques, les courbes de débit et les unités de traitement
- Aptitude à calculer les dosages
- Aptitude à confirmer la concentration en produits chimiques
- Aptitude à évaluer, à diagnostiquer et à dépanner les unités de traitement
- Aptitude à interpréter les fiches signalétiques
- Aptitude à maintenir les procédés dans des conditions normales de fonctionnement
- Aptitude à mesurer et à préparer les produits chimiques
- Aptitude à effectuer les calculs mathématiques de base et de contrôle de procédé
- Connaissance des sciences biologiques
- Notions générales de chimie
- Connaissance des principes généraux d'électricité
- Connaissance des principes de mécanique
- Connaissance des plages normales de concentrations en produits chimiques
- Connaissance de l'équipement de protection individuel
- Connaissance des principes de mesure
- Connaissance de l'utilisation, de la manutention et du stockage appropriés des produits chimiques
- Connaissance des méthodes de levage appropriées

- Knowledge of regulations
- Knowledge of wastewater treatment concepts and treatment processes

Evaluate Physical Characteristics of Wastestream

Characteristics Include:

- Colour
- Flow pattern
- Foam
- Mixing pattern
- Odour
- Solids concentration
- Volume

Required capabilities:

- Ability to communicate observations verbally and in writing
- Ability to discriminate between normal and abnormal conditions
- Knowledge of normal characteristics of wastewater

Perform and Interpret Laboratory Analyses

Analyses Include:

- 5-day biochemical oxygen demand
- Ammonia
- Chlorine residual
- Coliform
- Dissolved oxygen
- pH
- Settleable solids
- Temperature
- Total suspended solids
- Volatile suspended solids

Required capabilities:

- Ability to calibrate instruments
- Ability to follow written procedures
- Ability to interpret Material Safety Data Sheets
- Ability to perform laboratory calculations
- Ability to recognize abnormal analytical results
- Knowledge of biological science
- Knowledge of general chemistry
- Knowledge of laboratory equipment and procedures
- Knowledge of normal characteristics of wastewater
- Knowledge of principles of measurement
- Knowledge of proper chemical handling and storage
- Knowledge of quality control and assurance practices
- Knowledge of safety regulations
- Knowledge of sampling procedures
- Knowledge of Standard Methods

- Connaissance des règlements
- Connaissance des concepts et des procédés de traitement des eaux usées

Évaluer les caractéristiques physiques des eaux usées

Caractéristiques :

- Couleur
- Courbes de débit
- Mousse
- Méthode de mélange
- Odeur
- Concentration en matières solides
- Volume

Compétences nécessaires :

- Aptitude à communiquer des observations verbalement et par écrit
- Aptitude à distinguer des conditions normales de conditions anormales
- Connaissance des caractéristiques normales des eaux usées

Effectuer et interpréter les analyses de laboratoire

Analyses :

- Demande biochimique en oxygène après 5 jours
- Ammoniac
- Chlore résiduel
- Coliformes
- Oxygène dissous
- pH
- Matières décantables
- Température
- Matières totales en suspension
- Matières volatiles en suspension

Compétences nécessaires :

- Aptitude à étalonner les instruments
- Aptitude à suivre les procédures écrites
- Aptitude à interpréter les fiches signalétiques
- Aptitude à effectuer des calculs de laboratoire
- Aptitude à déceler des résultats d'analyse anormaux
- Connaissance des sciences biologiques
- Connaissance de la chimie générale
- Connaissance de l'équipement et des applications de laboratoire
- Connaissance des caractéristiques normales des eaux usées
- Connaissance des principes de mesure
- Connaissance de la manutention et du stockage appropriés des produits chimiques
- Connaissance des pratiques de contrôle et d'assurance de la qualité
- Connaissance des règlements de sécurité
- Connaissance des méthodes d'échantillonnage
- Connaissance des Standard Methods

Operate Equipment

Equipment Include:

- Backflow prevention devices
- Blowers and compressors
- Chemical feeders
- Computers
- Digesters
- Drives
- Electronic testing equipment
- Engines
- Generators
- Heavy vehicles
- Hydraulic equipment
- Instrumentation
- Motors
- Pneumatic equipment
- Pumps
- Valves

Required capabilities:

- Ability to adjust operation of equipment
- Ability to evaluate operation of equipment
- Ability to monitor operation of equipment
- Knowledge of electrical & mechanical principles
- Knowledge of function of tools
- Knowledge of safety regulations
- Knowledge of start-up and shut-down procedures
- Knowledge of wastewater treatment concepts

Evaluate Operation of Equipment

Characteristics Include:

- Read meters
- Read charts
- Read pressure gauges
- Check speed of equipment
- Measure temperature of equipment
- Inspect equipment for abnormal conditions

Required capabilities:

- Ability to discriminate between normal and abnormal conditions
- Ability to monitor and adjust equipment
- Ability to report findings
- Knowledge of electrical & mechanical principles
- Knowledge of process control instrumentation

Manœuvrer l'équipement

Équipement :

- Dispositifs anti-refoulement
- Ventilateurs et compresseurs
- Doseurs de réactif
- Ordinateurs
- Digesteurs
- Systèmes d'entraînement
- Matériel d'essai électronique
- Moteurs
- Groupes électrogènes
- Poids lourds
- Équipement hydraulique
- Instruments
- Moteurs
- Équipement pneumatique
- Pompes
- Robinetterie

Compétences nécessaires :

- Aptitude à régler le fonctionnement de l'équipement
- Aptitude à évaluer le fonctionnement de l'équipement
- Aptitude à surveiller le fonctionnement de l'équipement
- Connaissance des principes d'électricité et de mécanique
- Connaissance de la fonction des outils
- Connaissance des règlements de sécurité
- Connaissance des procédures de mise en marche et d'arrêt
- Connaissance des concepts d'épuration des eaux usées

Évaluer le fonctionnement de l'équipement

Caractéristiques :

- Lecture d'appareils de mesure
- Lecture de tableaux
- Lecture de manomètres
- Vérification de la vitesse de l'équipement
- Mesure de la température de l'équipement
- Détection de conditions anormales de fonctionnement de l'équipement

Compétences nécessaires :

- Aptitude à distinguer des conditions normales de conditions anormales
- Aptitude à surveiller et à régler l'équipement
- Aptitude à consigner des résultats
- Connaissance des principes de mécanique et d'électricité
- Connaissance des instruments de contrôle de procédé

Perform Preventive and Corrective Maintenance

Equipment Includes:

- Blowers and compressors
- Chemical feeders
- Generators
- Instrumentation
- Motors
- Pumps

Required capabilities:

- Ability to assign work to proper trade
- Ability to calibrate equipment
- Ability to diagnose and troubleshoot units
- Ability to differentiate between preventive and corrective maintenance
- Ability to discriminate between normal and abnormal conditions
- Ability to follow written procedures
- Ability to perform general maintenance
- Ability to record information
- Knowledge of electrical and mechanical principles
- Knowledge of facility operation and maintenance
- Knowledge of safety regulations
- Knowledge of start-up and shut-down procedures

Perform Administrative Duties

Tasks Include:

- Control employee work activities
- Establish recordkeeping systems for facility
- Plan and organize work activities
- Record information relating to facility performance
- Respond to complaints
- Write internal, state, and federal reports

Required capabilities:

- Ability to determine what information needs to be recorded
- Ability to evaluate employee & facility performance
- Ability to interpret and transcribe data
- Ability to organize information & follow written procedures
- Ability to perform basic math
- Ability to translate technical language into common terminology
- Knowledge of facility operation & maintenance

Effectuer l'entretien préventif et correctif

Équipement :

- Ventilateurs et compresseurs
- Doseurs de réactif
- Groupes électrogènes
- Instruments
- Moteurs
- Pompes

Compétences requises :

- Aptitude à assigner le travail au corps de métier approprié
- Aptitude à étalonner l'équipement
- Aptitude à diagnostiquer et à dépanner les unités/appareils
- Aptitude à distinguer un entretien préventif d'un entretien correctif
- Aptitude à distinguer des conditions normales de conditions anormales
- Aptitude à suivre des procédures écrites
- Aptitude à effectuer un entretien général
- Aptitude à enregistrer de l'information
- Connaissance des principes de mécanique et d'électricité
- Connaissance du fonctionnement et de l'entretien de l'installation
- Connaissance des règlements de sécurité
- Connaissance des procédures de mise en marche et d'arrêt

Accomplir les tâches administratives

Tâches :

- Contrôle du travail des employés
- Mise au point de systèmes de tenue de dossiers pour la station
- Planification et organisation du travail
- Enregistrement de l'information sur la performance de l'installation
- Traitement des plaintes
- Établissement de rapports internes, provinciaux et fédéraux

Compétences nécessaires :

- Aptitude à déterminer l'information à consigner
- Aptitude à évaluer le rendement des employés et de l'installation
- Aptitude à interpréter et à transcrire des données
- Aptitude à organiser l'information et à suivre des procédures
- Aptitude à effectuer des opérations mathématiques de base
- Aptitude à traduire des termes techniques en termes courants
- Connaissance du fonctionnement et de l'entretien de l'installation

- Knowledge of monitoring & reporting requirements
- Knowledge of principles of general communication
- Knowledge of principles of management
- Knowledge of principles of public relations
- Knowledge of principles of supervision
- Knowledge of recordkeeping functions & policies
- Knowledge of regulations

- Connaissance des exigences en matière de surveillance et d'établissement de rapports
- Connaissance des principes de communication générale
- Connaissance des principes de gestion
- Connaissance des principes de relations publiques
- Connaissance des principes de surveillance
- Connaissance des fonctions et des politiques relatives à la tenue de dossiers
- Connaissance des règlements

B.2.1.5 Wastewater Treatment Certification Exams

The wastewater treatment certification exams evaluate an operator's knowledge of tasks related to the treatment and disposal of wastewater and are intended for the certification of wastewater treatment operators. The content of the exams was determined from the results of the job analysis. To successfully take an ABC exam, an operator must demonstrate knowledge of the core competencies in this document. Because certificates may be used to work in various treatment facilities, the exams may include technologies that are not used in each facility but are commonly used in many facilities.

Four levels of certification are offered by ABC, with class I being the lowest level and class IV the highest level. Each exam consists of 100 multiple-choice questions. The specifications for the exams are based on a weighting of the job analysis results so that they reflect the criticality of tasks performed on the job. The specifications list the percentage of questions on the exam that fall under each job duty. For example, the ABC class I exam consists of 24 questions relating to the job duty "establish safety plans and apply safety procedures" and its associated tasks and capabilities. For a list of tasks and capabilities associated with each job duty, please refer to the list of core competencies on the previous pages.

B.2.1.5 Examens de certification en épuration des eaux usées

Les examens de certification en épuration des eaux usées permettent d'évaluer le niveau de connaissance de l'opérateur dans les tâches associées à l'épuration et au rejet des eaux usées et visent à accréditer les opérateurs de l'usine d'épuration. La teneur des examens a été déterminée à partir des résultats de l'analyse des tâches. Pour réussir un examen de l'ABC, un opérateur doit démontrer qu'il possède les connaissances de base décrites dans le présent document. Étant donné que les certificats permettent aux opérateurs de travailler dans différentes usines d'épuration, les examens peuvent porter sur des technologies qui ne sont pas utilisées dans toutes les usines mais qui sont couramment employées dans de nombreuses installations.

Quatre niveaux de certification sont offerts par l'ABC, la classe I correspondant au niveau le plus bas et la classe IV, au niveau le plus élevé. Chaque examen comporte 100 questions à choix multiple. Les spécifications des examens sont fondées sur une pondération des résultats de l'analyse des tâches et donc, sur la criticité des tâches réelles liées à l'emploi. Les spécifications indiquent les pourcentages de questions de l'examen qui correspondent à chaque fonction. Ainsi, l'examen de classe I de l'ABC comprend 24 questions associées à la fonction « Mettre au point les plans de sécurité et appliquer les procédures de sécurité » ainsi qu'aux tâches et aux compétences connexes. Pour obtenir une liste des tâches et des compétences associées à chaque fonction, consulter la liste des compétences de base aux pages précédentes.

ABC Wastewater Treatment Exam Specifications
Spécifications de l'examen sur l'épuration des eaux usées de l'ABC

Job Duty Fonction	Class Classe I	Class Classe II	Class Classe III	Class Classe IV
Establish safety plans & apply safety procedures Mettre au point les plans de sécurité et appliquer les procédures de sécurité	24%	21%	20%	22%
Monitor/evaluate/adjust treatment processes Surveiller, évaluer et régler les procédés de traitement	15%	24%	21%	22%
Evaluate physical characteristics of wastestream Évaluer les caractéristiques physiques des eaux usées	8%	7%	6%	5%
Perform/interpret laboratory analyses Effectuer et interpréter les analyses de laboratoire	14%	14%	16%	17%
Operate equipment Manœuvrer l'équipement	15%	13%	14%	11%
Evaluate operation of equipment Évaluer le fonctionnement de l'équipement	7%	6%	6%	5%
Perform preventive/corrective maintenance Effectuer l'entretien préventif et correctif	6%	4%	3%	3%
Perform administrative duties Effectuer les tâches administratives	11%	11%	14%	15%

B.2.1.6 Suggested References

The following manuals are recommended for operators interested in learning how to operate wastewater treatment plants.

California State University, Sacramento

- *Operation of Wastewater Treatment Plants, Volumes 1 and 2*
- *Advanced Waste Treatment*
- *Utility Management*

To order, contact Office of Water Programs, California State University, Sacramento, 6000 J Street, Sacramento, CA 95819-6025, phone: (916) 278-6142, fax: (916) 278-5959 or e-mail: wateroffice@csus.edu

Water Environment Federation

- *Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants, Manual of Practice No. 11*
- *Design of Municipal Wastewater Treatment Plants, Manual of Practice No. 8*
- *WEF/ABC Certification Study Guide for Wastewater Treatment Personnel*

B.2.1.6 Ouvrages de référence suggérés

On recommande aux opérateurs qui désirent connaître le fonctionnement des usines d'épuration d'eaux usées de consulter les ouvrages suivants.

California State University, Sacramento

- *Operation of Wastewater Treatment Plants, volumes 1 et 2*
- *Advanced Waste Treatment*
- *Utility Management*

Pour commander, communiquer avec l'Office of Water Programs, California State University, Sacramento, 6000 J Street, Sacramento, CA 95819-6025; téléphone : 916 278-6142; télécopieur : 916 278-5959; courriel : wateroffice@csus.edu.

Water Environment Federation

- *Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants, Manual of Practice No. 11*
- *Design of Municipal Wastewater Treatment Plants, Manual of Practice No. 8*
- *WEF/ABC Certification Study Guide for Wastewater Treatment Personnel*

For more in-depth references on specific aspects of wastewater treatment, please contact the Water Environment Federation for a complete list of Manuals of Practice.

To order, contact Water Environment Federation, 601 Wythe Street, Alexandria, VA 22314-1994, phone: (800) 666-0206, fax: (703) 684-2492 or e-mail: pubs@wef.org.

B.3 JOB DESCRIPTIONS

Job descriptions for the types of personnel commonly employed for the operation and maintenance of conventional wastewater treatment systems are defined in the USEPA Manual "Estimating Costs and Manpower Requirements for Conventional Wastewater Treatment Facilities", contract No. 14-12-462.

A job description for a specific occupation may include details from several of the above categories depending upon the flexibility required. However, a good job description should include but is not necessarily limited to the following:

- List items or processes that an individual must operate.
- State if monitoring of gauges or meters is required.
- Discuss interpreting of any meter or gauge readings for process control actions.
- List any logs or records to be maintained.
- Outline any maintenance duties required.
- State any other title that an individual might carry.
- Discuss decision making requirements.
- State responsibilities and authority given to an individual in the job being described.
- List any report or budget functions that must be performed.
- Discuss any supervisory or inspection functions.

B.4 REFERENCE

Environmental Careers Organization
WWW.ECO.CA.

Pour plus de détails sur des aspects précis de l'épuration des eaux usées, communiquer avec la Water Environment Federation pour obtenir une liste complète des Manuals of Practice.

Pour commander, communiquer avec la Water Environment Federation, 601 Wythe Street, Alexandria, VA 22314-1994; téléphone : 800 666-0206; télécopieur : 703 684-2492; courriel : pubs@wef.org.

B.3 DESCRIPTIONS DE POSTES

Les descriptions de postes pour les catégories de personnel généralement employées pour assurer l'exploitation et l'entretien de systèmes d'épuration d'eau usée classiques sont définies dans le manuel de l'Agence de protection de l'Environnement des États-Unis « Estimating Costs and Manpower Requirements for Conventional Wastewater Treatment Facilities », contrat n° 14-12-462.

Une description de poste pour un emploi précis peut contenir des détails de plusieurs des catégories ci-dessus, selon la souplesse d'emploi demandée. Toutefois, une bonne description de poste devrait au moins comprendre ce qui suit :

- Énumérer les éléments ou les procédés relevant de la responsabilité d'une personne.
- Indiquer si la surveillance des indicateurs ou des appareils de mesure est exigée.
- Décrire l'interprétation de toutes les lectures des indicateurs et des appareils de mesure utilisés pour le contrôle des procédés.
- Dresser une liste de tous les journaux et rapports à établir.
- Décrire toutes les fonctions d'entretien exigées.
- Énoncer tout autre titre attribué à une personne.
- Décrire les exigences relatives aux prises de décision.
- Énoncer les responsabilités et le pouvoir attribués à une personne pour le poste décrit.
- Dresser une liste de toutes les tâches d'établissement de rapports ou de budget qui doivent être effectuées.
- Décrire toutes les fonctions de surveillance ou d'inspection.

B.5 OUVRAGE DE RÉFÉRENCE

Environmental Careers Organization
WWW.ECO.CA.

APPENDIX C

TREATMENT PROCESS CONTROL

C.1 GENERAL

The requirements for treatment process control will depend on the size of plant and types of process employed. In general, treatment process control should provide safe and efficient manual and automatic operation of all parts of the plant, with minimal operator effort, and all automatic controls should be provided with manual back-up systems.

In making the decisions relating to treatment process control, the following factors should be considered:

- plant size;
- effluent requirements;
- plant process complexity;
- hours in day plant will be manned;
- potential chemical and energy savings with automation;
- reliability of primary devices for parameter measurement;
- preferred location for primary device;
- parameters with useful significance to process;
- equipment which should be controlled manually;
- equipment which should be remotely controlled;
- equipment which should be locally controlled;
- data requiring display at the control centre;
- indication, totalization and recording functions necessary to the overall process.

C.2 REMOTE CONTROL VS. LOCAL CONTROL

Where some parts of a plant may be operated or controlled from a remote location, local control stations should be provided and shall include the provision for preventing operation of the equipment from the remote location. Consideration should be given to providing communication via intercom between remote stations and the local stations. In some cases, the use of television equipment may be justified to provide scanning centres as well as process equipment. Decisions will have to be made by the designer as to which equipment will be controlled locally and which will be controlled from a remote location, and whether control will be automatic or manual.

ANNEXE C

CONTRÔLE DU PROCÉDÉ DE TRAITEMENT

C.1 GÉNÉRALITÉS

Les exigences relatives au contrôle des procédés de traitement de l'usine d'épuration dépendent de la taille de l'usine et du type de procédé employé. En général, le contrôle des différents procédés devrait permettre une exploitation manuelle ou automatique sécuritaire et efficace de toutes les parties de l'usine, avec un effort minimal de la part de l'opérateur, et toutes les commandes automatiques devraient être pourvues de systèmes de secours manuels.

Lors de la prise de décisions relatives au contrôle des procédés de traitement les facteurs suivants devraient être considérés :

- la taille de l'usine;
- les exigences relatives aux effluents;
- la complexité des procédés utilisés par cette station;
- les heures pendant lesquelles des employés travaillent à l'usine;
- les économies réalisables en termes de produits chimiques et d'énergie grâce à l'automation;
- la fiabilité des éléments primaires pour les mesures de paramètres;
- l'emplacement idéal de chaque élément primaire;
- les paramètres ayant une grande importance pour le procédé;
- l'équipement qui devrait être commandé à la main;
- l'équipement qui devrait être commandé à distance;
- l'équipement qui devrait être commandé sur place;
- les données devant être affichées au centre de contrôle;
- les fonctions d'affichage, de totalisation et d'enregistrement nécessaires à l'ensemble du procédé.

C.2 COMMANDE À DISTANCE PAR OPPOSITION À COMMANDE SUR PLACE

Là où certaines parties d'une usine pourraient être opérées ou commandées à partir d'un endroit éloigné, des postes de commande sur place devraient être prévus et ils doivent être conçus de façon à pouvoir empêcher la commande de l'équipement à partir d'un endroit éloigné. Il faudrait penser à rendre possible la communication par intercom entre les postes éloignés et ceux qui sont sur place. Dans certains cas, il peut être justifié d'équiper les centres de balayage de télévisions en plus de l'équipement nécessaire au procédé. Le concepteur devra décider, parmi les équipements, lesquels seront commandés sur place et lesquels seront commandés à partir d'un endroit éloigné, et déterminer si la commande sera automatique ou manuelle.

C.2.1 Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)

At wastewater treatment plants, SCADA systems can be used to control and monitor wastewater collection systems. SCADA systems operate using modems over voice-grade phone lines, radio systems, direct burial cable, or cable TV. If radio-based telemetry systems are used, special attention should be given to the design and layout to eliminate any potential for radio frequency interference (RFI).

Interface to the plant control system ranges from a simple contact closure to a sophisticated digital link with a special protocol requiring special software to be written and supported by the plant control system vendor. Special software should be avoided because it may be difficult to get support from the vendor once the project has been accepted.

C.3 LABORATORY CONTROL

C.3.1 Parameters Requiring Measurement

For proper operation of larger sewage treatment plants, the following parameters should be measured (however for smaller plants some of the parameters could be omitted):

- sewage flow rates, including raw sewage, by-passed flows, and flows through plant subsections (flow trains);
- chlorine dosage and chlorine residual;
- sludge pumpage, including raw, digested sludges and activated sludge return;
- digester supernatant flows;
- chemical dosage;
- digester gas production and utilization;
- anaerobic digester temperature; and
- hazardous gas levels.

Auxiliary instrumentation is desirable to measure the following parameters:

- air flow;
- mixed liquor dissolved oxygen concentrations;
- sludge blanket levels;
- sludge concentrations.

C.2.1 Télésurveillance et acquisition de données (SCADA)

Des systèmes SCADA peuvent être utilisés pour commander et surveiller les réseaux collecteurs d'eaux usées des usines d'épuration. Les systèmes SCADA fonctionnent en utilisant des modems par le biais soit de lignes à fréquence vocale, soit de liaisons radio, soit d'un câble enfoui sans protection ou d'une télévision par câble. Si des systèmes de télémétrie à transmission radio sont utilisés, il convient de porter une attention particulière à leur conception et à leur configuration afin d'éliminer toute possibilité de perturbations radioélectriques.

Le degré de complexité de l'interface du système de commande d'une usine peut se situer entre une simple fermeture de contact et une liaison numérique sophistiquée fonctionnant selon un protocole particulier exigeant un logiciel spécial qui, lui, doit être écrit et pris en charge par le distributeur du système de commande de l'usine. L'utilisation d'un logiciel spécial devrait être évitée, car il peut être difficile d'obtenir l'aide du distributeur, une fois le projet accepté.

C.3 CONTRÔLE DE LABORATOIRE

C.3.1 Paramètres à mesurer

Afin d'exploiter correctement les grandes usines d'épuration des eaux usées, les paramètres suivants devraient être mesurés (toutefois, pour les petites usines, certains de ces paramètres peuvent être omis) :

- les volumes des eaux d'égout, y compris les eaux d'égout brutes, les débits dérivés et les débits passant par diverses sections de l'usine (chaînes d'appareillages);
- les doses de chlore et les résidus de chlore;
- le pompage des boues, y compris les boues brutes, les boues digérées et les boues activées recyclées;
- les débits de liquide surnageant;
- les doses de produits chimiques;
- la production et l'utilisation de gaz de digestion;
- la température du digesteur anaérobie;
- les concentrations de gaz dangereux.

Il est souhaitable d'utiliser des instruments auxiliaires pour mesurer les paramètres suivants :

- le débit d'air;
- les concentrations en oxygène dissous dans la liqueur mixte;
- les niveaux du voile de boue;
- les concentrations des boues.

C.3.2 Sampling

C.3.2.1 General

Quantity and quality data is required to effectively control the various unit operations such as pumping, sludge loading on digesters, digester heating, sludge disposal operations and chlorination feed rates. In addition, this data is required to distribute charges for treatment among the various municipal districts and industries involved. The recorded data will also be extremely helpful in the design of future treatment facilities as the plant is expanded. Sampling and testing of the treatment plant effluent will not only provide an indication of plant efficiency but will also ensure that the effluent quality is within acceptable guidelines and will facilitate the calculation of the effect of the effluent on the receiving waters.

C.3.2.2 Sampling Location Points

The location of appropriate sampling points must be established independently for each treatment plant as conditions vary from one plant to another. However, certain general principles are common to all plant sampling surveys and some of these principles are listed below as guidelines to establishing a sampling program:

- Samples should be taken at locations where the wastewater or sludge is as completely mixed as possible;
- Particles greater than one-quarter inch in diameter should be excluded when sampling;
- Any floating materials, growths, deposits, etc., which may have collected at a sampling location should not be included when sampling;
- If samples are to be kept for an hour or more prior to testing, they should be immersed in ice water to retard bacterial action;
- Proper sampling equipment should be provided and safety precautions should be exercised during all sampling;
- Consideration should be given to the relationship between the plant's daily flow variation and detention time through the units so that influent and effluent samples relate to the same waste.

C.3.2 Échantillonnage

C.3.2.1 Généralités

Une quantité suffisante de données de qualité est nécessaire pour contrôler de façon efficace les diverses opérations des unités comme le pompage, le chargement massique des digesteurs, le chauffage des digesteurs, l'évacuation des boues et les débits de chloration. De plus, ces données sont nécessaires pour répartir les charges provenant des divers arrondissements municipaux et des diverses industries concernés en vue de l'épuration. Les données enregistrées seront aussi extrêmement utiles pour la conception des divers procédés de traitement futurs, dans l'éventualité d'un agrandissement de l'usine. L'échantillonnage et l'analyse de l'effluent de l'usine d'épuration fourniront non seulement une indication de l'efficacité de l'usine, mais ils permettront également aux responsables de s'assurer que la qualité de l'effluent se situe dans les limites acceptables et d'estimer plus facilement les effets de l'effluent sur les cours d'eau récepteurs.

C.3.2.2 Points d'échantillonnage

L'emplacement de points d'échantillonnage appropriés doit être établi de façon indépendante pour chaque usine d'épuration, étant donné que les conditions varient d'une usine à l'autre. Toutefois, certains principes généraux s'appliquent à tous les levés d'échantillonnage de l'usine et sont présentés dans la liste ci-dessous comme lignes directrices pour l'établissement d'un programme d'échantillonnage :

- les échantillons devraient être prélevés à des emplacements où les eaux usées ou les boues sont aussi parfaitement mélangées que possible;
- les particules dont le diamètre est supérieur à ¼ de pouce devraient être exclues lors de l'échantillonnage;
- les matières flottantes, les cultures ou les dépôts qui peuvent être regroupés à un point d'échantillonnage devraient être exclus lors de l'échantillonnage;
- si des échantillons sont conservés pendant une heure ou plus avant d'être analysés, ils devraient être immergés dans de l'eau très froide afin de retarder l'action bactérienne;
- un équipement d'échantillonnage convenable devrait être fourni et des mesures de sécurité devraient être observées pendant toute la durée de l'échantillonnage;
- il importe de porter attention au rapport entre la variation du débit journalier de l'usine et le temps de rétention dans les unités, de façon à ce que les échantillons de l'affluent et de l'effluent proviennent des mêmes eaux d'égout.

C.3.2.3 Frequency of Sampling

The frequency of sampling will depend upon the variability of the waste stream under consideration as well as practical limitations associated with the treatment plant size, loading, staff and hours of supervision. However, continuing routine sampling to monitor plant performance and effluent quality should be undertaken on a regularly scheduled basis. More intensive sampling and testing may be required to assess unit operation performance and the effect of corrective action in the event of an upset.

It is important to point out that the size of a treatment plant is not necessarily indicative of the number and frequency of tests and analyses performed. Rather this should be determined by the seriousness of the possible effects of the treatment plant effluent on the receiving stream or body of water.

Table C.1 presents a sample format for a Laboratory Sampling Program.

C.3.2.3 Fréquence d'échantillonnage

La fréquence d'échantillonnage dépend de la variabilité du volume d'eaux d'égout à l'étude ainsi que des contraintes pratiques associées à la taille de l'usine d'épuration, à la charge qu'elle reçoit, au personnel qui y travaille et aux horaires de surveillance. Toutefois, un prélèvement continu d'échantillons devrait être entrepris selon un calendrier régulier pour surveiller la performance de l'usine et la qualité de l'effluent. En cas de problème, un échantillonnage plus fréquent et des analyses plus nombreuses peuvent être nécessaires pour évaluer la performance opérationnelle de l'équipement ou des équipements visés et l'efficacité des mesures correctives.

Il est important d'indiquer que la taille de l'usine d'épuration ne détermine pas nécessairement le nombre ni la fréquence des analyses effectuées. C'est plutôt l'importance des effets possibles de l'effluent de l'usine d'épuration sur le milieu récepteur qui devraient déterminer ces paramètres.

Le tableau C.1 montre un affichage type de programme d'échantillonnage de laboratoire.

TABLE C.1	SAMPLE LABORATORY TESTING PROGRAM											
	SETTLEABLE SOLIDS	SUSPENDED SOLIDS	BOD	CHLORINE RESIDUAL	GREASE	TOTAL DISSOLVED SOLIDS	COLIFORM ORGANISMS	VOLATILE SUSPENDED SOLIDS	DISSOLVED OXYGEN	TOTAL SOLIDS	TOTAL VOLATILE SOLIDS	pH
RAW SEWAGE	C,D	C,D	C,D			C,W		C,D		C,W	C,W	
PRIMARY EFFLUENT	C,D	C,D	C,D					C,D		C,W	C,W	
SECONDARY EFFLUENT	C,D	C,D	C,D		C,W			C,D		C,W	C,W	
CHLORINE CONTACT TANK				G,D ₆								
MIXED LIQUOR		C,D										
PLANT EFFLUENT			C,W	G,D ₂		C,W	C,W		G,D			
RAW SLUDGE										C,W	C,W	C,W
DIGESTED SLUDGE										G,W	G,W	G,W

TYPE OF SAMPLE
C: Composite Sample
G: Grab Sample

FREQUENCY
W: Weekly
D: Daily
D₂: Twice daily
D₆: Every Four Hours

TABLEAU C.1		PROGRAMME D'ANALYSE DE LABORATOIRE TYPE										
	MATIÈRES DÉCANTABLES	MATIÈRES EN SUSPENSION	DBO	CHLORE RÉSIDUEL	HUILES ET GRAISSES	MATIÈRES TOTALES DISSOUTES	COLIFORMES	MATIÈRES VOLATILES EN SUSPENSION	OXYGÈNE DISSOUS	MATIÈRES SOLIDES TOTALES	MATIÈRES VOLATILES TOTALES	pH
EAUX D'ÉGOUT BRUTES	C,J	C,J	C,J			C,H		C,J		C,H	C,H	
EFFLUENT PRIMAIRE	C,J	C,J	C,J					C,J		C,H	C,H	
EFFLUENT SECONDAIRE	C,J	C,J	C,J		C,H			C,J		C,H	C,H	
BASSIN DE CHLORATION				I,J ₆								
LIQUIDE MIXTE		C,J										
EFFLUENT DE L'USINE			C,H	I, J ₂		C,H	C,H		I,J			
BOUES BRUTES										C,H	C,H	C,H
BOUES DIGÉRÉES										I,H	I,H	I,H

TYPE D'ÉCHANTILLON

C: échantillon d'eaux d'égout composé

I: échantillon instantané

FRÉQUENCE

H: hebdomadaire

J: une fois par jour

J₂: deux fois par jour

J₆: tous les quatre heures

C.3.3 Tests and Procedures

Although wastewater treatment plants may vary in size and degree of treatment, there are specific basic tests that are applicable to any plant which provide information required for process control. The following list places in order of importance the samples and analyses required within these plants.

Influent or Raw Sewage

- a) settleable solids
- b) total solids
- c) suspended solids
- d) volatile suspended solids
- e) BOD
- f) COD
- g) pH
- h) phosphates
- i) ammonia
- j) total kjeldahl nitrogen (TKN)
- k) nitrates
- l) Chlorides

Grit

- a) moisture content
- b) dry solids
- c) volatile solids
- d) sieve tests

Primary Effluent

- a) total solids
- b) suspended solids
- c) volatile suspended solids
- d) BOD
- e) pH
- f) COD
- g) total phosphate
- h) orthophosphate

Aeration Section

- a) 30 minutes settling test of mixed liquor
- b) suspended solids in mixed liquor
- c) volatile suspended solids in mixed liquor
- d) sludge volume index
- e) dissolved oxygen
- f) pH
- g) solids in return and waste activated sludge
- h) oxygen uptake rate

Secondary Effluent

- a) total solids
- b) suspended solids
- c) volatile suspended solids
- d) BOD
- e) pH
- f) COD
- g) total phosphate
- h) orthophosphate

C.3.3 Analyses et procédures

Bien que la taille et le degré de traitement des eaux usées puissent varier d'une usine d'épuration à l'autre, des analyses de base spécifiques sont effectuées dans toute usine et afin d'obtenir les renseignements requis pour le contrôle du procédé. La liste suivante présente, par ordre d'importance, les analyses et les échantillons requis pour toute usine.

Affluent ou eaux d'égout brutes

- a) matières décantables
- b) matières totales
- c) matières en suspension
- d) matières volatiles en suspension
- e) DBO
- f) DCO
- g) pH
- h) phosphates
- i) ammoniac
- j) azote Kjeldahl
- k) nitrates
- l) Chlorures

Sables

- a) teneur en humidité
- b) matières sèches
- c) matières volatiles
- d) analyses par tamisage

Effluent primaire

- a) matières totales
- b) matières en suspension
- c) matières volatiles en suspension
- d) DBO
- e) pH
- f) DCO
- g) phosphates totaux
- h) orthophosphates

Bassin d'aération

- a) essai de décantation de 30 minutes de la liqueur mixte
- b) matières en suspension dans la liqueur mixte
- c) matières volatiles en suspension dans la liqueur mixte
- d) indice de boue
- e) oxygène dissous
- f) pH
- g) matières dans les boues activées recirculées et les boues en excès
- h) vitesse d'absorption de l'oxygène

Effluent secondaire

- a) matières totales
- b) matières en suspension
- c) matières volatiles en suspension
- d) DBO
- e) pH
- f) DCO
- g) phosphates totaux
- h) orthophosphates

Lagoon Contents

- a) DO
- b) temperature
- c) pH

For lagoons and oxidation ponds it is most important that careful observation of the condition of the lagoon should be noted and recorded, particularly the presence of colour, algae or odours.

Chlorine Contact Tank

- a) chlorine residual
- b) fecal coliform bacterial count

Final Effluent

- a) total solids
- b) suspended solids
- c) volatile suspended solids
- d) BOD
- e) chlorine residual
- f) fecal coliform bacterial count
- g) dissolved oxygen (DO)
- h) pH
- i) COD
- j) total phosphate
- k) orthophosphate
- l) ammonia

Raw Sludge

- a) pH
- b) dry solids
- c) volatile solids

Waste Activated Sludge Thickening

- a) solids in feed sludge
- b) solids in discharge sludge
- c) suspended solids in filtrate or centrate
- d) percent volatile in suspended solids of filtrate or centrate

Digested Sludge and Digester Supernatant

- a) pH
- b) total solids
- c) volatile solids
- d) volatile acids
- e) alkalinity

Digester Gas

- a) percent methane
- b) gas production

Cake from Filter Press or Centrifuge

- a) total solids
- b) volatile solids
- c) phosphates
- d) nitrates

Contenu de la lagune

- a) oxygène dissous
- b) température
- c) pH

Pour les lagunes et les étangs d'oxydation, il importe de noter et d'enregistrer des observations rigoureuses sur la condition de la lagune, particulièrement la présence d'une couleur, d'algues et d'odeurs particulières.

Bassin de chloration

- a) chlore résiduel
- b) nombre de coliformes fécaux

Effluent final

- a) matières totales
- b) matières en suspension
- c) matières volatiles en suspension
- d) DBO
- e) chlore résiduel
- f) numération de coliformes fécaux
- g) oxygène dissous
- h) pH
- i) DCO
- j) phosphates totaux
- k) orthophosphates
- l) ammoniac

Boues brutes

- a) pH
- b) matières sèches
- c) matières volatiles

Épaississement des boues activées en excès

- a) matières dans les boues à épaissir
- b) matières dans les boues rejetées
- c) matières en suspension dans le filtrat ou le centrat
- d) pourcentage de matières volatiles dans les matières en suspension dans le filtrat ou le centrat

Boues digérées et liquide surnageant

- a) pH
- b) matières totales
- c) matières volatiles
- d) acides volatils
- e) alcalinité

Gaz de digestion

- a) pourcentage de méthane
- b) production de gaz

Gâteau provenant du filtre-pressé ou de la centrifugeuse

- a) matières totales
- b) matières volatiles
- c) phosphates
- d) nitrates

Filtrate or Centrate

- a) pH
- b) total solids
- c) suspended solids
- d) volatile suspended solids

Incinerator Ash

- a) dry solids
- b) volatile solids

C.4 PROCESS CONTROL TECHNIQUES

There are two main types of process control techniques within a wastewater treatment plant. These include manual control and on-line control. Under the manual control system there is limited automatic control and the operator is responsible for decisions and actions. On-line control involves a multi-purpose computerized system with limited scope for modification or a dedicated purpose system with standard hardware and customized software.

Whether process control involves manual or on-line control, or a combination of both, the operation and maintenance manual shall fully describe specific process control techniques.

C.5 OWNER/OPERATOR RESPONSIBILITY

The owner/operator of a wastewater treatment or collection facility shall be responsible for the sampling and analysis requirements for the proper operational control of the facility. These requirements shall be in accordance with Operations Section 3, and shall ensure the proper control of day-to-day operations of the system.

C.6 REGULATORY AGENCIES' RESPONSIBILITY

The regulatory agencies are only responsible for compliance enforcement. They shall not be responsible for any aspect of process control at any wastewater treatment or collection facility.

C.7 REFERENCES

The following is a list of references which will assist operating staff in performing the necessary sampling, laboratory and control procedures to effectively operate a treatment system:

1. "Standard Methods for the Examination of Water and Sewage," APHA, AWWA, WPCF;
2. EPA publication 6003 "Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes";

Filtrat ou centrat

- a) pH
- b) matières totales
- c) matières en suspension
- d) matières volatiles en suspension

Cendres provenant de l'incinérateur

- a) matières sèches
- b) matières volatiles

C.4 TECHNIQUES DE CONTRÔLE DU PROCÉDÉ

Pour une usine d'épuration des eaux usées, il existe deux principaux types de techniques de contrôle du procédé : le contrôle manuel et le contrôle en ligne. Dans le cas d'un système de contrôle manuel, peu d'équipements à commande automatique sont employés et l'opérateur assume la responsabilité des décisions prises et des actions entreprises. Le contrôle en ligne exige l'utilisation d'un système informatisé à usages multiples offrant des possibilités de modification limitées ou un système dédié assorti d'un matériel standard et d'un logiciel personnalisé.

Si le contrôle du procédé exige l'utilisation d'équipements à commande manuelle ou à commande à distance, ou encore une combinaison des deux, le manuel d'opération et d'entretien doit décrire dans le détail les techniques de contrôle du procédé spécifiques.

C.5 RESPONSABILITÉ DU PROPRIÉTAIRE/

Le maître d'ouvrage/l'opérateur d'une usine d'épuration ou d'un réseau d'évacuation des eaux usées est responsable du respect des exigences relatives à l'échantillonnage et aux analyses en vue d'assurer un contrôle opérationnel convenable de l'installation. Ces exigences doivent être conformes aux dispositions de l'article 3 portant sur l'exploitation et elles doivent assurer un contrôle adéquat du fonctionnement quotidien de l'installation.

C.6 RESPONSABILITÉ DES ORGANISMES DE RÉGLEMENTATION

Les organismes de réglementation sont uniquement responsables de s'assurer de la conformité aux exigences. Ils ne sont responsables d'aucun aspect lié au contrôle du procédé, et ce, pour toute usine d'épuration ou tout réseau d'évacuation des eaux usées.

C.7 RÉFÉRENCES

Voici une liste des ouvrages de référence qui peuvent aider le personnel d'exploitation à effectuer les procédures d'échantillonnage, d'analyse en laboratoire et de contrôle nécessaires à l'opération efficace d'une usine d'épuration des eaux usées :

1. APHA, AWWA, WPCF, "Standard Methods for the Examination of Water and Sewage".
2. EPA publication 6003, "Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes".

3. WPCF Manual of Practice No. 18, "Simplified Laboratory Procedures for Wastewater Examination";
 4. WPCF Manual of Practice No. 11, "Operation of Wastewater Treatment Plants";
 5. "Laboratory Procedures for Wastewater Treatment Plant Operators", New York State Department of Health;
 6. "Manual of Instruction for Sewage Treatment Plant Operators", New York State Department of Health;
 7. "Chemistry for Sanitary Engineers", Sawyer, McGraw-Hill;
 8. "Methods for Chemical Analysis of Water and Wastewater", EPS Surveillance Report 5-AR-73-16;
 9. EPA Publication 6001 "Handbook for Analytical Quality Control in Water and Wastewater Laboratories";
 10. EPA Publication, "Procedures for Evaluating Performance of Wastewater Treatment Plants", Contract No. 68-01-0107;
 11. EPA Publication, "Estimating Laboratory Needs for Municipal Facilities", Contract No. 68-01-0328.
 12. "Manual on Wastewater Sampling Practice", The Canadian Institute on Pollution Control;
 13. EPA Publication, "Performance Evaluation and Troubleshooting at Municipal Wastewater Treatment Facilities", Contract No. 68-01-4418;
 14. EPA Publication, "Process Control Manual for Aerobic Biological Wastewater Treatment Facilities", EPA-430/9-77-006.
3. WPCF Manual of Practice No. 18, "Simplified Laboratory Procedures for Wastewater Examination".
 4. WPCF Manual of Practice No. 11, "Operation of Wastewater Treatment Plants".
 5. New York State Department of Health, "Laboratory Procedures for Wastewater Treatment Plant Operators".
 6. New York State Department of Health, "Manual of Instruction for Sewage Treatment Plant Operators".
 7. Sawyer, McGraw-Hill, "Chemistry for Sanitary Engineers".
 8. EPS Surveillance Report 5-AR-73-16, "Methods for Chemical Analysis of Water and Wastewater".
 9. EPA Publication 6001, "Handbook for Analytical Quality Control in Water and Wastewater Laboratories";
 10. EPA Publication, "Procedures for Evaluating Performance of Wastewater Treatment Plants", Contract No. 68-01-0107.
 11. EPA Publication, "Estimating Laboratory Needs for Municipal Facilities", Contract No. 68-01-0328.
 12. Institut canadien de la lutte contre la pollution, "Manual on Wastewater Sampling Practice".
 13. EPA Publication, "Performance Evaluation and Troubleshooting at Municipal Wastewater Treatment Facilities", Contract No. 68-01-4418.
 14. EPA Publication, "Process Control Manual for Aerobic Biological Wastewater Treatment Facilities", EPA-430/9-77-006.

APPENDIX D OPERATIONS AND MAINTENANCE MANUALS

D.1 USE OF MANUALS

The purpose of an O & M Manual is to give treatment system personnel the proper understanding, techniques and references necessary to efficiently operate their facilities. The O & M Manual should help to ensure the performance record of a treatment system remains high. The manual should thus serve as a tool for operation and maintenance to the personnel of the plant.

D.2 RECOMMENDED FORMAT

D.2.1 General

The formats presented in this section are intended to be a flexible guide for the preparation of an O & M Manual for a wastewater treatment system and wastewater pumping stations and/or collection system. They can be modified to fit the particular system at hand. It is anticipated that these formats can be used in most cases. If manual preparation follows these formats, the review process will be greatly accelerated.

Each of the twelve (12) chapters and the appendices in the suggested guide is addressed in the reference manual: "Consideration for Preparation of Operation and Maintenance Manuals" (US EPA 430/9-74-001). Detailed descriptions of the type information required in that respective chapter of the O & M Manual are given.

It should be remembered that the O & M Manual will provide assistance in developing standard operating procedures for each system. The adequacy of these procedures plays a major role in determining how well the system will operate. The O & M Manual should provide the necessary information to insure these standard operating procedures can be readily developed. Once an acceptable set of procedures has been established, the O & M Manual becomes a reference book for the entire treatment system.

D.2.2 Suggested Guide and Checklist for an Operation and Maintenance Manual for Municipal Wastewater Treatment Facilities

CHAPTER I. INTRODUCTION

Manual User Guide
Table of Contents

A. Operation and managerial responsibility

1. Operator responsibility
 - a) General - outline responsibilities
 - 1) Know proper operational procedures

ANNEXE D MANUELS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

D.1 UTILISATION DES MANUELS

Un manuel d'exploitation et d'entretien a pour objet de fournir au personnel d'une usine d'épuration les connaissances, les techniques et les ouvrages de référence nécessaires à l'exploitation et à l'entretien efficaces des systèmes. Ce manuel doit assurer le maintien d'un rendement élevé des procédés de traitement et donc servir d'outil d'exploitation et d'entretien au personnel en place.

D.2 FORMAT RECOMMANDÉ

D.2.1 Généralités

Les formats présentés dans cette section ont pour objet de guider l'utilisateur dans la préparation d'un manuel d'exploitation et d'entretien pour les usines d'épuration des eaux usées et les stations de pompage ou les réseaux collecteurs. Ils peuvent être adaptés aux systèmes considérés, mais devraient pouvoir être utilisés tels quels dans la plupart des cas. L'utilisation de ces formats pour la préparation du manuel accélérera grandement le processus de révision.

Chacun des douze chapitres et les annexes du guide suggéré sont traités dans l'ouvrage de référence « Consideration for Preparation of Operation and Maintenance Manuals » (EPA, É.-U., 430/9-74-001). Ce manuel contient une description détaillée de l'information devant être présentée dans chaque chapitre du manuel d'exploitation et d'entretien.

Il faut se rappeler que le manuel d'exploitation et d'entretien facilitera l'élaboration de procédures d'exploitation normalisées pour chaque procédé. La pertinence de ces procédures joue un rôle de premier plan dans l'évaluation du rendement de l'usine. Le manuel doit fournir l'information nécessaire pour faciliter l'élaboration de ces procédures d'exploitation normalisées. Une fois qu'un ensemble de procédures acceptables a été établi, le manuel sert d'ouvrage de référence pour l'ensemble de l'usine d'épuration.

D.2.2 Guide suggéré et liste de contrôle pour un manuel d'exploitation et d'entretien d'une usine d'épuration d'eaux usées municipales

CHAPITRE I. INTRODUCTION

Guide de l'utilisateur du manuel
Table des matières

A. Responsabilités d'exploitation et de gestion

1. Responsabilités de l'exploitant
 - a) Généralités – Décrire les responsabilités.
 - 1) Connaître les procédures d'exploitation appropriées.

- 2) Keep accurate records
 - 3) Properly manage operating funds
 - 4) Keep supervisors informed
 - 5) Keep informed of current O & M practices.
- b) List short courses available.
 - c) Provide suggested list of journals/periodicals related to municipal wastewater treatment.
2. Treatment system management responsibility - outline responsibilities.
- a) Maintain efficient plant operation and maintenance
 - b) Maintain adequate records
 - c) Establish staff requirements, prepare job descriptions and assign personnel
 - d) Provide good working conditions
 - e) Establish operator training program
 - f) Provide incentives for employees
 - g) Maintain good public relations
 - h) Prepare budgets and reports
 - i) Plan for future facility needs
 - j) Develop standard operating procedures.

B. Type of treatment and treatment requirements/effluent limitations

1. Type of treatment - Describe major process
- a) Primary
 - b) Secondary - RBC, trickling filter
 - c) Secondary - activated sludge
 - d) Other
2. Treatment requirements/effluent limitations - state whether monthly or yearly averages are used
- a) Biochemical oxygen demand (BOD)
 - b) Suspended solids concentrations
 - c) pH
 - d) Other

C. Description of plant type and flow pattern

1. Plant type - Briefly describe individual units
- a) Pretreatment
 - b) Primary treatment
 - c) Secondary treatment
 - d) Tertiary Treatment
 - e) Disinfection
 - f) Sludge handling
2. Flow Pattern
- a) Include a basic flow diagram
 - b) Bypasses and alternate flow paths can generally be omitted from this introductory diagram.

- 2) Tenir des dossiers/registres exacts.
 - 3) Gérer correctement les fonds d'exploitation.
 - 4) Informer les superviseurs.
 - 5) S'informer des pratiques d'exploitation et d'entretien courantes
- b) Dresser une liste des cours abrégés offerts.
 - c) Fournir une liste suggérée de journaux et de périodiques portant sur l'épuration des eaux usées municipales.
2. Responsabilités des gestionnaires de l'usine d'épuration - Décrire les responsabilités.
- a) Assurer une exploitation et un entretien efficaces de l'usine.
 - b) Tenir les dossiers/registres appropriés.
 - c) Déterminer les besoins en personnel, préparer les descriptions de poste et affecter le personnel.
 - d) Offrir de bonnes conditions de travail.
 - e) Élaborer un programme de formation à l'intention des opérateurs.
 - f) Offrir des incitatifs aux employés.
 - g) Entretenir de bonnes relations publiques.
 - h) Établir les budgets et les rapports.
 - i) Prévoir les besoins futurs de l'usine.
 - j) Élaborer des procédures d'exploitation normalisées.

B. Type et niveau d'épuration et qualité exigée de l'effluent

1. Type de traitement – Décrire les principaux procédés.
- a) Primaire
 - b) Secondaire - disques biologiques, lits bactériens
 - c) Secondaire - boues activées
 - d) Autres
2. Niveau d'épuration et qualité exigée de l'effluent – Indiquer si des moyennes mensuelles ou annuelles sont utilisées.
- a) Demande biochimique d'oxygène (DBO)
 - b) Concentrations de matières en suspension
 - c) pH
 - d) Autres

C. Description du type d'usine et schéma hydraulique

1. Type d'usine – Décrire brièvement les différentes unités.
- a) Pré-traitement
 - b) Traitement primaire
 - c) Traitement secondaire
 - d) Traitement tertiaire
 - e) Désinfection
 - f) Traitement des boues
2. Schéma hydraulique
- a) Inclure un schéma hydraulique de base.
 - b) On peut généralement omettre les dérivations et les circuits de rechange du flux dans ce schéma préliminaire.

CHAPTER II. PERMITS AND STANDARDS

Table of Contents

A. Discharge permit and permit requirements

1. Give permit number
2. Give renewal date if applicable
3. List permit requirements
4. Include permit application guidelines
5. Copy of permit sections dealing with municipal wastewater discharge permits should be included

B. Reporting procedure for spills of raw or inadequately treated wastewater.

1. Include copies of permit sections requiring reporting of bypass/spill condition.
 - a) Discuss owner's responsibilities
 - b) Discuss penalties
2. Outline reporting procedure to include telephone numbers and sample report format.

C. Water Quality Standards

1. Include a copy of Provincial quality standards for receiving waters of treatment plant's effluent
2. Include a copy of Provincial receiving waters classification system.

CHAPTER III. DESCRIPTION, OPERATION AND CONTROL OF WASTEWATER TREATMENT FACILITIES

Table of Contents

A. General - Each major wastewater treatment unit/process should be discussed separately with respect to the following considerations:

1. Description
 - a) Provide a brief general description with each major treatment unit/process discussed.
 - 1) Pretreatment
 - 2) Primary sedimentation
 - 3) Biological process
 - 4) Secondary sedimentation
 - 5) Disinfection
 - 6) Other
 - b) The description should physically trace the wastewater through the unit/process and comment on design efficiency.

CHAPITRE II. PERMIS ET NORMES

Table des matières

A. Autorisation de rejet et exigences du permis

1. Fournir le numéro de permis.
2. Fournir la date de renouvellement, le cas échéant.
3. Dresser une liste des exigences du permis.
4. Inclure les directrices relatives à l'émission du permis.
5. On devrait envisager d'inclure une copie des sections du permis qui traitent des autorisations de rejet d'eaux usées municipales.

B. Procédures d'établissement de rapports en cas de déversement d'eaux usées brutes ou insuffisamment traitées

1. Inclure des copies des sections du permis qui exigent l'établissement de rapports en cas de détournement ou de déversement.
 - a) Exposer les responsabilités du propriétaire.
 - b) Décrire les pénalités.
2. Décrire brièvement la procédure d'établissement de rapports et inclure les numéros de téléphone à composer et un rapport type.

C. Normes de qualité de l'eau

1. Inclure une copie des normes provinciales de qualité des eaux réceptrices de l'effluent d'une usine d'épuration.
2. Inclure une copie du système provincial de classification des eaux réceptrices.

CHAPITRE III. DESCRIPTION, FONCTIONNEMENT ET CONTRÔLE DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES

Table des matières

A. Généralités - Décrire séparément chaque unité ou procédé de traitement des eaux usées en regard des points suivants.

1. Description
 - a) Fournir une brève description de chaque unité ou procédé de traitement.
 - 1) Pré-traitement
 - 2) Décantation primaire
 - 3) Traitement biologique
 - 4) Décantation secondaire
 - 5) Désinfection
 - 6) Autres
 - b) Dans cette description, indiquer le parcours des eaux usées à l'intérieur de l'unité ou dans le cadre du procédé et formuler des commentaires sur l'efficacité de la conception.

2. Relationship to adjacent units

- a) Give type and function of any or all preceding units/processes as they relate to unit/process being considered.
- b) Give type and function of any or all following units/processes as they relate to unit/process being considered.

3. Classification and Control

- a) Classification - Briefly describe relation to similar units/processes
 - 1) Standard/conventional
 - 2) Modified
 - 3) Other
- b) Control - give methods of controlling unit/process
 - 1) Flow to plant
 - 2) Recirculation pumps
 - 3) Air supply
 - 4) Sludge return/wasting rates
 - 5) Other (physical and process controls)

4. Major components

- a) List all components within the unit/process
- b) List all major mechanical equipment items within the Unit/process
- c) Other

5. Common operating problems

- a) State problems that might occur in unit/process
- b) List probable causes
- c) Discuss control/prevention techniques

6. Laboratory Controls

- a) List tests and give expected ranges for test results
- b) Give relation between test results and treatment unit/process operation

7. Start-up - give start-up technique

B. Specific Plant Operation

1. Normal Operation

- a) Discuss the normal operation of each unit/process. This discussion should include the following information as it may apply to the particular unit/process
 - 1) Valve positions
 - 2) Sluice gate settings
 - 3) Weir elevations
 - 4) Sludge rake speeds
 - 5) Pump settings
 - 6) Recirculation rates
 - 7) MLSS concentrations
 - 8) Other

2. Relation avec les unités adjacentes

- a) Indiquer la nature et la fonction des unités ou des procédés qui précèdent l'unité ou le procédé considéré.
- b) Indiquer la nature et la fonction des unités ou des procédés qui suivent l'unité ou le procédé considéré.

3. Classification et contrôle

- a) Classification – Décrire brièvement la relation avec des unités ou des procédés semblables.
 - 1) Standard/classique
 - 2) Variante
 - 3) Autres
- b) Contrôle – Préciser les méthodes de contrôle de l'unité ou du procédé.
 - 1) Débit acheminé vers l'usine
 - 2) Pompes de recirculation
 - 3) Alimentation en air
 - 4) Taux de recirculation d'évacuation des boues
 - 5) Autres (contrôles physiques et industriels)

4. Principaux composants

- a) Dresser une liste de tous les composants de l'unité ou du procédé.
- b) Dresser une liste de toutes les principales pièces d'équipement mécanique de l'unité ou du procédé.
- c) Autres.

5. Problèmes de fonctionnement courants

- a) Énoncer les problèmes susceptibles de survenir à l'intérieur d'une unité ou d'un procédé.
- b) Dresser une liste des causes probables.
- c) Décrire les techniques de contrôle et de prévention.

6. Essais en laboratoire

- a) Dresser une liste des essais et indiquer les plages prévues des résultats des essais.
- b) Indiquer la relation entre les résultats des essais et le fonctionnement de l'unité ou du procédé de traitement.

7. Mise en marche – Étaler la technique de mise en marche.

B. Fonctionnement propre à l'usine

1. Fonctionnement normal

- a) Décrire le fonctionnement normal de chaque unité ou procédé. Cette discussion doit inclure l'information suivante sur l'unité ou le procédé.
 - 1) Positions des vannes
 - 2) Réglages des vannes à glissières
 - 3) Cotes verticales des déversoirs
 - 4) Vitesses de raclage des boues
 - 5) Réglages des pompes
 - 6) Taux de recirculation
 - 7) Concentrations des MSLM
 - 8) Autres

2. Alternate Operation

- a) List alternate modes of operation
- b) Provide discussion and schematics to illustrate alternate operations.

3. Emergency Operations and Failsafe Features

- a) Discuss emergency operating procedures for potential emergency conditions
- b) List failsafe features
- c) Describe operation of failsafe features.

CHAPTER IV. DESCRIPTION, OPERATION AND CONTROL OF SLUDGE HANDLING FACILITIES

Table of Contents

A. General - each major sludge handling unit/process should be discussed separately with respect to the following considerations:

1. Description

- a) Provide a brief general description with each major unit/process discussed.
 - 1) Concentration/thickening
 - 2) Digestion
 - 3) Conditioning
 - 4) Dewatering/drying
 - 5) Incineration
 - 6) Wet oxidation
 - 7) Disposal
 - 8) Other
- b) The description should physically trace the sludge through the unit/process and comment on how the character of the sludge is altered.

2. Relationship to adjacent units

- a) Describe type and function of any or all preceding units/processes as they relate to unit/process being considered
- b) Describe type and function of any or all following units/processes as they relate to process being considered.

3. Classification and control

- a) Classification - Describe relation to similar units/processes
 - 1) Standard/conventional
 - 2) Modified
 - 3) Other
- b) Control - Give methods of controlling unit/process
 - 1) Recirculation pumps
 - 2) Aerobic digestion air supply
 - 3) Conditioning chemicals
 - 4) Temperature
 - 5) Other

2. Autres modes de fonctionnement

- a) Dresser une liste des autres modes de fonctionnement.
- b) Inclure un exposé et des schémas illustrant les autres modes de fonctionnement.

3. Opérations d'urgence et fonctions à sécurité intégrée

- a) Exposer les procédures d'exploitation prévues en cas d'urgence.
- b) Dresser une liste des fonctions à sécurité intégrée.
- c) Décrire le fonctionnement des dispositifs à sécurité intégrée.

CHAPITRE IV. DESCRIPTION, FONCTIONNEMENT ET CONTRÔLE DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES BOUES

Table des matières

A. Généralités - Décrire séparément chaque unité ou procédé de traitement des boues en regard des points suivants.

1. Description

- a) Fournir une brève description générale de chaque unité ou procédé.
 - 1) Concentration/épaississement
 - 2) Digestion
 - 3) Conditionnement
 - 4) Assèchement
 - 5) Incinération
 - 6) Oxydation en milieu liquide
 - 7) Évacuation
 - 8) Autres
- b) Dans la description, indiquer le parcours des boues à l'intérieur de l'unité ou dans le cadre du procédé et commenter la façon dont les caractéristiques des boues sont modifiées.

2. Relation avec les unités adjacentes

- a) Décrire la nature et la fonction des unités ou des procédés qui précèdent l'unité ou le procédé considéré.
- b) Décrire la nature et la fonction des unités ou des procédés qui suivent le procédé considéré.

3. Classification et contrôle

- a) Classification - Décrire la relation avec des unités ou des procédés semblables.
 - 1) Standard/classique
 - 2) Variante
 - 3) Autres
- b) Contrôle - Préciser les méthodes de contrôle de l'unité ou du procédé.
 - 1) Pompes de recirculation
 - 2) Alimentation en air pour la digestion aérobie
 - 3) Produits chimiques de conditionnement
 - 4) Température
 - 5) Autres

4. Major components
 - a) List all components within the unit/process
 - b) List all major mechanical equipment items within the unit/process
 - c) Other
5. Common operating problems
 - a) State problem that might occur in unit/process
 - b) List probable causes
 - c) Discuss control/prevention techniques
6. Laboratory controls
 - a) List tests and give expected ranges for test results
 - b) Give relation between test results and treatment process operation
7. Start-up - give start-up techniques

B. Specific Plant Operation

1. Normal operation
 - a) Discuss the normal operation of each unit/process. This discussion should include the following information as it may apply to the particular unit/process
 - 1) Valve positions
 - 2) Heat requirements
 - 3) Sludge blanket depths
 - 4) Sludge pumping schedule
 - 5) Sludge collector/stirring speeds
 - 6) Filter Press hours of operation
 - 7) Other
2. Alternate Operation
 - a) List alternate modes of operation
 - b) Provide discussion and schematics to illustrate alternate operations
3. Emergency operations and failsafe features
 - a) Discuss emergency operating procedures for potential emergency conditions
 - b) List failsafe features
 - c) Describe operation of failsafe features.

CHAPTER V. PERSONNEL

Table of Contents

A. Manpower Requirements/Staff - List personnel required

1. Supervisors
2. Administrative
3. Operational
4. Maintenance

4. Principaux composants
 - a) Dresser une liste de tous les composants de l'unité ou du procédé.
 - b) Dresser une liste de toutes les principales pièces d'équipement mécanique de l'unité ou du procédé.
 - c) Autres.
5. Problèmes de fonctionnement courants
 - a) Énoncer les problèmes susceptibles de survenir dans une unité ou un procédé.
 - b) Dresser une liste des causes probables.
 - c) Exposer les techniques de contrôle et de prévention.
6. Essais en laboratoire
 - a) Dresser une liste des essais et indiquer les plages prévues des résultats des essais.
 - b) Indiquer la relation entre les résultats des essais et le fonctionnement du procédé de traitement.
7. Mise en marche - Indiquer les techniques de mise en marche.

B. Fonctionnement propre à l'usine

1. Fonctionnement normal
 - a) Décrire le fonctionnement normal de chaque unité ou procédé. Cet exposé doit comprendre l'information suivante sur l'unité ou le procédé :
 - 1) Positions des vannes
 - 2) Exigences de chauffage
 - 3) Profondeur des lits de boues
 - 4) Horaire de pompage des boues
 - 5) Collecteur de boues/vitesses d'agitation
 - 6) Heures de fonctionnement des filtres-presses
 - 7) Autres
2. Autres modes de fonctionnement
 - a) Dresser une liste des autres modes de fonctionnement.
 - b) Inclure un exposé et des schémas illustrant les autres modes de fonctionnement.
3. Opérations d'urgence et fonctions à sûreté intégrée
 - a) Exposer les procédures d'exploitation prévues en cas d'urgence.
 - b) Dresser une liste des fonctions à sûreté intégrée.
 - c) Décrire le fonctionnement des dispositifs de sûreté.

CHAPITRE V. PERSONNEL

Table des matières

A. Besoins en main-d'œuvre et en personnel – Dresser une liste des catégories d'employés nécessaires.

1. Personnel de surveillance
2. Personnel administratif
3. Personnel d'exploitation
4. Personnel d'entretien

B. Qualifications

1. For each job title give:
 - a) Training
 - b) Experience
 - c) Skills required
 - d) Certificate required

C. Certification Program

1. Include copy of permit section regarding training courses required.
2. Discuss pertinent aspects of operator certification as they apply to the facility at hand.

CHAPTER VI. LABORATORY TESTING

Table of Contents

A. Purpose - to discuss purpose of laboratory testing

1. Essential to treatment process control
2. Provides an operating record for treatment system
3. Aids in problem analysis and prevention.

B. Sampling

1. Give grab sample definition
2. Give composite sample definition
3. Outline a sampling program for the treatment system

C. Laboratory References - List pertinent references

1. WPCF MOP No. 18, Simplified Laboratory Procedures for Wastewater Examination
2. Process Control Laboratory Course, WPCF and Environment Canada
3. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Latest Edition.
4. Other

D. Interpretation of Laboratory Tests - give brief definition and sanitary engineering application for all tests

1. pH
2. Dissolved oxygen (DO)
3. Biochemical oxygen demand (BOD)
4. Settleable and suspended solids - discuss importance of solids balance
5. Chlorine residual
6. Other

B. Qualification

1. Pour chaque catégorie d'emploi, indiquer ce qui suit.
 - a) Le niveau de formation atteint
 - b) L'expérience acquise
 - c) Les compétences nécessaires
 - d) Le certificat exigé

C. Programme de certification

1. Inclure une copie de la section du permis qui traite des cours de formation exigés.
2. Exposer les aspects pertinents du certificat d'exploitation qui s'appliquent à l'installation considérée.

CHAPITRE VI. ESSAIS EN LABORATOIRE

Table des matières

A. Objet - Exposer le but des essais en laboratoire.

1. Essentiels au contrôle des procédés de traitement.
2. Permettent de constituer un registre d'exploitation pour l'usine d'épuration.
3. Facilitent l'analyse et la prévention de problèmes.

B. Échantillonnage

1. Définir ce qu'est un échantillon instantané.
2. Définir ce qu'est un échantillon composé.
3. Décrire brièvement le programme d'échantillonnage de l'usine d'épuration.

C. Ouvrages de référence sur les essais en laboratoire – Dresser une liste des ouvrages de référence pertinents.

1. WPCF MOP n° 18, Simplified Laboratory Procedures for Wastewater Examination
2. Process Control Laboratory Course, WPCF et Environnement Canada
3. Édition la plus récente des Standard Methods pour l'examen de l'eau et des eaux usées
4. Autres

D. Interprétation des essais en laboratoire – Fournir une brève définition et indiquer les applications de génie sanitaire de tous les essais.

1. pH
2. Oxygène dissous (OD)
3. Demande biochimique d'oxygène (DBO)
4. Matières décantables et en suspension – Importance du bilan massique
5. Chlore résiduel
6. Autres

E. Sample Laboratory Worksheets - give instructions for completing sample forms

1. Solids determinations
2. BOD determinations
3. Other

CHAPTER VII. RECORDS

Table of Contents

A. Process Operations/Daily Operating Log - provide sample form and discuss features

1. Weather conditions
2. Facility influent flow
3. Recirculation rate
4. Grit removed
5. Sludge handling data
6. Status of secondary treatment process
7. Operators on duty
8. Complaints
9. Plant visitors
10. Power consumption
11. Chemicals used
12. Unusual conditions (operational and maintenance)
13. Routine operational duties

B. Laboratory - Comprehensive discussion of laboratory records should be included under laboratory controls chapter of the manual

C. Monthly Report to Provincial Agencies

1. Provide sample form
2. Give instructions for completing
3. Outline techniques for maximum utilization of forms to eliminate using any supplemental forms
4. Tell when and where to submit completed forms

D. Annual Report

1. Designate individual responsible for preparing report
2. State whether calendar or fiscal year summary

E. Formulaires de laboratoire types - Fournir des directives sur la façon de remplir les formulaires.

1. Détermination des concentrations de matières solides
2. Déterminations de la DBO
3. Autres

CHAPITRE VII. DOSSIERS/REGISTRES

Table des matières

A. Opérations de traitement et registre quotidien d'exploitation - Fournir des formulaires types et expliquer les points suivants.

1. Conditions météorologiques
2. Débit d'influent de l'installation
3. Taux de recirculation
4. Dégrillage
5. Données sur le traitement des boues
6. État du procédé de traitement secondaire
7. Opérateurs en service
8. Plaintes
9. Visiteurs de l'usine
10. Consommation d'énergie
11. Produits chimiques utilisés
12. Conditions inhabituelles (d'exploitation et d'entretien)
13. Fonctions opérationnelles courantes

B. Laboratoire - Inclure une description détaillée des registres de laboratoire dans le chapitre du manuel traitant des essais en laboratoire.

C. Rapport mensuel à soumettre aux organismes provinciaux

1. Fournir un formulaire type.
2. Fournir des directives sur la façon de remplir les formulaires.
3. Décrire les techniques permettant d'optimiser l'utilisation des formulaires et d'éliminer l'emploi de formulaires supplémentaires.
4. Indiquer à quel moment et à quel endroit on doit faire parvenir les formulaires remplis.

D. Rapport annuel

1. Désigner une personne responsable de l'établissement du rapport.
2. Établir si le rapport porte sur l'année civile ou l'année fiscale.

3. Give sample report format:

- a) Annual summary of operating data
- b) Annual summary of management data

4. Provide coordinating instructions with financial arm of parent governmental body

E. Maintenance - Comprehensive discussion of maintenance records should be included under Maintenance chapter of manual

F. Operating Costs and Record Keeping - list and discuss each major cost group and record keeping procedure for each

1. Labour:

- a) Operation
- b) Administration
- c) Maintenance

2. Utilities:

- a) Electricity
- b) Fuel oil
- c) Potable water
- d) Telephone
- e) Other

3. Chemicals (Process only):

- a) Lime
- b) Alum
- c) Chlorine
- d) Other

4. Supplies:

- a) Laboratory chemicals
- b) Cleaning materials
- c) Maintenance materials
- d) Other expendable items

G. Personnel Records

H. Emergency Conditions Record

- 1. Develop emergency plan so that bypass is limited
- 2. Bypass report sent to all required regulatory agencies
- 3. Deteriorated effluent record
- 4. Other

CHAPTER VIII. MAINTENANCE

Table of Contents

A. General

- 1. State purpose of maintenance system

3. Fournir un modèle de rapport :

- a) Sommaire annuel des données d'exploitation
- b) Sommaire annuel des données de gestion

4. Fournir des directives pour une coordination avec la section financière de l'organisme gouvernemental principal.

E. Entretien - Inclure une description détaillée des registres d'entretien dans le chapitre du manuel qui porte sur l'entretien.

F. Coûts d'exploitation et tenue des dossiers/registres - Énumérer et décrire tous les centres de coûts et toutes les procédures de tenue des dossiers/registres pour chacun des points suivants.

1. Catégorie de main-d'œuvre

- a) Personnel d'exploitation
- b) Personnel administratif
- c) Personnel d'entretien

2. Service d'utilité

- a) Électricité
- b) Mazout
- c) Eau potable
- d) Téléphone
- e) Autres

3. Produit chimique (procédés seulement)

- a) Chaux
- b) Sulfate d'aluminium
- c) Chlore
- d) Autres

4. Type de fournitures

- a) Produits chimiques de laboratoire
- b) Matériels de nettoyage
- c) Matériels d'entretien
- d) Autres fournitures courantes

G. Dossiers du personnel

H. Registre des situations d'urgence

- 1. Plan d'urgence permettant de limiter le détournement des eaux usées
- 2. Rapport sur les détournements envoyé à tous les organismes de réglementation nécessaires
- 3. Rapport sur la dégradation de l'effluent
- 4. Autres

CHAPITRE VIII. ENTRETIEN

Table des matières

A. Généralités

- 1. Énoncer le but du système d'entretien.

2. Outline scope of recommended maintenance system
3. List basic features:
 - a) Equipment record system
 - b) Planning and scheduling
 - c) Storeroom and inventory system
 - d) Maintenance personnel
 - e) Costs and budgets for maintenance operations

B. Equipment Record Systems

1. Describe equipment numbering system
2. Outline equipment catalogue
3. Discuss the type of information and equipment data which should be maintained
4. Provide instructions on preparing and filing information in the record system
5. Describe data retrieval system
6. Provide completed equipment nameplate data cards for each item of equipment
7. Other

C. Planning and Scheduling

1. Provide guidelines for preventive maintenance and corrective maintenance tasks
2. Describe schedule chart board
3. Outline work order system:
 - a) Provide sample forms
 - b) Describe work order log
4. Discuss contract maintenance work
5. Other

D. Storeroom and Inventory System

1. Recommend spare parts/components to be maintained
2. Outline stockroom inventory procedures:
 - a) Numbering system for all items
 - b) Sample withdrawal slip
 - c) Maximum/minimum quantities to be maintained
 - d) Record system
3. Discuss purchase orders
4. Other

E. Maintenance Personnel

1. Outline maintenance staff
2. Review maintenance staff capabilities and limitations

2. Décrire brièvement la portée du système d'entretien recommandé.
3. Dresser une liste des fonctions de base.
 - a) Système d'enregistrement de l'équipement
 - b) Planification et établissement du calendrier
 - c) Entrepôt et système de gestion des stocks
 - d) Personnel d'entretien
 - e) Coûts et budgets des opérations d'entretien

B. Système d'enregistrement de l'équipement

1. Décrire le système d'identification de l'équipement.
2. Décrire brièvement le catalogue d'équipement.
3. Indiquer le type d'information et de données sur l'équipement devant être consignées.
4. Fournir des directives sur la préparation de l'information et son classement dans le système d'enregistrement..
5. Décrire le système d'extraction des données.
6. Fournir des fiches techniques complètes pour chaque pièce d'équipement.
7. Autres.

C. Planification et établissement du calendrier

1. Fournir des lignes directrices pour les tâches d'entretien préventif et correctif.
2. Décrire le tableau de contrôle.
3. Décrire brièvement le système de bons de travail.
 - a) Fournir des formulaires types.
 - b) Décrire le registre de bons de travail.
4. Expliquer les travaux contractuels d'entretien.
5. Autres.

D. Entrepôt et système de gestion des stocks

1. Indiquer les pièces de rechange et les composants devant être conservés en stock.
2. Décrire brièvement les procédures de gestion des stocks de l'entrepôt.
 - a) Système d'identification de tous les articles
 - b) Bordereau de prélèvement
 - c) Quantités maximales et minimales à conserver en stock
 - d) Système d'enregistrement
3. Décrire les bons de commande.
4. Autres.

E. Personnel d'entretien

1. Décrire le personnel d'entretien.
2. Passer en revue les compétences et les limites du personnel d'entretien.

F. Cost and Budgets for Maintenance Operations

1. Discuss importance of separation of maintenance costs:
 - a) Preventive maintenance
 - b) Corrective maintenance
 - c) Major repairs or alterations
2. Suggest a cost accounting system for storeroom stock, special purchase items and man-hours
3. Other

G. Miscellaneous Maintenance Records

1. Provide sample preventive/corrective maintenance log
2. Give breakdown report format
3. Other

H. Housekeeping - discuss housekeeping activities

1. Yard work
2. Painting
3. General Cleaning
4. Other

I. Special Tools and Equipment

1. Outline tool room procedures:
 - a) Tool inventory
 - b) Tool check control system
2. Discuss use of tool boards:
 - a) Special/frequently used tools
 - b) Location of boards
3. Give maintenance skills required for all special tools

J. Lubrication

1. Give lubrication specifications
2. Provide interchangeable lubricants chart
3. Discuss use of colour coded lubrication tags for all equipment
4. Give sample consumption/inventory records
5. Outline sample lubrication route

K. Major Equipment Information

1. List all major equipment items:
 - a) Comminatory
 - b) Grit chambers
 - c) Sedimentation tanks

F. Coûts et budgets des opérations d'entretien

1. Exposer l'importance de la séparation des coûts d'entretien.
 - a) Entretien préventif
 - b) Entretien correctif
 - c) Réparations ou modifications majeures
2. Suggérer un système de comptabilité industrielle pour les stocks entreposés, les acquisitions spéciales et les heures-personnes.
3. Autres.

G. Dossiers d'entretien divers

1. Fournir un modèle de registre d'entretien préventif/correctif.
2. Indiquer le format du rapport de pannes.
3. Autres.

H. Entretien et nettoyage - Décrire les activités d'entretien et de nettoyage.

1. Travaux dans le parc
2. Peinture
3. Nettoyage général
4. Autres

I. Outils et équipement spéciaux

1. Décrire brièvement les procédures de l'atelier d'outillage :
 - a) Inventaire des outils
 - b) Système de contrôle des outils
2. Expliquer l'utilisation des râteliers d'outillage :
 - a) Outils spéciaux et outils fréquemment utilisés
 - b) Emplacement des râteliers
3. Indiquer les compétences en entretien exigées pour tous les outils spéciaux.

J. Lubrification

1. Indiquer les spécifications relatives à la lubrification.
2. Fournir un tableau des lubrifiants interchangeables.
3. Expliquer l'utilisation des étiquettes de lubrification chromocodées pour tout l'équipement.
4. Fournir des modèles de registres de consommation et de gestion des stocks.
5. Décrire un schéma de graissage type.

K. Information sur les principales pièces d'équipement

1. Dresser une liste des principales pièces.
 - a) Dilacérateurs
 - b) Dessableurs
 - c) Bassins de décantation

- d) Aerators
 - e) Pumps
 - f) Digesters
 - g) Drying beds
 - h) Lagoons
 - i) Other
2. Outline basic maintenance considerations for all major electrical and mechanical equipment items
 3. Outline procedure for ordering parts/components or new items

L. Warranty Provisions

1. List all guaranteed equipment
2. Give guarantee period for each piece of equipment
3. Discuss pertinent features of each guarantee

M. Contract Maintenance

1. Provide list of suggested contract jobs
2. Provide list of suggested contractors

CHAPTER IX. EMERGENCY OPERATING AND RESPONSE PROGRAM

Table of Contents

- A. Give results of vulnerability analysis of system**
- B. List methods to reduce system vulnerability**
- C. List mutual aid agreements**
- D. Include emergency equipment inventory**
- E. Give method of preserving treatment system records**
- F. Include industrial waste inventory/monitoring system**
- G. Give coordinating instructions for local police and fire departments**
- H. Define responsibilities of treatment system personnel**
- I. Designate an emergency response centre**
- J. List auxiliary personnel requirements**
- K. Provide a mechanism for ensuring plans updated periodically**

- d) Aérateurs
- e) Pompes
- f) Digesteurs
- g) Lits de séchage
- h) Lagunes
- i) Autres

2. Décrire les points d'entretien de base des principales pièces d'équipement électrique et mécanique.
3. Décrire la marche à suivre pour commander des pièces, des composants ou de nouveaux articles.

L. Garantie

1. Dresser une liste de tous les équipements assortis d'une garantie.
2. Indiquer la période de garantie pour chaque pièce d'équipement.
3. Indiquer les caractéristiques pertinentes de chaque garantie.

M. Entretien contractuel

1. Fournir une liste des travaux contractuels suggérés.
2. Fournir une liste des entrepreneurs suggérés.

CHAPITRE IX. PROGRAMME D'EXPLOITATION ET D'INTERVENTION EN SITUATION D'URGENCE

Table des matières

- A. Fournir les résultats de l'analyse de la vulnérabilité de l'usine.**
- B. Dresser une liste des méthodes employées pour réduire la vulnérabilité de l'usine.**
- C. Dresser une liste des accords d'aide mutuelle.**
- D. Inclure un inventaire de l'équipement d'urgence.**
- E. Indiquer la méthode de conservation des dossiers de l'usine d'épuration.**
- F. Inclure un système de gestion et de surveillance des rejets industriels.**
- G. Indiquer les lignes directrices pour la coordination avec la police locale et les services d'incendie.**
- H. Définir les responsabilités du personnel d'exploitation de l'usine d'épuration.**
- I. Désigner un centre d'intervention d'urgence.**
- J. Dresser une liste des exigences relatives au personnel auxiliaire.**
- K. Prévoir un mécanisme pour assurer la mise à jour périodique des plans.**

CHAPTER X. SAFETY

Table of Contents

A. General

1. Management's responsibility - discuss responsibilities:
 - a) Communicate safety information to employees
 - b) Eliminate hazardous working conditions
 - c) Motivate employees to be safety minded
 - d) Other
2. Emergency telephone numbers - provide a list of all numbers:
 - a) Hospital
 - b) Fire station
 - c) Ambulance Service
 - d) Chlorine supplier
 - e) Other

B. Sewers - discuss safety aspects of sewer maintenance

1. Work site protection
2. Gas testing equipment
3. Non-sparking tools
4. Other

C. Electrical Hazards

1. Discuss grounding of electric tools
2. Outline first aid for electric shock victim
3. Designate authorized personnel to perform electrical repairs
4. Other

D. Mechanical Equipment Hazards

1. Discuss equipment guards
2. Discuss noise level considerations
3. Designate authorized personnel to perform mechanical repairs
4. Other

E. Explosion and Fire Hazards

1. Discuss storage of flammable materials
2. Give type and location of fire extinguishers
3. Discuss use of flammable vapour detectors
4. Outline hazards associated with digester gases
5. Other

CHAPITRE X. SÉCURITÉ

Table des matières

A. Généralités

1. Responsabilités de gestion - Exposer les responsabilités.
 - a) Transmettre l'information sur la sécurité aux employés.
 - b) Éliminer les conditions de travail dangereuses.
 - c) Sensibiliser les employés à la sécurité.
 - d) Autres.
2. Numéros de téléphone d'urgence - Fournir une liste de tous les numéros des services suivants.
 - a) Hôpital
 - b) Poste d'incendie
 - c) Service d'ambulance
 - d) Fournisseur de chlore
 - e) Autres

B. Égouts - Exposer les consignes de sécurité à respecter lors des travaux d'entretien des réseaux d'égout.

1. Protection du lieu de travail
2. Équipement de détection des gaz
3. Outils anti-étincelles
4. Autres

C. Risques associés à l'équipement électrique

1. Expliquer la mise à la terre des outils électriques.
2. Décrire les premiers soins à dispenser aux victimes de chocs électriques.
3. Désigner le personnel autorisé à effectuer les réparations électriques.
4. Autres.

D. Risques associés à l'équipement mécanique

1. Décrire les dispositifs de protection des équipements.
2. Expliquer les dangers liés au niveau de bruit.
3. Désigner le personnel autorisé à effectuer les réparations mécaniques.
4. Autres.

E. Risques d'explosion et d'incendie

1. Expliquer les règles de stockage de matières inflammables.
2. Indiquer la nature et l'emplacement des extincteurs d'incendie.
3. Expliquer l'utilisation des détecteurs de vapeurs inflammables.
4. Décrire les risques associés aux biogaz.
5. Autres.

F. Bacterial Infection (Health Hazards)

1. State policy on tetanus shots
2. Outline personal hygiene considerations
3. State policy on care of cuts and other injuries
4. Other

G. Chlorine Hazards

1. Discuss cylinder handling
2. Outline procedure for testing for and responding to leaks
3. Describe self-contained breathing apparatus use
4. Other

H. Oxygen Deficiency and Noxious Gases

1. Outline noxious gas testing procedures
2. Discuss ventilating equipment
3. Provide tabulation of common gases encountered in wastewater treatment systems
4. Other

I. Laboratory Hazards

1. Discuss volatile materials handling
2. Describe protective clothing and devices
3. Discuss proper ventilation
4. Other

J. Safety Equipment - list safety equipment required

1. First aid kits
2. Fire extinguishers
3. Gas masks/air packs
4. Protective clothing and hard hats
5. Safety harnesses
6. Other

K. Process Chemical Handling - discuss procedures for all chemicals used

1. Alum
2. Lime
3. Ferric Chloride
4. Ferrous Sulphate

F. Infections bactériennes (risques pour la santé)

1. Énoncer la politique sur les vaccins antitétaniques.
2. Énoncer les exigences en matière d'hygiène personnelle.
3. Énoncer la politique sur les soins à dispenser en cas de coupure ou d'autres blessures.
4. Autres.

G. Risques associés au chlore

1. Expliquer les règles de manutention des cylindres.
2. Décrire les essais d'étanchéité et la procédure d'intervention en cas de fuite.
3. Décrire l'utilisation d'un appareil respiratoire autonome.
4. Autres.

H. Insuffisance d'oxygène et gaz nocifs

1. Décrire brièvement les procédures de détection des gaz nocifs.
2. Décrire l'équipement de ventilation.
3. Fournir des tableaux des gaz courants qui sont présents dans les procédés de traitement des eaux usées.
4. Autres.

I. Risques associés au laboratoire

1. Expliquer les règles de manutention des matières volatiles.
2. Décrire les vêtements et les dispositifs de protection.
3. Expliquer les caractéristiques d'une ventilation appropriée.
4. Autres.

J. Équipement de sécurité - Dresser une liste des pièces d'équipement de sécurité exigées.

1. Trousses de premiers soins
2. Extincteurs d'incendie
3. Masques à gaz et appareils de protection respiratoire isolant autonome à bouteille d'air du type à la demande
4. Vêtements et casques de protection
5. Harnais de sécurité
6. Autres

K. Manutention des produits chimiques utilisés dans les procédés de traitement - Expliquer les procédures pour tous les produits chimiques utilisés.

1. Sulfate d'aluminium
2. Chaux
3. Chlorure ferrique
4. Sulfate ferreux

L. References - list pertinent safety references

1. WPCF MOP #1 - Safety in Wastewater Works
2. WPCF MOP #18 - Operations of Wastewater Treatment Plants
3. Chlorine Institute, Chlorine Manual
4. EPA Manual - Safety in the Design, Operation and Maintenance of wastewater treatment Works, Contract No. 68-01-0324
5. Other

CHAPTER XI. UTILITIES

Table of Contents

A. General

1. Give name of utility company
2. List contact men within utility company:
 - a) Routine contact
 - b) Emergency contact
3. Discuss reliability of service
4. Give any cost information available

B. Electrical

1. Give voltage of service adjacent to facility
2. Give reduced voltage entering facility
3. Discuss stand-by power from second source

C. Telephone

1. Outline telephone communications system within treatment system
2. Discuss any alarm systems that utilize telephone wires

D. Natural Gas

1. Give volume of gas per hour
2. Give normal operating pressure
3. Give size of gas line

E. Water

1. Give size of waterline
2. Give normal operating pressure
3. Discuss any backflow prevention systems present

L. Ouvrages de référence - Dresser une liste des ouvrages de référence qui traitent de la sécurité.

1. WPCF MOP #1 - Safety in Wastewater Works
2. WPCF MOP #18 - Operations of Wastewater Treatment Plants
3. Chlorine Institute, Chlorine Manual
4. Manuel de l'EPA - Safety in the Design, Operation and Maintenance of wastewater treatment Works, contrat n° 68-01-0324
5. Autres

CHAPITRE XI. SERVICES D'UTILITÉS

Table des matières

A. Généralités

1. Indiquer le nom de l'entreprise d'utilité.
2. Dresser une liste des agents de liaison au sein de l'entreprise d'utilité.
 - a) Agents de liaison courants
 - b) Agent de liaison en cas d'urgence
3. Expliquer la fiabilité du service.
4. Indiquer toute l'information disponible sur les coûts.

B. Électricité

1. Indiquer la tension du branchement adjacent à l'usine.
2. Indiquer la tension réduite à l'entrée de l'usine.
3. Décrire l'alimentation de secours provenant d'une deuxième source.

C. Téléphone

1. Décrire le système de communications téléphoniques à l'intérieur de l'usine d'épuration.
2. Décrire tous les systèmes d'alarme qui utilisent des fils téléphoniques.

D. Gaz naturel

1. Indiquer le volume de gaz par heure.
2. Indiquer la pression de fonctionnement normale.
3. Indiquer le diamètre de la canalisation d'alimentation en gaz.

E. Eau

1. Indiquer le diamètre de la canalisation d'alimentation en eau.
2. Indiquer la pression de fonctionnement normale.
3. Décrire tous les systèmes anti-refoulement.

F. Fuel Oil

1. List capacities of storage tanks
2. Outline program to insure adequate supplies of fuel oil are always on hand
3. List potential suppliers

CHAPTER XII. ELECTRICAL SYSTEM - DESCRIBE THE ELECTRICAL SYSTEM

Table of Contents

A. General

1. Schematic diagrams
2. Tables
3. Manufacturer's literature
4. Shop drawings
5. Designer's notes

B. Power Source

1. Give name of electrical utility company
2. Give characteristics of primary distribution line
3. Describe main transformer and state ownership
4. Discuss protective devices
5. Give maximum available short-circuit current at point(s) of service from utility company

C. Power Distribution System

1. Describe service entrance equipment
2. Describe motor control centres and control panels
3. Provide tabulations indicating power wiring from and loads fed by major electrical components

D. Control and Monitoring System

1. Provide tabulations of type of controls present and process equipment involved
2. Provide schematic diagrams

E. Alternate Power Source

1. Describe power source
2. Describe any duplicate equipment in the power distribution system

F. Mazout

1. Dresser une liste des capacités de stockage des réservoirs.
2. Décrire le programme garantissant la disponibilité en tout temps d'approvisionnements suffisants en mazout.
3. Dresser une liste des fournisseurs potentiels.

CHAPITRE XII. SYSTÈME ÉLECTRIQUE

Table des matières

A. Généralités

1. Schémas de circuits
2. Tableaux
3. Documentation du fabricant
4. Dessins d'atelier
5. Notes du concepteur

B. Source d'alimentation en électricité

1. Indiquer le nom de l'entreprise de distribution d'électricité.
2. Indiquer les caractéristiques de la ligne de distribution primaire.
3. Décrire le transformateur principal et en indiquer le propriétaire.
4. Décrire les dispositifs de protection.
5. Indiquer le courant de court-circuit disponible maximal aux points de service de l'entreprise d'utilité.

C. Système de distribution d'énergie

1. Décrire l'équipement du branchement d'abonné.
2. Décrire le centre de commande des moteurs et les panneaux de commande.
3. Fournir des tableaux indiquant le câblage électrique en provenance des principaux composants électriques et les charges alimentées par ces composants.

D. Système de contrôle et de surveillance

1. Fournir des tableaux indiquant les types de contrôles présents et l'équipement de traitement visé.
2. Fournir des schémas de circuits.

E. Source d'alimentation électrique de secours

1. Décrire la source d'alimentation électrique.
2. Décrire tous les équipements jumelés à l'intérieur du système de distribution d'énergie.

APPENDICES

Table of Contents

A. Schematics - provide as required

1. Basic flow diagrams
2. Process flow sheets
3. Bypass piping diagrams
4. Hydraulic profile
5. Other

B. Valve Indices - describe all major valves

1. Function
2. Type/size
3. Location
4. Identification
5. Direction for closing valves

C. Sample Forms - provide as required

1. Daily Operating Log
2. Equipment Data Cards
3. Maintenance Work Order
4. Purchase Order
5. Accident Report Form
6. Provincial Reports
7. Other

D. Chemicals Used in Plant

1. List all chemicals
2. Give safety precautions, outline procedures in case of spill or skin contact and outline storage considerations in Safety Chapter of Manual
3. List suppliers
4. Provide reorder schedule

E. Chemicals Used in Laboratory

1. Give common name
2. Give chemical formula
3. List suppliers

F. Emergency Operating and Response Program - provide as required

1. Schematic diagrams
2. Sample forms

ANNEXES

Table des matières

A. Schémas - Fournir au besoin :

1. Des schémas de l'usine d'épuration de base
2. Des schémas de procédé
3. Des schémas de la tuyauterie de dérivation
4. Un profil hydraulique
5. Autres

B. Index de la robinetterie - Décrire tous les appareils de robinetterie principaux.

1. Fonction
2. Type et dimension
3. Emplacement
4. Identification
5. Sens de fermeture

C. Formulaires types - Fournir au besoin :

1. Un registre quotidien d'exploitation
2. Des fiches techniques sur l'équipement
3. Un bon de travail d'entretien
4. Un bon de commande
5. Un formulaire de rapport d'accident
6. Des rapports provinciaux
7. Autres

D. Produits chimiques utilisés dans l'usine

1. Dresser une liste de tous les produits chimiques utilisés.
2. Indiquer les mesures de sécurité, décrire les procédures en cas de déversement ou de contact avec la peau et expliquer les exigences de stockage dans le chapitre du manuel qui porte sur la sécurité.
3. Dresser une liste des fournisseurs.
4. Établir un calendrier de réapprovisionnement.

E. Produits chimiques utilisés en laboratoire

1. Indiquer les noms courants.
2. Indiquer la formule chimique.
3. Dresser une liste des fournisseurs.

F. Programme d'exploitation et d'intervention en situation d'urgence - Fournir au besoin :

1. Des schémas de circuits
2. Des modèles de formulaires

G. Detailed Design Criteria - tabulate criteria

1. Population served
2. Wastewater volume/strength:
 - a) Present/future
 - b) Domestic
 - c) Industrial
3. Quantities of screenings, grit and sludge removed per thousand cubic metres of wastewater treated
4. Unit sizes and capacities
5. Hydraulic and organic loadings
6. Detention times
7. Pumping characteristics
8. Sludge treatment and disposal data

H. Equipment Suppliers

1. Give name
2. List equipment furnished
3. Give reference to where detail information on representatives can be found in manual

I. Manufacturer's Manuals

1. May be bound separately
2. Manuals should give adequate operating and maintenance instructions
3. Manuals should be indexed/cross-referenced

J. Sources for Service and Parts

1. List service organizations for all equipment
2. List local repair services:
 - a) Meter repair
 - b) Motor rewinding
 - c) Other
3. List local parts sources:
 - a) Plumbing wholesalers
 - b) Electrical wholesalers
 - c) Mill Supply Houses
 - d) Other

K. As-Built Drawings

1. Ensure drawings are complete and accurate
2. Cross-reference with shop drawings

G. Critères de conception détaillés - Mettre les critères en tableaux.

1. Population desservie
2. Volume et concentration des eaux usées
 - a) Présentes/futures
 - b) Domestiques
 - c) Industrielles
3. Quantités de matières dégrillées, de sable et de boue éliminées par millier de mètres cubes d'eaux usées épurées
4. Dimension et capacité de chaque unité
5. Charges hydrauliques et organiques
6. Temps de séjour
7. Caractéristiques de pompage
8. Données sur le traitement et l'élimination des boues

H. Fournisseurs d'équipement

1. Indiquer le nom des fournisseurs.
2. Dresser une liste de l'équipement fourni.
3. Indiquer à quel endroit du manuel se trouve l'information détaillée sur les représentants de commerce.

I. Manuels des fabricants

1. Les manuels peuvent être reliés séparément.
2. Les manuels doivent fournir des directives d'exploitation et d'entretien appropriées.
3. Les manuels doivent comporter une table des matières et des renvois.

J. Services de réparation et de pièces

1. Dresser une liste des entreprises de réparation pour tout l'équipement.
2. Dresser une liste des services de réparation locaux.
 - a) Réparation des appareils de mesure
 - b) Rebobinage de moteurs
 - c) Autres
3. Dresser une liste des sources locales de pièces :
 - a) Grossistes en plomberie
 - b) Grossistes en pièces électriques
 - c) Fournisseurs de produits industriels
 - d) Autres

K. Dessins d'après exécution

1. S'assurer que les dessins sont complets et exacts.
2. Inclure des renvois aux dessins d'atelier.

L. Approved Shop Drawings

1. Index adequately
2. Cross-reference with engineering drawings and construction specifications

M. Dimension Prints

1. Provide when necessary to show units relation to other units, adjacent walls, etc.
2. Use to tie shop drawings to engineering drawings

N. Construction Photos

1. Label and date all photos
2. Outline photo indexing system

O. Warranties and Bonds

1. Provide copies
2. Index properly

P. Copies of Provincial Reporting Forms - provide as required

1. Monthly Operating Report
2. Bypass Report
3. Disinfection Failure Report
4. Other

Q. Copies of Provincial Inspection Forms - provide as required**R. Infiltration Controls**

1. Provide copy of existing ordinance
2. Provide model ordinance if none exists

S. Industrial Waste Controls

1. Provide copy of existing ordinance
2. Provide model ordinance if none exists

T. Piping Colour Codes

1. List colour for each piping system
2. State if directional flow arrows and/or labelling required

L. Dessins d'atelier approuvés

1. Indexer correctement.
2. Inclure des renvois aux dessins techniques et au devis de construction.

M. Plans cotés

1. Fournir au besoin des plans cotés indiquant la relation entre les différentes unités, entre les unités et les murs adjacents, etc.
2. Utiliser pour établir un lien entre les dessins d'atelier et les dessins techniques.

N. Photos de construction

1. Étiqueter et dater toutes les photos.
2. Décrire le système d'indexage.

O. Garanties et cautionnements

1. Fournir des copies des documents.
2. Indexer de manière appropriée.

P. Copies des formulaires de rapports provinciaux - Fournir au besoin :

1. Un rapport mensuel d'exploitation
2. Un rapport sur les détournements
3. Un rapport de défaillance de la désinfection
4. Autres

Q. Copies des formulaires d'inspection provinciaux - Fournir au besoin**R. Contrôle des infiltrations**

1. Fournir une copie de l'ordonnance en vigueur.
2. Fournir une ordonnance type s'il n'existe aucune ordonnance.

S. Contrôle des déchets industriels

1. Fournir une copie de l'ordonnance en vigueur.
2. Fournir une ordonnance type s'il n'existe aucune ordonnance.

T. Codes de couleur de la tuyauterie

1. Dresser une liste des couleurs de tous les réseaux de tuyauterie.
2. Indiquer si un système de flèches directionnelles ou d'étiquetage est exigé pour indiquer le sens d'écoulement.

U. Painting

1. Give type of coating required for each unit
2. Give painting frequency schedule
3. Provide a copy of Water Pollution Control Federation, MOP-17, "Paints and Protective Coatings", (1969)

V. References to be maintained at treatment facility

1. MOP #1
2. MOP #11
3. Suggested references for detailed study of process utilized
4. Other

D.2.3 Suggested Guide and Checklist for an Operation and Maintenance Manual for Municipal Wastewater Pumping Stations and/or Collection system

CHAPTER I. INTRODUCTION

Manual User Guide

Table of Contents

A. Operation and Managerial responsibility

1. Operator responsibility:
 - a) General - outline responsibilities:
 - 1) Know proper operational procedures
 - 2) Keep accurate records
 - 3) Properly manage operating funds
 - 4) Keep supervisors informed
 - 5) Keep informed of current O & M practices
 - b) List short courses and operator schools available
 - c) Provide suggested list of journals/periodicals related to municipal wastewater treatment
2. Treatment system management responsibility - outline responsibilities:
 - a) Maintain efficient plant operation and maintenance
 - b) Maintain adequate records
 - c) Establish staff requirements, prepare job descriptions and assign personnel
 - d) Provide good working conditions
 - e) Establish operator training program
 - f) Provide incentives for employees
 - g) Maintain good public relations
 - h) Prepare budgets and reports
 - i) Plan for future facility needs
 - j) Develop standard operating procedures

U. Peinture

1. Indiquer le type de revêtement nécessaire pour chaque unité.
2. Établir un calendrier des travaux de peinture.
3. Fournir une copie du document « Paints and Protective Coatings », MOP-17, Water Pollution Control Federation, (1969).

V. Ouvrages de référence à conserver à l'usine d'épuration

1. MOP #1
2. MOP #11
3. Ouvrages de référence suggérés aux fins de l'analyse détaillée du procédé utilisé
4. Autres

D.2.3 Guide suggéré et liste de contrôle pour un manuel d'exploitation et d'entretien de stations de pompage ou de réseaux collecteurs d'eaux usées municipales

CHAPITRE I. INTRODUCTION

Guide de l'utilisateur du manuel

Table des matières

A. Responsabilités d'exploitation et de gestion

1. Responsabilités de l'exploitant
 - a) Généralités – Décrire les responsabilités.
 - 1) Connaître les procédures d'exploitation appropriées.
 - 2) Tenir des dossiers/registres exacts.
 - 3) Gérer correctement les fonds d'exploitation.
 - 4) Informer les superviseurs.
 - 5) S'informer des pratiques d'exploitation et de gestion.
 - b) Dresser une liste des cours abrégés offerts aux exploitants et des écoles de formation existantes.
 - c) Fournir une liste suggérée de journaux et périodiques portant sur l'épuration des eaux usées municipales.
2. Responsabilités de gestion d'une usine d'épuration – Décrire les responsabilités.
 - a) Assurer une exploitation et une gestion efficaces de l'usine.
 - b) Tenir les dossiers/registres appropriés.
 - c) Établir les besoins en personnel, préparer les descriptions de poste et affecter le personnel.
 - d) Offrir de bonnes conditions de travail.
 - e) Élaborer un programme de formation à l'intention des opérateurs.
 - f) Offrir des incitatifs aux employés.
 - g) Entretenir de bonnes relations publiques.
 - h) Établir les budgets et les rapports.
 - i) Prévoir les besoins futurs de l'installation.
 - j) Élaborer des procédures d'exploitation normalisées.

B. Description of pumping stations and/or Collection system type

1. Pumping station type - describe station type:
 - a) Municipal wastewater
 - b) Storm water runoff
 - c) Industrial wastes
 - d) Combined municipal and storm water
 - e) Sludge
 - f) Treated municipal wastewater
2. Pumping station classification - discuss how station is classified:
 - a) Capacity (gpm, mgd, l/sec)
 - b) Energy source (Primary and Stand-by):
 - (1) Electric
 - (2) Diesel
 - (3) Steam
 - (4) Other
 - c) Construction method
3. Discuss pumping station chlorination facilities
4. Collection system types and sizes - describe collection system:
 - a) Asbestos-cement
 - b) Brick masonry
 - c) Clay
 - d) Concrete
 - e) Iron and Steel:
 - (1) Cast iron
 - (2) Ductile iron
 - (3) Fabricated steel
5. Describe type of joint used
6. Discuss collection system appurtenances and special structures:
 - a) Manholes
 - b) Check valves and relief overflows
 - c) Siphons
 - d) Flap gates
 - e) Metering stations
 - f) Air relief valves
 - g) Other

CHAPTER II. PERMITS AND STANDARDS

Table of Contents

A. Permit and permit requirements

1. Give permit number
2. Give renewal date if applicable
3. List permit requirements
4. Include permit application guidelines

B. Description du type de station de pompage ou de réseau collecteur

1. Type de station de pompage – Décrire le type de station.
 - a) Eaux usées municipales
 - b) Eaux d'orage
 - c) Égouts industriels
 - d) Eaux usées municipales et eaux pluviales
 - e) Boues
 - f) Eaux usées municipales épurées
2. Classification de la station de pompage – Indiquer comment la station est classée.
 - a) Capacité (gal/min, millions de gallons par jour, L/s)
 - b) Source d'énergie (primaire et de secours)
 - 1) Électrique
 - 2) Diesel
 - 3) Vapeur
 - 4) Autres
 - c) Méthode de construction
3. Décrire les installations de chloration de la station de pompage.
4. Types et dimensions du réseau collecteur – Décrire le réseau collecteur.
 - a) Amiante-ciment
 - b) Maçonnerie de briques
 - c) Argile
 - d) Béton
 - e) Fer et acier
 - 1) Fonte
 - 2) Fonte ductile
 - 3) Acier fabriqué
5. Décrire le type de joints utilisés.
6. Décrire les ouvrages annexes et les ouvrages spéciaux d'un réseau collecteur.
 - a) Regards de visite
 - b) Clapets de retenue et déversoirs d'orage
 - c) Siphons/canalisation surbaissées
 - d) Vannes à clapet
 - e) Postes de mesure
 - f) Reniflards/mises à l'air libre
 - g) Autres

CHAPITRE II. PERMIS ET NORMES

Table des matières

A. Permis et exigences du permis

1. Indiquer le numéro de permis.
2. Indiquer la date de renouvellement, le cas échéant.
3. Dresser une liste des exigences du permis.
4. Inclure les lignes directrices relatives à l'émission du permis.

5. Copy of permit sections dealing with pumping station permits should be included

B. Reporting procedure for spills of raw or inadequately treated wastewater

1. Include copies of permit sections requiring reporting or bypass/spill condition:
 - a) Discuss owner's responsibilities
 - b) Discuss penalties
2. Outline reporting procedure to include telephone numbers and sample report format

C. Water Quality Standards for adjacent water courses

1. Include copy of Provincial Quality Standards for any water courses adjacent to pumping stations or collection system, where there is a potential for a spill of raw wastewater
2. Include copy of Provincial receiving waters classification system

CHAPTER III. DESCRIPTION, OPERATION AND CONTROL OF PUMPING STATIONS AND/OR COLLECTION SYSTEM

Table of Contents

A. General

1. Pumping station description - provide a brief general description of the pumping station:
 - a) Typical
 - b) Package
 - c) Pneumatic-ejector
 - d) Other
2. Collection system description - provide a brief general description of the collection system:
 - a) Gravity
 - b) Force Main
3. Pumping station major components - list major components:
 - a) Pumps
 - b) Suction and discharge piping
 - c) Wet Well
 - d) Automatic Controls
 - e) Other
4. Collection system major components - list major components:
 - a) Pipe
 - b) Manholes
 - c) Siphons

5. Envisager d'inclure une copie des sections du permis qui traitent des stations de pompage.

B. Procédure d'établissement de rapport en cas de déversement d'eaux usées brutes ou insuffisamment traitées

1. Inclure des copies des sections du permis qui exigent l'établissement d'un rapport en cas de détournement ou de déversement d'eaux usées.
 - a) Décrire les responsabilités du propriétaire.
 - b) Décrire les pénalités.
2. Décrire la procédure d'établissement de rapports et inclure les numéros de téléphone à composer et un rapport type.

C. Normes de qualité de l'eau pour les cours d'eau adjacents

1. Inclure une copie des normes de qualité provinciales pour tous les cours d'eau adjacents aux stations de pompage ou aux réseaux collecteurs qui pourraient présenter un risque de déversement d'eaux usées brutes.
2. Inclure une copie du système provincial de classification des eaux réceptrices.

CHAPITRE III. DESCRIPTION, EXPLOITATION ET CONTRÔLE DES STATIONS DE POMPAGE OU DES RÉSEAUX COLLECTEURS

Table des matières

A. Généralités

1. Description de la station de pompage - Fournir une brève description de la station de pompage.
 - a) Type
 - b) Compacte
 - c) Aéro-éjecteur
 - d) Autres
2. Description du réseau collecteur - Fournir une brève description du réseau collecteur.
 - a) Gravitaire
 - b) Sous pression
3. Principaux composants de la station de pompage - Dresser une liste des principaux composants.
 - a) Pompes
 - b) Tuyauteries d'aspiration et de refoulement
 - c) Puits mouillés
 - d) Dispositifs de commande automatiques
 - e) Autres
4. Principaux composants du réseau collecteur - Dresser une liste des principaux composants.
 - a) Canalisations
 - b) Regards de visite
 - c) Siphons/Canalisations surbaissées

- d) Metering Stations
 - e) Other
5. Pumping Station and/or Collection system - common operating/maintenance problems:
- a) state problems
 - b) list probable causes
 - c) give control/prevention techniques
6. Pumping Station and/or Collection system start-up - give start-up techniques

B. Specific Pumping Station and/or Collection System Operation

1. Normal Operation:
- a) Discuss the normal operation of each type of pumping station and/or Collection system
 - (1) Pump settings
 - (2) Valve positions
 - (3) Flow meter settings
 - (4) Chlorination system
 - (5) Other
2. Alternate Operation:
- a) List alternative modes of operation
 - b) Provide discussion and schematics to illustrate alternate operation
3. Emergency Operations and Failsafe Features:
- a) Discuss emergency operating procedures for potential emergency conditions
 - b) List failsafe features
 - c) Describe operation of failsafe features

CHAPTER IV. PERSONNEL

Table of Contents

A. Manpower requirements/staff - personnel required

- 1. Supervisors
- 2. Administrative
- 3. Operational
- 4. Maintenance

B. Qualifications

1. For each job title give:
- a) Training
 - b) Experience
 - c) Skills required
 - d) License/certificate required

- d) Postes de mesure
 - e) Autres
5. Station de pompage ou réseau collecteur - Problèmes courants d'exploitation et d'entretien
- a) Énoncer les problèmes.
 - b) Dresser une liste des causes probables.
 - c) Indiquer les techniques de contrôle et de prévention.
6. Mise en marche de la station de pompage ou du réseau collecteur - Indiquer les techniques de mise en marche.

B. Fonctionnement propre à la station de pompage ou au réseau collecteur

1. Fonctionnement normal
- a) Décrire le fonctionnement normal de chacun des types de stations de pompage ou de réseaux collecteurs.
 - 1) Réglages des pompes
 - 2) Positions des vannes
 - 3) Réglages des débitmètres
 - 4) Système de chloration
 - 5) Autres
2. Autres modes de fonctionnement
- a) Dresser une liste des autres modes de fonctionnement.
 - b) Inclure un exposé et des schémas illustrant les autres modes de fonctionnement.
3. Opérations d'urgence et fonctions à sûreté intégrée
- a) Décrire les procédures d'exploitation en cas d'urgence.
 - b) Dresser une liste des fonctions à sûreté intégrée.
 - c) Décrire le fonctionnement des dispositifs à sûreté intégrée.

CHAPITRE IV. PERSONNEL

Table des matières

A. Besoins en main-d'œuvre et en personnel - Personnel nécessaire

- 1. Personnel de surveillance
- 2. Personnel administratif
- 3. Personnel d'exploitation
- 4. Personnel d'entretien

B. Qualification

1. Pour chaque catégorie d'emploi, indiquer ce qui suit.
- a) Le niveau de formation atteint
 - b) L'expérience acquise
 - c) Les compétences nécessaires
 - d) La licence ou le certificat exigé

C. Certification Program

1. Include copy of permit section regarding training courses required
2. Discuss pertinent aspects of operator certification as apply to the facility at hand

CHAPTER V. RECORDS

Table of Contents

A. Process Operations/Daily Operating Log - provide sample form and discuss features

1. Routine operational duties
2. Power consumption
3. Unusual conditions
4. Chemicals used
5. Other

B. Monthly Report to Provincial Agencies

1. Provide sample form
2. Give instructions for completing form
3. Outline techniques for maximum utilization of forms to eliminate using any supplemental forms
4. Tell when and where to submit completed form

C. Annual Report

1. Designate individual responsible for preparing report
2. State whether calendar or fiscal year summary
3. Give sample report format:
 - a) Annual summary of operating data
 - b) Annual summary of management data
4. Provide coordinating instructions with financial arm of parent Governmental body

D. Maintenance - comprehensive discussion of maintenance records should be included under Maintenance chapter of the manual

C. Programme de certification

1. Inclure une copie de la section du permis qui traite des cours de formation exigés.
2. Décrire les aspects du certificat d'exploitation applicables à l'installation considérée.

CHAPITRE V. DOSSIERS/REGISTRES

Table des matières

A. Opérations de traitement et registre quotidien d'exploitation - Fournir des formulaires types et expliquer les points mentionnés ci-après.

1. Tâches d'exploitation courantes
2. Consommation d'énergie
3. Conditions inhabituelles
4. Produits chimiques utilisés
5. Autres

B. Rapport mensuel à soumettre aux organismes provinciaux

1. Fournir un formulaire type.
2. Fournir des directives sur la façon de remplir les formulaires.
3. Décrire brièvement les techniques permettant d'optimiser l'utilisation des formulaires et d'éliminer les formulaires supplémentaires.
4. Indiquer à quel moment et à quel endroit faire parvenir les formulaires remplis.

C. Rapport annuel

1. Désigner une personne responsable de la préparation du rapport.
2. Indiquer si le rapport porte sur l'année civile ou l'année financière.
3. Fournir un rapport type.
 - a) Sommaire annuel des données d'exploitation
 - b) Sommaire annuel des données de gestion
4. Fournir des directives pour la coordination avec la section financière de l'organisme gouvernemental principal.

D. Entretien - Inclure une description détaillée des registres d'entretien dans le chapitre du manuel qui porte sur l'entretien.

E. Operating Costs and Record Keeping - list and discuss each major cost group and record keeping procedures for each

1. Labour:
 - a) Operation
 - b) Administration
 - c) Maintenance
2. Utilities:
 - a) Electricity
 - b) Fuel oil
 - c) Potable water
 - d) Telephone
 - e) Other
3. Chemicals:
 - a) Chlorine
 - b) Lime
 - c) Other
4. Supplies:
 - a) Cleaning materials
 - b) Maintenance materials
 - c) Other expendables

F. Personnel Records

G. Emergency Conditions Record

1. Bypass Report
2. Other

CHAPTER VI. MAINTENANCE

Table of Contents

A. General

1. State purpose of maintenance system
2. Outline scope of recommended maintenance system
3. List basic features:
 - a) Equipment record system
 - b) Planning and scheduling
 - c) Storeroom and inventory system
 - d) Maintenance personnel
 - e) Costs and budgets for maintenance operations

B. Equipment Record System

1. Describe equipment numbering system
2. Outline equipment catalogue
3. Discuss the type information and equipment data which should be maintained
4. Provide instructions on preparing and filing information in the record system

E. Coûts d'exploitation et tenue de dossiers/registres – Énumérer et décrire les principaux centres de coût et les procédures de tenue de dossiers/registres pour chacun des points ci-après.

1. Catégorie de main-d'œuvre
 - a) Personnel d'exploitation
 - b) Personnel administratif
 - c) Personnel d'entretien
2. Service d'utilité
 - a) Électricité
 - b) Mazout
 - c) Eau potable
 - d) Téléphone
 - e) Autres
3. Produit chimique
 - a) Chlore
 - b) Chaux
 - c) Autres
4. Type de fournitures
 - a) Matériels de nettoyage
 - b) Matériels d'entretien
 - c) Autres fournitures courantes

F. Dossiers du personnel

G. Registre des situations d'urgence

1. Rapport sur les détournements
2. Autres

CHAPITRE VI. ENTRETIEN

Table des matières

A. Généralités

1. Énoncer le but du système d'entretien.
2. Décrire la portée du système d'entretien recommandé.
3. Dresser une liste des fonctions de base.
 - a) Système d'enregistrement de l'équipement
 - b) Planification et établissement du calendrier
 - c) Entrepôt et système de gestion des stocks
 - d) Personnel d'entretien
 - e) Coûts et budgets des opérations d'entretien

B. Système d'enregistrement de l'équipement

1. Décrire le système d'identification de l'équipement.
2. Décrire le catalogue de pièces d'équipement.
3. Indiquer l'information type et les données sur l'équipement devant être consignées.
4. Fournir des directives sur la préparation de l'information et son classement dans le système d'enregistrement.

5. Describe data card retrieval system
6. Provide completed equipment name-plate data cards for each item of equipment
7. Other

C. Planning and Scheduling

1. Provide guidelines for preventive maintenance and corrective maintenance tasks
2. Describe schedule chart board
3. Outline work order system:
 - a) Provide sample forms
 - b) Describe work order log
4. Discuss contract maintenance work
5. Other

D. Storeroom and Inventory System

1. Recommend spare parts/components to be maintained
2. Outline stockroom inventory procedures:
 - a) Numbering system for all items
 - b) Sample withdrawal slip
 - c) Maximum/minimum quantities to be maintained
 - d) Record system
3. Discuss purchase orders
4. Other

E. Maintenance Personnel

1. Outline maintenance staff
2. Review maintenance staff capabilities and limitations

F. Cost and Budgets for Maintenance Operations

1. Discuss importance of separation of maintenance costs:
 - a) Preventive maintenance
 - b) Corrective maintenance
 - c) Major repairs or alterations
2. Suggest a cost accounting system for storeroom stock, special purchase items and man-hours
3. Other

G. Miscellaneous Maintenance Records

1. Provide sample preventive/corrective maintenance log
2. Give breakdown report format
3. Other

5. Décrire le système d'extraction de données.
6. Fournir des fiches techniques complètes pour chaque pièce d'équipement.
7. Autres.

C. Planification et établissement du calendrier

1. Fournir des lignes directrices pour les tâches d'entretien préventif et correctif.
2. Décrire le tableau de contrôle.
3. Décrire le système de bons de travail.
 - a) Fournir des formulaires types.
 - b) Décrire le registre des bons de travail.
4. Décrire les travaux d'entretien contractuels.
5. Autres.

D. Entrepôt et système de gestion des stocks

1. Indiquer les pièces de rechange et composants devant être conservés en stock
2. Décrire brièvement les procédures de gestion des stocks de l'entrepôt.
 - a) Système d'identification pour tous les articles
 - b) Modèle de bordereau de prélèvement
 - c) Quantités maximales et minimales à conserver en stock
 - d) Système d'enregistrement
3. Décrire les bons de commande.
4. Autres.

E. Personnel d'entretien

1. Décrire le personnel d'entretien.
2. Passer en revue les compétences et les limites du personnel d'entretien.

F. Coûts et budgets des opérations d'entretien

1. Discuter de l'importance de la séparation des coûts d'entretien.
 - a) Entretien préventif
 - b) Entretien correctif
 - c) Réparations et modifications majeures
2. Suggérer un système de comptabilité industrielle pour le stock de l'entrepôt, les acquisitions spéciales et les heures-personnes.
3. Autres.

G. Dossiers d'entretien divers

1. Fournir un modèle de registre d'entretien préventif et correctif.
2. Indiquer le format du rapport de pannes.
3. Autres

H. Housekeeping - discuss housekeeping activities

1. Yard work
2. Painting
3. General cleaning
4. Other

I. Special Tools and Equipment

1. Outline tool room procedures:
 - a) Tool inventory
 - b) Tool check control system
2. Discuss use of tool boards:
 - a) Special/frequently used tools
 - b) Location of boards
3. Give maintenance skills required for all special tools

J. Lubrication

1. Give lubrication specifications
2. Provide interchangeable lubricants chart
3. Discuss use of colour coded lubrication tags for all equipment
4. Give sample consumption/inventory records
5. Outline sample lubrication route

K. Major Equipment Information

1. List all major equipment items
2. Outline basic maintenance considerations for all major electrical and mechanical equipment items

L. Warranty Provisions

1. List all guaranteed equipment
2. Give guarantee period for each piece of equipment
3. Discuss pertinent features of each guarantee

M. Contract Maintenance

1. Provide list of suggested contract jobs
2. Provide list of suggested contractors

H. Nettoyage et entretien – Décrire les activités de nettoyage et d'entretien.

1. Travaux dans le parc
2. Peinture
3. Nettoyage général
4. Autres

I. Outils et équipement spéciaux

1. Décrire brièvement les procédures de l'atelier d'outillage.
 - a) Inventaire des outils
 - b) Système de contrôle des outils
2. Expliquer l'utilisation des râteliers d'outillage.
 - a) Outils spéciaux et outils fréquemment utilisés
 - b) Emplacement des râteliers d'outillage
3. Préciser les compétences d'entretien exigées pour tous les outils spéciaux.

J. Lubrification

1. Indiquer les spécifications de lubrification.
2. Fournir un tableau des lubrifiants interchangeables.
3. Expliquer l'utilisation d'étiquettes de lubrification chromocodées pour tout l'équipement.
4. Fournir des modèles de registres de consommation et de gestion des stocks.
5. Décrire un schéma de graissage type.

K. Information sur l'équipement principal

1. Dresser une liste de toutes les principales pièces d'équipement.
2. Décrire les points d'entretien de base de toutes les pièces d'équipement électrique et mécanique.

L. Garantie

1. Dresser une liste de toutes les pièces d'équipement assorties d'une garantie.
2. Indiquer la période de garantie pour chaque pièce d'équipement.
3. Décrire les aspects pertinents de chaque garantie.

M. Entretien contractuel

1. Fournir une liste des travaux contractuels suggérés.
2. Fournir une liste des entrepreneurs suggérés.

CHAPTER VII. EMERGENCY OPERATING AND RESPONSE PROGRAM

Table of Contents

- A. Give Results of Vulnerability Analysis of System**
- B. List Methods to Reduce System Vulnerability**
- C. List Mutual Aid Agreements**
- D. Include Emergency Equipment Inventory**
- E. Give Method of Preserving Treatment System Records**
- F. Include Industrial Waste Inventory/Monitoring System**
- G. Give Coordinating Instructions for local Police and Fire Departments**
- H. Define Responsibilities of Treatment System Personnel**
- I. Designate an Emergency Response Centre**
- J. List Auxiliary Personnel Requirements**
- K. Provide a Mechanism for ensuring Plan is updated periodically**

CHAPTER VIII. SAFETY

Table of Contents

A. General

- 1. Management's responsibility - discuss responsibilities:
 - a) Communicate safety information to employees
 - b) Eliminate hazardous working conditions
 - c) Motivate employees to be safety minded
 - d) Other
- 2. Emergency telephone numbers - provide a list of all numbers:
 - a) Hospital
 - b) Fire station
 - c) Ambulance service
 - d) Chlorine supplier
 - e) Other
- B. Sewers - discuss safety aspects of sewer maintenance**
 - 1. Work site protection
 - 2. Gas testing equipment
 - 3. Nonsparking tools
 - 4. Other

CHAPITRE VII. PROGRAMME D'EXPLOITATION ET D'INTERVENTION EN SITUATION D'URGENCE

Table des matières

- A. Indiquer les résultats de l'analyse de la vulnérabilité du système.**
- B. Dresser une liste des méthodes employées pour réduire la vulnérabilité du système.**
- C. Dresser une liste des accords d'aide mutuelle.**
- D. Inclure un inventaire de l'équipement d'urgence.**
- E. Indiquer la méthode de conservation des dossiers de chaque station de pompage.**
- F. Inclure un système de gestion et de surveillance des rejets industriels.**
- G. Fournir des lignes directrices pour la coordination avec la police locale et les services d'incendie.**
- H. Définir les responsabilités du personnel chargé de l'exploitation des stations de pompage.**
- I. Désigner un centre d'intervention d'urgence.**
- J. Dresser une liste des besoins en personnel auxiliaire.**
- K. Prévoir un mécanisme pour assurer la mise à jour périodique des plans.**

CHAPITRE VIII. SÉCURITÉ

Table des matières

A. Généralités

- 1. Responsabilités de gestion - Exposer les responsabilités.
 - a) Communiquer l'information sur la sécurité aux employés.
 - b) Éliminer les conditions de travail dangereuses.
 - c) Sensibiliser les employés à la sécurité.
 - d) Autres.
- 2. Numéros de téléphone d'urgence - Fournir une liste de tous les numéros des services suivants.
 - a) Hôpital
 - b) Service d'incendie
 - c) Service d'ambulance
 - d) Fournisseur de chlore
 - e) Autres
- B. Égouts - Décrire les consignes de sécurité à respecter lors des travaux d'entretien des réseaux d'égout.**
 - 1. Protection du site des travaux
 - 2. Équipement de détection des gaz
 - 3. Outils anti-étincelles
 - 4. Autres

C. Electrical Hazards

1. Discuss grounding of electric tools
2. Outline first aid for electric shock victim
3. Designate authorized personnel to perform electrical repairs
4. Other

D. Mechanical Equipment Hazards

1. Discuss equipment guards
2. Discuss noise level considerations
3. Designate authorized personnel to perform mechanical repairs
4. Other

E. Explosion and Fire Hazards

1. Discuss storage of flammable materials
2. Give type and location of fire extinguishers
3. Discuss use of flammable vapour detectors
4. Other

F. Bacterial Infection (Health Hazards)

1. State policy on tetanus shots
2. Outline personal hygiene considerations
3. State policy on care of cuts and other injuries
4. Other

G. Chlorine Hazards

1. Discuss cylinder handling
2. Outline procedure for testing for and responding to leaks
3. Describe self-contained breathing apparatus use
4. Other

H. Oxygen Deficiency and Noxious Gases

1. Outline noxious gas testing procedures
2. Discuss ventilating equipment
3. Provide tabulation of common gases encountered in wastewater treatment systems
4. Other

C. Risques associés à l'équipement électrique

1. Expliquer la mise à la terre des outils électriques.
2. Décrire les premiers soins à dispenser aux victimes de chocs électriques.
3. Désigner le personnel autorisé à effectuer les réparations électriques.
4. Autres.

D. Risques associés à l'équipement mécanique

1. Décrire les dispositifs de protection des équipements.
2. Décrire les risques liés au niveau de bruit.
3. Désigner le personnel autorisé à effectuer les réparations mécaniques.
4. Autres.

E. Risques d'explosion et d'incendie

1. Expliquer les règles de stockage de matières inflammables.
2. Indiquer la nature et l'emplacement des extincteurs d'incendie.
3. Décrire l'utilisation des détecteurs de vapeurs inflammables.
4. Autres

F. Infections bactériennes (risques pour la santé)

1. Énoncer la politique sur les vaccins antitétaniques.
2. Décrire les exigences en matière d'hygiène personnelle.
3. Énoncer la politique sur les soins à dispenser en cas de coupure ou d'autres blessures.
4. Autres.

G. Risques associés au chlore

1. Expliquer les règles de la manutention des cylindres.
2. Décrire les essais d'étanchéité et la procédure d'intervention en cas de fuite.
3. Décrire l'utilisation d'un appareil respiratoire autonome.
4. Autres.

H. Insuffisance d'oxygène et gaz nocifs

1. Décrire les procédures de détection des gaz nocifs.
2. Décrire l'équipement de ventilation.
3. Fournir des tableaux des gaz courants qui sont présents dans les réseaux d'assainissement municipaux.
4. Autres.

I. Safety Equipment - list safety equipment required

1. First aid kits
2. Fire extinguishers
3. Gas masks/air packs
4. Protective clothing and hard hats
5. Safety Harnesses
6. Other

J. Process Chemical Handling - discuss procedures for all chemicals used

K. References - list pertinent safety references

1. WPCF MOP #1 - Safety in Wastewater Works
2. WPCF MOP #7 - Sewer Maintenance
3. Chlorine Institute, Chlorine Manual
4. EPA Manual - Safety in the Design, Operation and Maintenance of Wastewater Treatment Works, Contract No. 68-01-0324
5. Other

CHAPTER IX. UTILITIES

A. General

1. Give name of utility company
2. List contact men within utility company
 - a) Routine contact
 - b) Emergency contact
3. Discuss reliability of service
4. Give any cost information available

B. Electrical

1. Give voltage of service adjacent to facility
2. Give reduced voltage entering facility
3. Discuss stand-by power from a second source

C. Telephone

1. Outline telephone communications system within treatment system
2. Discuss any alarm systems that utilize telephone wires

I. Équipement de sécurité - Dresser une liste de l'équipement de sécurité exigé.

1. Trousses de premiers soins
2. Extincteurs d'incendie
3. Masques à gaz et appareils de protection respiratoire isolant autonome à bouteille d'air du type à la demande
4. Vêtements et casques de protection
5. Harnais de sécurité
6. Autres

J. Manutention des produits chimiques utilisés dans les procédés de traitement - Expliquer les procédures pour tous les produits chimiques utilisés.

K. Ouvrages de références - Dresser une liste des ouvrages de référence qui traitent de la sécurité.

1. WPCF MOP #1 - Safety in Wastewater Works
2. WPCF MOP #7 - Sewer Maintenance
3. Chlorine Institute, Chlorine Manual
4. Manuel de l'EPA - Safety in the Design, Operation and Maintenance of Wastewater Treatment Works, contrat n° 68-01-0324
5. Autres

CHAPITRE IX. SERVICES D'UTILITÉS

A. Généralités

1. Indiquer le nom de l'entreprise d'utilité.
2. Dresser une liste des agents de liaison au sein de l'entreprise d'utilité.
 - a) Agents de liaison courants
 - b) Agent de liaison en cas d'urgence
3. Décrire la fiabilité du service.
4. Indiquer toute l'information disponible sur les coûts.

B. Électricité

1. Indiquer la tension du branchement adjacent à l'installation.
2. Indiquer la tension réduite à l'entrée de l'installation.
3. Décrire l'alimentation de secours provenant d'une deuxième source.

C. Téléphone

1. Décrire le système de communications téléphoniques à l'intérieur des procédés de traitement.
2. Décrire tous les systèmes d'alarme qui utilisent des fils téléphoniques.

D. Natural Gas

1. Give volume of gas per hour
2. Give normal operating pressure
3. Give size of gas line

E. Water

1. Give size of waterline
2. Give normal operating pressure
3. Discuss any backflow preventer prevention systems present

F. Fuel Oil

1. List capacities of storage tanks
2. Outline program to insure adequate supplies of fuel oil are always on hand
3. List potential suppliers

CHAPTER X. ELECTRICAL SYSTEM - DESCRIBE THE ELECTRICAL SYSTEM

Table of Contents

A. General

1. Schematic drawings
2. Tables
3. Manufacturer's literature
4. Shop drawings
5. Designer's notes

B. Power Source

1. Give name of electrical utility company
2. Give characteristics of primary distribution line
3. Describe main transformer and state ownership
4. Discuss protective devices
5. Give maximum available short-circuit current at point(s) of service from utility company

C. Power Distribution System

1. Describe service entrance equipment
2. Describe motor control centres and control panels
3. Provide tabulations indicating power wiring from and loads fed by major electrical components

D. Gaz naturel

1. Indiquer le volume de gaz par heure.
2. Indiquer la pression de fonctionnement normale.
3. Indiquer le diamètre de la canalisation d'alimentation en gaz.

E. Eau

1. Indiquer le diamètre de la canalisation d'alimentation en eau.
2. Indiquer la pression de fonctionnement normale.
3. Discuter de tous les systèmes anti-refoulement.

F. Mazout

1. Dresser une liste de la capacité des réservoirs.
2. Décrire le programme garantissant la disponibilité en tout temps d'approvisionnements suffisants en mazout.
3. Dresser une liste des fournisseurs potentiels.

CHAPITRE X. SYSTÈME ÉLECTRIQUE - DESCRIPTION DES COMPOSANTES

Table des matières

A. Généralités

1. Schémas de circuits
2. Tableaux
3. Documentation du fabricant
4. Dessins d'atelier
5. Notes du concepteur

B. Source d'alimentation en électricité

1. Indiquer le nom de l'entreprise de distribution d'électricité.
2. Indiquer les caractéristiques de la ligne de distribution primaire.
3. Décrire le transformateur principal et en indiquer la propriété.
4. Décrire les dispositifs de protection.
5. Indiquer le courant de court-circuit disponible maximal aux points de service de l'entreprise d'utilité.

C. Système de distribution d'énergie

1. Décrire l'équipement de branchement d'abonné.
2. Décrire le centre de commande des moteurs et les panneaux de commande.
3. Fournir des tableaux indiquant le câblage électrique en provenance des principaux composants électriques et les charges alimentées par ces composants.

D. Control and Monitoring System

1. Provide tabulations of type controls present and process equipment involved
2. Provide schematic diagrams

E. Alternate Power Source

1. Describe power source
2. Describe any duplicate equipment in the power distribution system

APPENDICES

Table of Contents

A. Schematics - provide as required

1. Basic flow diagrams
2. Bypass piping diagrams
3. Hydraulic profile
4. Other

B. Valve Indices - describe all major valves

1. Function
2. Type/Size
3. Location
4. Identification
5. Direction for closing valve

C. Sample Forms - provide as required

1. Daily Operating Log
2. Equipment Data Cards
3. Maintenance Work Order
4. Purchase Order
5. Accident Report Form
6. Provincial Reports
7. Other

D. Chemicals Used in System

1. List all chemicals
2. Give safety precautions, outline procedures in case of spill or skin contact and outline storage considerations in Safety Chapter of Manual
3. List suppliers
4. Provide reorder schedule

D. Système de contrôle et de surveillance

1. Fournir des tableaux indiquant les types de contrôle présents et l'équipement de traitement visé.
2. Fournir des schémas de circuits.

E. Source d'alimentation électrique de secours

1. Décrire la source d'alimentation électrique.
2. Décrire tous les équipements jumelés du système de distribution d'énergie.

ANNEXES

Table des matières

A. Schémas - Fournir au besoin :

1. Des schémas de base de l'usine
2. Des schémas de la tuyauterie de dérivation
3. Un profil hydraulique
4. Autres

B. Index de la robinetterie - Décrire tous les appareils de robinetterie principaux.

1. Fonction
2. Type et dimension
3. Emplacement
4. Identification
5. Sens de fermeture

C. Formulaires types - Fournir au besoin :

1. Un registre quotidien d'exploitation
2. Des fiches techniques pour l'équipement
3. Un bon de travail d'entretien
4. Un bon de commande
5. Un formulaire de rapport d'accident
6. Des rapports provinciaux
7. Autres

D. Produits chimiques utilisés

1. Dresser une liste de tous les produits chimiques.
2. Indiquer les mesures de sécurité, décrire les procédures en cas de déversement ou de contact avec la peau et expliquer les exigences de stockage dans le chapitre du manuel qui porte sur la sécurité.
3. Dresser une liste des fournisseurs.
4. Établir un calendrier de réapprovisionnement.

E. Emergency Operating and Response Program - provide as required

1. Schematic diagrams
2. Sample forms

F. Detailed Design Criteria - tabulate criteria

1. Population served
2. Wastewater volume
3. Line size and capacities
4. Pump sizes and capacities
5. Pumping characteristics
6. Other

G. Equipment Suppliers

1. Give name
2. List equipment furnished
3. Give reference to where detail information on representatives can be found in manual

H. Manufacturers' Manuals

1. May be bound separately
2. Manuals should give adequate operating and maintenance instructions
3. Manuals should indexed/cross-referenced

I. Sources for Service and Parts

1. List service organizations for all equipment
2. List local repair services:
 - a) Meter repair
 - b) Motor rewinding
 - c) Other
3. List local parts sources:
 - a) Plumbing wholesalers
 - b) Electrical wholesalers
 - c) Mill supply houses
 - d) Other

J. As-Built Drawings

1. Ensure drawings are complete and accurate
2. Cross-reference with shop drawings

K. Approved Shop Drawings

1. Index adequately
2. Cross-reference with engineering drawings and construction specifications

E. Programme d'exploitation et d'intervention en situation d'urgence - Fournir au besoin :

1. Des schémas de circuits
2. Des formulaires types

F. Critères de conception détaillés - Mettre les critères en tableaux.

1. Population desservie
2. Volume d'eaux usées
3. Diamètre et débit des conduites
4. Dimensions et débits des pompes
5. Caractéristiques de pompage
6. Autres

G. Fournisseurs d'équipement

1. Indiquer le nom des fournisseurs.
2. Dresser une liste de l'équipement fourni.
3. Indiquer à quel endroit dans le manuel se trouve l'information détaillée sur les représentants de commerce.

H. Manuels des fabricants

1. Les manuels peuvent être reliés séparément.
2. Les manuels doivent fournir des directives d'exploitation et d'entretien appropriées.
3. Les manuels devraient comporter une table des matières et des renvois.

I. Services de réparation et de pièces

1. Dresser une liste des entreprises de réparation pour tout l'équipement.
2. Dresser une liste des services locaux de réparation.
 - a) Réparation d'appareils de mesure
 - b) Rebobinage de moteurs
 - c) Autres
3. Dresser une liste des sources locales de pièces.
 - a) Grossistes en plomberie
 - b) Grossistes en pièces électriques
 - c) Fournisseurs de produits industriels
 - d) Autres

J. Dessins d'après exécution

1. S'assurer que les dessins sont complets et exacts.
2. Inclure des renvois aux dessins d'atelier.

K. Dessins d'atelier approuvés

1. Indexer correctement.
2. Inclure des renvois aux dessins techniques et au devis de construction.

L. Dimension Prints

1. Provide when necessary to show units relation to other units, adjacent walls, etc.
2. Use to tie shop drawings to engineering drawings

M. Construction Photos

1. Label and date all photos
2. Outline photo indexing system

N. Warranties and Bonds

1. Provide copies
2. Index properly

O. Copies of Provincial Reporting Forms - provide as required

1. Monthly Operating Report
2. Bypass Report
3. Chlorine Failure Report
4. Other

P. Copies of Provincial Inspection Forms - provide as required**Q. Infiltration Controls**

1. Provide copy of existing ordinance
2. Provide model ordinance if none exists

R. Industrial Waste Controls

1. Provide copy of existing ordinance
2. Provide model ordinance if none exists

S. Piping Colour Codes

1. List colour for each piping system
2. State if directional flow arrows and/or labelling required

T. Painting

1. Give type of coating required for each unit
2. Give painting frequency schedule
3. Provide a copy of Water Pollution Control Federation, MOP-17, "Paints and Protective Coatings", (1969)

L. Plans cotés

1. Fournir au besoin des plans cotés indiquant la relation entre les différentes unités, entre les unités et les murs adjacents, etc.
2. Utiliser pour établir un lien entre les dessins d'atelier et les dessins techniques.

M. Photos de construction

1. Étiqueter et dater toutes les photos.
2. Décrire brièvement le système d'indexage des photos.

N. Garanties et cautionnements

1. Fournir des copies des documents.
2. Indexer correctement.

O. Copies des formulaires de rapports provinciaux – Fournir au besoin :

1. Un rapport mensuel d'exploitation
2. Un rapport sur les détournements
3. Un rapport de défaillance de la chloration
4. Autres

P. Copies des formulaires d'inspection provinciaux – Fournir au besoin**Q. Contrôle des infiltrations**

1. Fournir une copie de l'ordonnance en vigueur.
2. Fournir une ordonnance type s'il n'existe aucune ordonnance.

R. Contrôle des rejets industriels

1. Fournir une copie de l'ordonnance en vigueur.
2. Fournir une ordonnance type s'il n'existe aucune ordonnance.

S. Codes de couleur de la tuyauterie

1. Dresser une liste des couleurs de tous les réseaux de tuyauterie.
2. Indiquer si un système de flèches directionnelles ou d'étiquetage est exigé pour indiquer le sens d'écoulement.

T. Peinture

1. Indiquer le type de revêtement exigé pour chaque unité.
2. Indiquer le calendrier des travaux de peinture.
3. Fournir une copie du document « Paints and Protective Coatings », MOP-17, (1969), Water Pollution Control Federation.

D.3 PREPARATION OF O & M MANUALS

D.3.1 Persons Responsible for Manual Development

Individuals responsible for O & M Manual development should obtain input from persons experienced in treatment system operations. This input, combined with the design engineer's expertise, is essential to any good manual. If possible, operations input should be obtained from persons with experience in the same processes as those described in the manual.

D.3.2 Equipment Information

Persons involved in the preparation of the O & M Manual should take necessary action to insure they obtain timely and accurate operations and maintenance information on all equipment items. These actions might simply be enforcement of existing requirements or adding sections to project specifications calling for submittal of preliminary O & M information prior to paying for equipment.

O & M Manual preparation requires timely and accurate information from suppliers of wastewater treatment equipment for incorporation in O & M Manuals. The information should be tailored for the specific equipment item supplied.

D.3.3 Manual Flexibility

O & M Manuals should possess the necessary flexibility to remain viable tools to operating personnel, in the event of changing process units or treatment system operating and maintenance needs.

D.3.4 Writing Style

The key to an O & M Manual's ultimate success is the language used and the writing style. Persons preparing an O & M Manual must ensure that they obtain information from people actually experienced in plant operations and maintenance and translate the design engineer's concepts into a language form acceptable to operating personnel. The Manual must also consider the comprehension level of the end users.

D.3 PRÉPARATION DES MANUELS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

D.3.1 Personnes responsables de l'élaboration du manuel

Les personnes responsables de l'élaboration du manuel d'exploitation et d'entretien doivent solliciter les suggestions de personnes expérimentées dans l'exploitation d'une usine d'épuration. Ces suggestions, combinées à l'expertise de l'ingénieur concepteur, sont essentielles à la production de manuels bien conçus. Dans la mesure du possible, on devrait recueillir les suggestions de personnes expérimentées dans les procédés qui sont décrits dans le manuel.

D.3.2 Information sur l'équipement

Les personnes qui participent à la préparation du manuel d'exploitation et d'entretien doivent s'assurer qu'elles obtiennent de l'information à jour et exacte sur l'exploitation et l'entretien de toutes les pièces d'équipement. À cette fin, elles peuvent simplement appliquer les exigences en vigueur ou ajouter des sections au devis du projet pour demander des renseignements préliminaires sur l'exploitation et l'entretien avant d'acheter l'équipement.

Il faut obtenir des fournisseurs d'équipement de traitement des eaux usées l'information à jour et exacte qui sera incorporée au manuel. Cette information doit être adaptée à la pièce d'équipement fournie.

D.3.3 Souplesse d'utilisation du manuel

Les manuels d'exploitation et d'entretien doivent être suffisamment souples pour demeurer utiles au personnel d'exploitation advenant une modification des procédés ou des besoins d'exploitation et d'entretien du système ou de l'usine d'épuration.

D.3.4 Style

Le niveau de langue et le style constituent les éléments clés du succès final d'un manuel d'exploitation et d'entretien. Les personnes qui participent à la préparation du manuel doivent s'assurer d'obtenir de l'information de personnes expérimentées dans l'exploitation et l'entretien d'usines d'épuration de manière que le manuel traduise l'intention du concepteur dans un langage acceptable pour le personnel d'exploitation. Le manuel doit également tenir compte du niveau de compréhension de l'utilisateur final.

APPENDIX E SEWAGE TREATMENT PLANT EFFLUENT DISCHARGE GUIDELINE

E.1 LEGISLATIVE AUTHORITY

See Appendix F for legislation pertaining to municipal wastewater effluents.

E.2 STATEMENT OF PRINCIPLES

This guideline describes the level of treatment which will be required at new or upgraded municipal and private sewage treatment plants discharging into surface waters.

E.3 APPLICATION

This guideline applies to any facility treating sanitary sewage regardless of the source.

E.3.1 Requirement of Municipal and Private Sewage Treatment Systems

All Municipal and private sewage collection systems, treatment plants and outfalls should be designed, constructed, located, operated and maintained so as to minimize pollution of the receiving waters and interference with other water uses.

E.3.2 Type of Treatment

Table E.1 give the recommended type of treatment based on the size of the facility.

E.3.3 Standard Level of Treatment

The standard level of treatment shall be determined on the basis of the type of receiving water as documented in Table E.2

E.3.4 Receiving Water Assessments

The Departments recommend that a receiving water assessment be undertaken for all sewage treatment systems. A receiving water assessment is mandatory where either dilution ratios in the receiving environment or the proposed sewage treatment system flows exceed set criteria by the Regulatory Authority having jurisdiction. In addition, or where, in the opinion of the Regulatory Authority having jurisdiction, it is required on the basis of the sensitivity of the receiving water.

A receiving water study shall follow the format indicated in Chapter 4 or by the Regulatory Authority having jurisdiction.

ANNEXE E DIRECTIVES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS D'USINE D'ÉPURATION DES EAUX USÉES

E.1 AUTORITÉ LÉGISLATIVE

Voir l'annexe F pour les lois se rapportant aux effluents d'eaux usées municipaux.

E.2 ÉNONCÉ DE PRINCIPES

Les présentes directives décrivent le niveau d'épuration exigé pour les nouvelles usines d'épuration des eaux usées municipales ou privées, ou celles qui ont été améliorées, qui rejettent leurs effluents dans des eaux de surface.

E.3 APPLICATION

Les présentes directives s'appliquent à toute usine qui épure des eaux usées domestiques, peu importe la provenance de ces dernières.

E.3.1 Exigences relatives aux usines d'épuration des eaux usées municipaux ou privés

Tous les réseaux collecteurs d'eaux usées, les usines d'épuration et les émissaires municipaux ou privés devraient être conçus, construits, situés, exploités et entretenus de manière à minimiser la pollution des milieux récepteurs et l'interférence avec les autres utilisations des eaux.

E.3.2 Type de traitements

Le tableau E.1 donne un aperçu du type de traitement recommandé en fonction de la capacité de l'installation.

E.3.3 Niveau d'épuration habituel

Le niveau d'épuration (minimum) doit être déterminé d'après le type de milieu récepteur comme cela est décrit au tableau E.2.

E.3.4 Évaluation des milieux récepteurs

Les ministères recommandent que soit entreprise une évaluation du milieu récepteur pour tous les usines d'épuration des eaux usées. Une évaluation du milieu récepteur est obligatoire dans les cas où les facteurs de dilution dans le milieu récepteur ou les débits de l'usine d'épuration des eaux usées proposés excèdent les critères établis par l'organisme de réglementation compétent. De plus, une telle évaluation doit être réalisée là où, selon l'organisme de réglementation compétent, la sensibilité du milieu récepteur le justifie.

L'étude du milieu récepteur doit être présentée dans le format indiqué au chapitre 4 ou celui indiqué par l'organisme de réglementation compétent.

TABLE E.1 TABLEAU E.1	
SIZE M ³ /DAY CAPACITÉ EN M ³ /JOUR	TYPE OF TREATMENT TYPE DE TRAITEMENT
0 - 6	On-site in ground systems Traitement par fosses septiques
6 - 200	By order of preference Traitement par ordre de préférence 1. In ground systems Systèmes par fosses septiques 2. Seasonal discharge (i.e., lagoon) Rejets saisonniers (c'est-à-dire en lagune) 3. STP* with land disposal (e.g., spray on forest) (*secondary with no chlorination) Usine d'épuration des eaux usées* avec irrigation (par exemple, l'épandage en forêt) (*secondaire sans chloration) 4. Small STP based on Table E.2. Criteria other than that specified in Table E.2 may be accepted when based on a receiving water study Petite usine d'épuration des eaux usées dont le traitement est fondé sur les critères du tableau E.2. Des critères autres que ceux précisés au tableau E.2 peuvent être acceptés s'ils sont fondés sur une étude du milieu récepteur
> 200	Treatment based on receiving water assessment Traitement fondé sur une évaluation du milieu récepteur

E.3.4.1 Higher than Standard Treatment

Higher than standard levels of treatment up to and including no discharge to surface waters may be imposed based on a site specific receiving water assessment.

E.3.4.1 Épuration de niveau supérieur

Une épuration de niveau supérieur, y compris l'élimination de tous rejets dans les eaux de surface, peuvent être imposés à la suite d'une évaluation du milieu récepteur spécifique au site considéré.

E.3.5 Periodic Review of Effluent Requirements

As dictated by the Regulatory Agency having Jurisdiction, the level of treatment required for individual sewage treatment systems may be subject to periodic review as necessary (especially when expansions of sewage treatment systems are contemplated).

E.3.5 Révision périodique des exigences relatives à l'effluent

L'organisme de réglementation compétent peut imposer que le niveau d'épuration exigé pour les usines d'épuration des eaux usées individuels soit soumis à une révision périodique, au besoin (particulièrement lorsque l'agrandissement de l'usine d'épuration des eaux usées est envisagé).

E.3.6 Effluent Monitoring and Compliance

A monitoring program, including regular sampling of sewage treatment system effluent and recording of flows will be undertaken by the systems operating authority and/or owner.

This monitoring program should be carried out in compliance with Section 1.9 or as amended by the Regulatory Authority having jurisdiction.

E.3.6 Conformité et surveillance de l'effluent

Un programme de surveillance, comprenant un échantillonnage régulier de l'effluent de l'usine d'épuration des eaux usées et l'enregistrement des débits, doit être entrepris par les autorités chargées de l'exploitation des usines ou le maître d'ouvrage de ces derniers.

Ce programme de surveillance devrait être mis en œuvre en conformité avec le chapitre 1.9 ou selon toute modification apportée à ce chapitre par l'organisme de réglementation compétent.

E.3.7 Operator Certification

As a measure towards ensuring that facilities are properly maintained and operated, all facilities shall be under the direct supervision of a certified operator.

E.3.7 Accréditation des opérateurs

Afin d'assurer que les installations sont convenablement entretenues et exploitées, elles doivent toutes être sous la surveillance directe d'un opérateur accrédité.

E.3.8 Effluent Disinfection

Effluent disinfection requirements will be established by the Regulatory Authority having jurisdiction.

E.3.8 Désinfection de l'effluent

Les exigences de désinfection de l'effluent doivent être établies par l'organisme de réglementation compétent.

E.3.9 Deviation from Effluent Standards

Any deviation or relaxation from the guidelines listed above must receive the approval in writing of the Regulatory Authority having jurisdiction.

E.3.9 Dérogation aux normes relatives aux effluents

Toute dérogation ou tout relâchement relativement aux directives énoncées ci-dessus doit être approuvé par écrit par l'organisme de réglementation compétent.

TABLE E.2 TABLEAU E.2	EFFLUENT REQUIREMENTS (See Note 4 and 5) EXIGENCES RELATIVES À L'EFFLUENT (Voir notes 4 et 5)	
POINT OF DISCHARGE POINT DE REJET	FECAL COLIFORM MPN/100ml COLIFORMES FÉCAUX NPP/100ml	REQUIRED EFFLUENT QUALITY CBOD₅/SS mg/l (See note 2&3) QUALITÉ DE L'EFFLUENT EXIGÉE DBOC₅/MES mg/l (Voir notes 2 et 3)
Fresh water lakes low flow streams (5-10 times dilution) (See note 1) Cours d'eau à faible débit provenant de lacs d'eau douce (dilution de 5 à 10 fois) (Voir note 1)	200	0-20/0-20 (dependent upon results of receiving water assessment) (dépend des résultats de l'évaluation du milieu récepteur)
Rivers and estuaries Fleuves et estuaires	200	20/20
Open coastline (Not applicable in NB) Côtes ouvertes (ne s'applique pas au N.-B.)	200	25/25
NOTES 1) Low flow streams may require periods of no discharge. Les cours d'eau à faible débit peuvent, durant certaines périodes, exiger un traitement sans aucun rejet. 2) Effluent quality may be stipulated as a result of a receiving water assessment. La qualité de l'effluent peut être spécifiée comme résultat d'une évaluation du milieu récepteur. 3) Nutrient removal may also be specifically required. L'enlèvement des nutriments peut aussi être précisément exigé. 4) See section 1.2.1 for effluent discharge requirements Voir l'article 1.2.1 pour les exigences relatives aux rejets d'effluents. 5) Table E.2 not applicable to N.L. Refer to Newfoundland and Labrador Regulation 65/03 Environmental Control Water and Wewage Regulations, 2003 Le tableau E.2 ne s'applique pas à T.-N.-L. Se référer au règlement 65/03 de Terre-Neuve-et-Labrador intitulé <i>Environmental Control Water and Sewage Regulations, 2003.</i>		

APPENDIX F
LEGISLATION PERTAINING TO
MUNICIPAL WASTEWATER
EFFLUENTS

ANNEXE F
LOI SUR LES EFFLUENTS
D'EAUX USÉES MUNICIPALES

TABLE F.1	LEGISLATION PERTAINING TO MUNICIPAL WASTEWATER EFFLUENTS
JURISDICTION	LEGISLATION
New Brunswick	Clean Environment Act - Water Quality Regulation (N.B. Reg. 82-126, as am. O.C. 2005-199) Clean Water Act - Fees for Industrial Approvals Regulation (N.B. Reg. 93-201 as am. 2005-13)
Newfoundland and Labrador	Water Resources Act SNL 2002 cW 4.01 Environmental Control Water and Sewage Regulations, 2003 under the Water Resources Act (O.C. 2003-231)
Nova Scotia	Environment Act - Water and Wastewater Facility Regulations (amended to N.S. Reg. 186/2005) - Activities Designation Regulations (N.S. Reg. 47/95) - On-Site Sewage Disposal Systems Regulations [also made under the Health Act] (amended to N.S. Reg. 129/2001) - On-Site Services Advisory Board Regulations [also made under the Health Act] (N.S. Res. 149/2002) - Emergency Spill Regulations (N.S. Reg. 59/95)
Prince Edward Island	Environmental Protection Act R.S.P.E.I 1988 - Water Well Regulations pursuant to section 25, Cap E-9, - Sewage Disposal Regulations pursuant to section 25, Cap E-9, - Sections 3, 13, 16 & 28, Cap. E-9, Atlantic Canada Wastewater Guidelines Manual for Collection, Treatment, and Disposal Atlantic Canada Guidelines for the Supply, Treatment, Storage, Distribution and Operation of Drinking Water Supply Systems
Canada	Fisheries Act Canadian Environmental Protection Act - Notice Requiring the Preparation and Implementation of Pollution Prevention Plans for Inorganic Chloramines and Chlorinated Wastewater Effluents - Guideline for the Release of Ammonia Dissolved in Water Found in Wastewater Effluents - Environmental Emergencies Regulations - National Pollutant Release Inventory (NPRI)

TABLEAU F.1	LOI SUR LES EFFLUENTS D'EAUX USÉES MUNICIPALES
TERRITOIRE	LOI
Nouveau-Brunswick	Loi sur l'assainissement de l'environnement - Règlement sur la qualité de l'eau (Règl. du N.-B. 82-126, modifié par D.C. 2005-199) Loi sur l'assainissement de l'eau - Règlement sur les droits relatifs aux agréments industriels (Règl. du N.-B. 93-201 modifié par 2005-13)
Terre-Neuve et Labrador	Water Resources Act SNL 2002, W 4.01 <i>Environmental Control Water and Sewage Regulations</i>, 2003, établis en vertu de la <i>Water Resources Act</i> (O.C. 2003-231)
Nouvelle-Écosse	Environment Act - <i>Water and Wastewater Facility Regulations</i> (modifiés en vertu du Règl. de la N.-É. 186/2005) - <i>Activities Designation Regulations</i> (Règl. de la N.-É. 47/95) - <i>On-Site Sewage Disposal Systems Regulations</i> [également établis en vertu de la Health Act] (modifiés en vertu du Règl. de la N.-É. 129/2001) - <i>On-Site Services Advisory Board Regulations</i> [également établis en vertu de la Health Act] (Règl. de la N.-É. 149/2002) - <i>Emergency Spill Regulations</i> (Règl. de la N.-É. 59/95)
Île-du-Prince-Édouard	Environmental Protection Act R.S.P.E.I 1988 - <i>Water Well Regulations</i>, pris en vertu de l'article 25, chap. E-9, - <i>Sewage Disposal Regulations</i>, pris en vertu de l'article 25, chap. E-9, - Articles 3, 13, 16 et 28, chap. E-9, - <i>Drinking Water and Wastewater Facility Operating Regulations</i>, pris en vertu de l'article 25, chap. E-9, Atlantic Canada Wastewater Guidelines Manual for Collection, Treatment, and Disposal Atlantic Canada Guidelines for the Supply, Treatment, Storage, Distribution and Operation of Drinking Water Supply Systems
Canada	Loi sur les pêches Loi canadienne sur la protection de l'environnement - Avis requérant l'élaboration et l'exécution de plans de prévention de la pollution à l'égard des chloramines inorganiques et des effluents d'eaux usées chlorées - Ligne directrice sur le rejet de l'ammoniac dissous dans l'eau se trouvant dans les effluents d'eaux usées - Règlements sur les urgences environnementales - Inventaire national des rejets de polluants (INRP)

APPENDICE G

SLUDGE UTILIZATION ON LAND

The following guidelines were formulated to provide the minimum criteria of municipal sludge utilization on land, where applicable. Sewage sludge can be useful to crop and soil by providing nutrients and organic matter. Proponents considering land application should discuss their plans in advance with provincial regulatory officials to determine whether their sludge quality is appropriate for land application. Please note that New Brunswick requires additional treatment for the reduction of pathogens in order for sludge to be acceptable for use on land. Therefore, this Appendix is not applicable in New Brunswick.

G.1 BIOSOLIDS QUALITY CRITERIA¹

G.1.1 General

Biosolids quality is determined by the pathogen and metal content and is dependent on the wastewater characteristics and the type of treatment. Biosolids acceptable for land application and/or storage fall in to one of three categories, depending on the metal and pathogen content: Exceptional Quality (EQ), Class A, or Class B. There are no restrictions for land application of EQ Biosolids or biosolids regulated under the Canadian Fertilizer Act, and no Approval is required. Land application of Class A or Class B biosolids requires an Approval, and restrictions pertaining to the use of these products will apply.

G.1.2 Metals

All biosolids contain variable amounts of metals, some of which are essential plant nutrients (micronutrients). When applied to soils in excessive amounts, metals may accumulate in soils. Soil loadings of metals must therefore be controlled in biosolids application. The metal concentration in biosolids intended for land application (EQ or Class A/Class B) must not exceed the Maximum Acceptable Metal Concentrations in Table G-1. Some jurisdictions may have more stringent guidelines for disposal of biosolids^b.

ANNEXE G

UTILISATION DES BOUES SUR LE SOL

Les lignes directrices suivantes précisent les critères minimaux qui régissent l'utilisation des boues municipales sur le sol, le cas échéant. Les boues d'épuration peuvent être bénéfiques pour les cultures et les sols en leur fournissant des éléments nutritifs et des matières organiques. Les promoteurs de projets qui envisagent l'épandage de boues sur le sol devraient consulter au préalable les représentants des organismes provinciaux de réglementation afin de déterminer si la qualité des boues à épandre convient à cet usage. Il est à noter qu'au Nouveau-Brunswick, on doit soumettre les boues à un traitement poussé qui en réduit la teneur en agents pathogènes pour que leur épandage sur le sol soit jugé acceptable. Cette annexe ne s'applique donc pas au Nouveau-Brunswick.

G.1 CRITÈRES DE QUALITÉ DES BIOSOLIDES¹

G.1.1 Généralités

La qualité des biosolides est déterminée par leur teneur en agents pathogènes et en métaux et dépend des caractéristiques des eaux usées et du type de traitement. Les biosolides acceptables aux fins d'un épandage sur le sol ou d'un stockage souterrain appartiennent à l'une des trois catégories suivantes, selon leur teneur en agents pathogènes et en métaux : Qualité exceptionnelle (QE), catégorie A et catégorie B. Aucune restriction ne s'applique à l'épandage sur le sol des biosolides de catégorie QE ou des biosolides réglementés en vertu de la Loi canadienne sur les engrais, et il n'est pas nécessaire d'obtenir une approbation. L'épandage sur le sol de biosolides de catégorie A ou B nécessite une approbation, et des restrictions s'appliquent à l'utilisation de ces produits.

G.1.2 Métaux

Tous les biosolides contiennent des quantités variables de métaux, dont certains sont des éléments nutritifs (oligo-éléments) essentiels pour les végétaux. Lorsqu'ils sont épandus en quantités excessives, les métaux peuvent s'accumuler dans les sols. C'est pourquoi il faut contrôler la charge de métaux sur le sol. La concentration en métaux des biosolides destinés à être épandus sur le sol (QE ou catégorie A/B) ne doit pas dépasser les concentrations maximales acceptables indiquées au tableau G-1. Certaines autorités peuvent imposer des lignes directrices plus rigoureuses pour l'élimination des biosolides^b.

TABLE G-1 TABLEAU G-1	MAXIMUM ACCEPTABLE METAL CONCENTRATIONS IN BIOSOLIDS (mg/kg OF DRY WEIGHT) ^a CONCENTRATIONS S MAXIMALES ACCEPTABLES DE MÉTAUX DANS LES BIOSOLIDES (mg/kg, POIDS SEC) ^a		
	Metal Métal	Exceptional Quality Qualité exceptionnelle	Class A/Class B Catégorie A ou B
	Arsenic	41	75
	Cadmium	39	85
	Chromium Chrome	1200	
	Copper Cuivre	1500	4300
	Mercury Mercure	17	57
	Molybdenum Molybdène		75
	Nickel	420	420
	Lead Plomb	300	840
	Selenium Sélénium	100	100
	Zinc	2800	7500

a - USEPA, Biosolids Applied to Land: Advancing Standards and Practices, 2002.

a - EPA, É.-U. « Biosolids Applied to Land: Advancing Standards and Practices », 2002.

G.1.3 Sludge Stabilization

Only stabilized sewage sludge (biosolids) should be applied to land. Biosolids are defined as processed sludge in which the organic and bacterial contents of raw sludge are reduced to levels deemed necessary by the regulatory agency to reduce nuisance odours, pathogen concentration, vector attraction, and public health hazards.

Biosolids may be defined as stabilized if one of the following conditions can be met:

- volatile solids in the sludge have been reduced to at least 50%* of total solids;

* Assume 80% volatile solids initially. Volatile solids in sewage sludge are reduced by at least 38% during treatment. Therefore:

$$(80\% - (80\% \times 38\%)) = 50\%$$

- the specific oxygen uptake rate (SOUR) of the sludge is less than 1.5 mg O₂/h.g of total sludge on a dry weight basis corrected to 20 °C. This test is only applicable to liquid aerobic biosolids withdrawn from an aerobic process.
- Sludge meets the high pH stabilization criteria described in section 11.7.3.
- Any process which produces sludge equivalent in quality to the above in terms of public health factors and odour potential may be accepted. Additional treatment would be required to further reduce pathogens when the sludge is to be spread on dairy pastures and other crops which are in the human food chain. Biosolids generators are responsible for the stabilization and verification of any biosolids intended for land application. Proponents must

G.1.3 Stabilisation des boues

Seules les boues d'épuration stabilisées (biosolides) peuvent être épandues sur le sol. Les biosolides sont définis comme des boues traitées, soit des eaux brutes dont la teneur en matières organiques et en bactéries est ramenée aux niveaux jugés nécessaires par l'organisme de réglementation pour réduire les nuisances olfactives, la concentration d'agents pathogènes, l'attraction des vecteurs biologiques et les risques pour la santé publique.

Les biosolides peuvent être considérés comme des boues stabilisées si l'une des conditions suivantes est satisfaite.

- La teneur en solides volatils des boues a été réduite d'au moins 50 %* par rapport à la quantité totale de solides;

* Prenons une concentration initiale de solides volatils de 80 %. Le traitement réduit d'au moins 38 % la teneur en solides volatils des boues d'épuration. Par conséquent :

$$(80\% - (80\% \times 38\%)) = 50\%$$

- Le taux spécifique de consommation d'oxygène des boues est inférieur à 1,5 mg O₂/h par gramme de poids sec des boues corrigé pour une température de 20 °C. Cet essai ne s'applique qu'aux biosolides liquides aérobies prélevés d'un procédé.
- Les boues répondent aux critères de stabilisation à pH élevé décrits à la section 11.7.3.
- Tous les procédés qui produisent des boues d'une qualité équivalente à la qualité indiquée ci-dessus pour ce qui est des risques pour la santé publique et des nuisances olfactives potentielles peuvent être acceptés. Un traitement plus poussé de réduction de la teneur en agents pathogènes peut être exigé lorsque les boues sont destinées à être épandues sur des pâturages pour troupeaux laitiers et d'autres cultures entrant dans la chaîne alimentaire humaine. Les producteurs de

provide sufficient information acceptable to demonstrate that the biosolids have been effectively stabilized to meet pathogen reduction requirements.

biosolides sont responsables de la stabilisation et de la vérification de tous les biosolides destinés à être épandus sur le sol. Les promoteurs de projets doivent fournir toute l'information nécessaire pour démontrer que les biosolides ont été efficacement stabilisés et satisfont aux exigences de réduction des agents pathogènes.

G.1.4 Pathogens

Pathogens are disease causing organisms, such as bacteria, viruses, and parasites that exist in all biosolids. The pathogen reduction requirements for each of the three categories of biosolids are listed in Table G-2.

G.1.4 Agents pathogènes

Les agents pathogènes, comme les bactéries, les virus et les parasites qui sont présents dans tous les biosolides, sont des organismes susceptibles de causer des maladies. Les exigences en matière de réduction des agents pathogènes pour chacune des trois catégories de biosolides sont présentées au tableau G-2.

TABLE G-2	PATHOGEN REDUCTION REQUIREMENTS		
Exceptional Quality	Class A	Class B	
Fecal Coliform: < 1000 MPN*/g total solids (dry weight) OR Salmonella: < 3 MPN*/4g Total solids (dry weight)	Fecal Coliform: < 1000 MPN*/g total solids (dry weight) OR Salmonella: < 3 MPN*/4g Total solids (dry weight)	Fecal Coliform: < 2,000,000 MPN* per gram of total solids (dry weight)	

Note: *MPN (most probable number)

TABLEAU G-2	EXIGENCES EN MATIÈRE DE RÉDUCTION DES AGENTS PATHOGÈNES		
Qualité exceptionnelle	Catégorie A	Catégorie B	
Colibacilles fécaux : < 1000 NPP* par gramme de matières solides totales (poids sec) OU Salmonelle : < 3 NPP*/4g de matières solides totales (poids sec)	Colibacilles fécaux : < 1000 NPP* par gramme de matières solides totales (poids sec) OU Salmonelle : < 3 NPP*/4g de matières solides totales (poids sec)	Colibacilles fécaux : < 2 000 000 NPP* par gramme de matières solides totales (poids sec)	

Note : *NPP (Nombre le plus probable)

G.1.5 Persistent Organic Chemicals

Sufficient information is not available to establish criteria of sludge spreading in regard to persistent organic chemicals, such as pesticides and polychlorinated biphenyls (PCB). However, if there is a known source in the sewer system service area which discharges or discharged in the past such chemicals, the sludge should be analyzed for such chemicals and the regulatory agency should be consulted for recommendations concerning sludge spreading.

G.1.5 Produits chimiques organiques persistants

Les données disponibles ne sont pas suffisantes pour permettre l'établissement de critères d'épandage des boues qui régiraient les produits chimiques organiques persistants comme les pesticides et les biphényles polychlorés (BPC). Toutefois, s'il existe une source connue dans la zone de desserte du réseau d'égout qui évacue ou a déjà évacué de tels produits chimiques, il convient de procéder à une analyse de la concentration de ces produits chimiques dans les boues et de consulter l'organisme de réglementation afin d'obtenir des recommandations concernant l'épandage des boues.

G.2 SITE SELECTION

G.2.1 General

By proper selection of the biosolid application site, the nuisance potential and public health hazard should be minimized. The following items should be considered and the regulatory agency should be consulted for specific limits:

- land ownership information;
- groundwater table and bedrock location;
- location of dwellings, roads and public access;
- location of wells, springs, creeks, streams and flood plains;
- slope of land surface;
- soil characteristics;
- climatological information;
- land use plan; and
- road weight restrictions.

G.2.2 Site Location

The following restrictions should apply to the location of a proposed biosolid to land application site:

- The site should be remote from surface water courses. The minimum distance between the site and the high water mark of the surface water course should be determined by the land slope as follows:

G.2 CHOIX DU SITE

G.2.1 Généralités

En choisissant avec soin le site d'épandage des biosolides, on devrait pouvoir réduire les nuisances potentielles et les risques pour la santé publique. Il convient donc d'examiner les points suivants et de consulter l'organisme de réglementation responsable afin de connaître les restrictions particulières :

- information sur la propriété foncière;
- emplacement de la nappe phréatique et du substrat rocheux;
- emplacement des habitations, des routes et des voies publiques;
- emplacement des puits, des sources, des ruisseaux, des courants d'eau douce et des plaines d'inondation;
- pente du terrain;
- caractéristiques du sol;
- données climatologiques;
- plan d'utilisation des terres;
- restrictions relatives au poids imposé aux routes.

G.2.2 Emplacement du site

Les restrictions suivantes devraient s'appliquer à l'emplacement d'un site proposé d'épandage de biosolides.

- Le site devrait être éloigné des cours d'eau de surface. La distance minimale entre le site et la laisse des hautes eaux du cours d'eau de surface devrait être déterminée par la pente du terrain comme suit :

TABLE G-3 TABLEAU G-3	MINIMUM DISTANCE TO WATERCOURSE DISTANCE MINIMALE DES COURS D'EAU	
MAXIMUM SUSTAINED SLOPE PENTE CONTINUE MAXIMALE	FOR BIOSOLID APPLICATION DURING MAY TO NOVEMBER INCLUSIVE POUR L'ÉPANDAGE DE BIOSOLIDES DE MAI À NOVEMBRE INCLUSIVEMENT	FOR BIOSOLID APPLICATION DURING DECEMBER TO APRIL INCLUSIVE POUR L'ÉPANDAGE DE BIOSOLIDES DE DÉCEMBRE À AVRIL INCLUSIVEMENT
0 - 3%	100 m	360 m
3 - 6%	125 m	No Biosolid to be Applied Interdiction d'épandage de biosolides
6 - 8%	180 m	No Biosolid to be Applied Interdiction d'épandage de biosolides
Greater than 8% Supérieure à 8 %	No Biosolid to be Applied unless special conditions exist Interdiction d'épandage de biosolides sauf dans des conditions spéciales	No Biosolid to be Applied Interdiction d'épandage de biosolides

- b. The site should be located a minimum distance from certain physical features, as specified in the following table:

For groundwater separation distances See section G.2.3.

- c. No processed organic waste should be applied to the site during any period in which conditions are such that surface runoff is likely to occur taking into account land slope, soil permeability and the climatic conditions of the area;

- b. Le site devrait être situé à une distance minimale de certains éléments physiques, comme il est indiqué au tableau ci-après.

Pour connaître les distances de séparation par rapport aux eaux souterraines, voir la section G.2.3.

- c. Aucun déchet organique traité ne devrait être épandu pendant les périodes où un écoulement direct risque de se produire en raison de la pente du terrain, de la perméabilité du sol et des conditions climatiques de la région.

TABLE G-4 TABLEAU G-4	MINIMUM DISTANCE TO PHYSICAL FEATURES DISTANCE MINIMALE PAR RAPPORT AUX ÉLÉMENTS PHYSIQUES
TYPE OF FEATURE TYPE D'ÉLÉMENT	MINIMUM SETBACK DISTANCE DISTANCE MINIMALE DE RETRAIT
Public Wells Puits publics	150 m **
Private Wells Puits privés	90 m **
Property Line Limites de propriété	10 m *
Bedrock Outcrops Affleurements rocheux	10 m *
Dwellings Habitations	90 m **
Institutional Buildings (i.e. schools and hospitals) Édifices spéciaux (p. ex. : écoles et hôpitaux)	200 m **
Commercial Buildings Établissements commerciaux	90 m
Uninhabited Buildings Bâtiments non habités	30 m
Public Areas (i.e. parks and playgrounds) Aires publiques (p. ex. : parcs et terrains de jeux)	90 m
Perennial Water Bodies & Watercourses Plans d'eau et cours d'eau permanents	90 m
Intermittent Water Bodies & Watercourses Plans d'eau et cours d'eau intermittents	60 m
Swales and Man-Made Drainage Ditches Baissières et tranchées de drainage	15 m
Primary & Secondary Roads Routes principales et secondaires	30 m *
Unimproved Dirt Roads Chemins de terre rudimentaires	10 m *

NOTE: * 100 m setback required for spray irrigation areas | * Retrait de 100 m exigé pour les zones d'irrigation par aspersion

** 300 m setback required for storage lagoons and spray irrigation areas | ** Retrait de 300 m exigé pour les lagunes de stockage et les zones d'irrigation par aspersion

- d. Berms and dykes of low permeability should be constructed on the site where necessary to isolate the site and effectively prevent the egress of contaminants.

- e. No sewage sludge handling facility should be located on a flood plain, an area which is inundated by a flood that has a 1% or greater change in recurring in any year, or a flood of a magnitude equaled or exceeded once in 100 years on the average. Additional controls are required when biosolids are applied in flood risk areas. A flood risk area is a flat or gently sloping area beside a watercourse which may be subjected to flooding. The land application of both Class A and Class B

- d. Il convient de construire sur place des bermes et des digues à faible perméabilité lorsqu'il faut isoler le site et prévenir efficacement le rejet de contaminants.

- e. Aucune installation de traitement des boues ne devrait être située dans une plaine d'inondation, une zone inondée par une crue présentant une variation de récurrence de 1% ou plus au cours d'une année donnée ou une crue d'une magnitude pouvant être atteinte ou dépassée tous les 100 ans en moyenne. Des contrôles supplémentaires sont nécessaires lorsque des biosolides sont épandus dans une zone inondable. Une zone inondable est une terre plate ou légèrement inclinée, située à proximité d'un cours d'eau susceptible de

biosolids in a flood risk area, which may experience flooding once in 20 years, must not occur before the risk of flood has passed, any flood waters have returned to their normal level, and the soil is adequately drained to support application equipment. Class A and Class B biosolids applied to land in flood risk areas must be directly injected into the soil or surface applied followed by incorporation (within 24 hours of spreading). The storage of Class A or Class B biosolids is not permitted in a flood risk area which may experience flooding once in 100 years.¹

- f. No sewage sludge handling facility should be installed within the area of any municipal watershed unless permission is granted by the regulatory agency having jurisdiction.
- g. A sewage sludge handling facility should not be located over land areas with a seasonal high water table at less than 450 mm below the ground surface, or with bedrock at less than 900 mm.

déborder. On ne doit pas épandre de biosolides de catégorie A ou B dans une zone inondable qui risque d'être inondée tous les 20 ans, tant que le risque d'inondation n'est pas passé, que toutes les eaux de crue ne sont pas revenues à leur niveau normal et que le sol n'est pas suffisamment drainé pour supporter le matériel d'épandage. Les biosolides de catégorie A ou B épandus dans une zone inondable doivent être directement injectés dans le sol ou épandus en surface, puis incorporés (dans les 24 heures suivant l'épandage). Il est interdit de stocker des biosolides de catégorie A ou B dans une zone inondable où une inondation risque de se produire tous les 100 ans.¹

- f. On ne devrait pas construire d'installation de traitement des boues dans une zone d'un bassin hydrographique municipal à moins d'une autorisation de l'organisme de réglementation compétent.
- g. Les installations de traitement des boues d'épuration ne devraient pas être situées dans des zones caractérisées par une élévation saisonnière de la nappe phréatique à moins de 450 mm sous la surface du sol ou un substrat rocheux situé à moins de 900 mm.

G.2.3 Land Characteristics

The following restrictions should apply to the land characteristics of a proposed sludge to land application site:

- a. The land slope and soil permeability will determine the time of year that sludge may be applied.

G.2.3 Caractéristiques du sol

Les restrictions suivantes devraient s'appliquer aux caractéristiques du sol d'un site proposé d'épandage des boues.

- a. La pente du terrain et la perméabilité du sol déterminent la période de l'année au cours de laquelle l'épandage de boues est autorisé.

TABLE G-5 TABLEAU G-5	SLUDGE APPLICATION PERIODS PÉRIODES D'ÉPANDAGE DES BOUES	
Maximum Sustained Slope Pente continue maximale	Soil Permeability Perméabilité du sol	Allowable Duration of Application Période d'épandage
0 - 3%	Any Élevée, modérée ou faible	12 months per year 12 mois par année
3 - 6%	Rapid to moderately rapid ($>5 \times 10^{-5}$ to 8×10^{-6} m/s) Élevée à modérée ($>5 \times 10^{-5}$ à 8×10^{-6} m/s)	7 months per year (May to November) 7 mois par année (de mai à novembre)
	Moderate to slow (2×10^{-6} to 5×10^{-7} m/s) Modérée à faible (2×10^{-6} à 5×10^{-7} m/s)	6 months per year (May to October) 6 mois par année (de mai à octobre)
6 - 8%	Rapid to moderately rapid ($>5 \times 10^{-5}$ to 8×10^{-6} m/s) Élevée à modérée ($>5 \times 10^{-5}$ à 8×10^{-6} m/s)	7 months per year (May to November) 7 mois par année (de mai à novembre)
	Moderate to slow (2×10^{-6} to 5×10^{-7} m/s) Modérée à faible (2×10^{-6} à 5×10^{-7} m/s)	6 months per year (May to October) 6 mois par année (de mai à octobre)
Greater than 8% Supérieure à 8 %	Any Élevée, modérée ou faible	No sludge applications unless warranted by special conditions Interdiction d'épandage de boues sauf dans des conditions spéciales

- b. The ground water table during sludge application should be not less than 1 m from the surface for soils with moderate to slow permeability. For soils with rapid to moderately rapid permeability the groundwater table should be not less than 1.5 m from the surface; and
- c. Where sludge application is carried out by tank truck, untiled land should be given preference to tiled land. Where tiled land is used the sludge hauling contractor should request instructions from the landowner, with regards to minimizing the possibility of damage to the tile system.

G.2.4 Minimum pH

No biosolid should be applied on land if the soil pH is less than 6.0 at the time the biosolid is applied. Soils intended for biosolids application must have a pH between 6.0 and 8.0 to minimize metal leaching. Alkaline stabilized sludges may be applied to soils of lower pH, when they raise the soil pH to at least 6.0. The soil pH should be maintained between 6.0 and 8.0 for at least two years following the end of biosolids application.

G.2.5 Land Use Restrictions and Waiting Periods¹

Sludge should not be applied to land which is used for growing food crops to be eaten raw, such as leafed vegetables and root crops.

Land on which Class B biosolids have been applied must adhere to the waiting periods identified in Table G-6. Class A and Class B biosolids are not permitted for use on residential lawns or gardens.

- b. Durant l'épandage des boues, la nappe phréatique ne devrait pas se trouver à moins de 1 m de la surface dans le cas de sols présentant une perméabilité modérée à faible et à moins de 1,5 m de la surface dans le cas de sols affichant une perméabilité élevée à modérée.
- c. Lorsque l'épandage de boues est effectué au moyen d'un camion-citerne, il convient de privilégier les terrains qui ne sont pas drainés vers le réseau d'égout. Lorsque le terrain est drainé, l'entrepreneur chargé du transport des boues devrait obtenir du propriétaire foncier des directives pour ne pas endommager le système de drainage.

G.2.4 pH minimal

Aucun biosolide ne devrait être épandu sur un sol dont le pH est inférieur à 6,0 au moment de l'épandage. Le pH des sols devant recevoir des biosolides doit se situer entre 6,0 et 8,0 pour réduire la lixiviation des métaux. Des boues alcalines stabilisées peuvent être épandues sur des sols à faible pH si elles élèvent le pH du sol à au moins 6,0. Le pH du sol ne devrait pas être inférieur à 6,0 ni supérieur à 8,0 pendant au moins deux ans après l'épandage de biosolides.

G.2.5 Restrictions relatives à l'utilisation des boues sur le sol et périodes d'attente¹

On ne devrait pas épandre de boues sur un sol destiné à la culture de denrées vivrières qui se consomment crues, comme les légumes-feuilles et les plantes racines.

Dans le cas de sols qui ont été fertilisés au moyen de biosolides de catégorie B, il faut respecter les périodes d'attente précisées au tableau G-6. Il est interdit d'épandre des biosolides de catégorie A ou B sur des pelouses ou dans des jardins résidentiels.

TABLE G-6 TABLEAU G-6	MINIMUM WAITING PERIODS PÉRIODES MINIMALES D'ATTENTE
LAND USE UTILISATION DU SOL	WAITING PERIOD PÉRIODE D'ATTENTE
Pasture Pâturage	Not in the same calendar year Ne pas utiliser au cours de la même année civile
Forage Fourrage	2 months before harvest 2 mois avant la récolte
Livestock Feed Produits alimentaires pour le bétail	2 months before harvest 2 mois avant la récolte
Food crops (edible parts below soil surface) Cultures vivrières (parties comestibles sous la surface du sol)	38 months before harvest 38 mois avant la récolte
Food crops (edible parts above soil surface) Cultures vivrières (parties comestibles au-dessus de la surface du sol)	18 months before harvest 18 mois avant la récolte
Commercial sod Gazon commercial	12 months before harvest 12 mois avant la récolte

Application sites where Class A and Class B biosolids have been applied should have required appropriate signage to identify the site as having received biosolids. Signs must be placed at all four corners of the application site as well as on each access road or path to the site. For Class B biosolids signs must remain in place for 38 months following the most recent application. Application sites where Class A biosolids have been applied, temporary signage (2 months) is required. Typical signage should include the following wording:

Biosolids Application Site

Proponent Name
Identify Biosolids Source(s)
Field No. 1; NE Corner

The signage must be maintained so that it remains in place and can be easily read for the required time period.

Il convient de prévoir, sur les sites devant recevoir des biosolides de catégorie A ou B, un système de signalisation indiquant que les sites ont effectivement fait l'objet d'épandages. Des panneaux doivent être placés aux quatre coins des sites d'épandage ainsi que sur chaque route ou chemin d'accès aux sites. Dans le cas de sites ayant reçu des biosolides de catégorie B, les panneaux doivent demeurer en place pendant 38 mois suivant le dernier épandage. Dans le cas de sites ayant reçu des biosolides de catégorie A, une signalisation temporaire (2 mois) est exigée. Un panneau type devrait porter la mention suivante :

Site d'épandage de biosolides

Nom du promoteur
Identification des sources de biosolides
Champ n° 1; coin N.-E.

Les panneaux doivent être installés de manière à demeurer en place et à être bien lisibles pendant toute la période exigée.

G.3 APPLICATION RATE AND METHODOLOGY

G.3.1 Nutrient and Land Management Plans¹

Land Application of biosolids, when pertaining to agricultural land, should follow a Nutrient Management Plan (NMP) or, when pertaining to land other than that used for agricultural purposes, i.e. reclamation sites, a Land Application Plan (LAP).

NMPs should be prepared by Nutrient Management Planners and should outline crop requirements and biosolids parameters. The NMP should determine the biosolids application rate based on the agronomic rate. Biosolids should be applied as close to the time of maximum nutrient uptake of crops as feasible. The application rate should ensure that metal concentrations in soils do not exceed the limits specified in Table G-8.

LAPs should be prepared by a professional engineer or agrologist. The LAP should outline crop/vegetation requirements and biosolids parameters, and should determine the biosolids application rate based on nutrient and organic matter requirements. The rate of application should ensure that the appropriate amount of nutrients is applied to the soil in order to prevent groundwater contamination. The application rate should ensure that metal concentrations in soils do not exceed the limits specified in Table G-8.

G.3.2 Acceptable Application Methods¹

With the exception of flood risk areas, Class A biosolids may be land applied by surface spreading as a top dressing or through incorporation, or by injection below the surface of the soil or as defined by the regulatory agency having jurisdictions. Class B biosolids may be surface spread followed by incorporation, or may be injected below the surface of the soil. For Class B

G.3 TAUX ET MÉTHODES D'ÉPANDAGE

G.3.1 Plans de gestion des éléments nutritifs et du sol¹

L'épandage de biosolides sur des terres agricoles devrait respecter un plan de gestion des éléments nutritifs (PGÉN). Lorsque les biosolides sont appliqués sur des sols qui ne sont pas utilisés à des fins agricoles mais à des fins de bonification, il convient de suivre un plan de gestion du sol (PGS).

Les PGÉN devraient être établis par des planificateurs en gestion des éléments nutritifs et contenir une brève description des besoins des cultures et des paramètres des biosolides. Le PGÉN devrait indiquer le taux d'épandage de biosolides en fonction du taux agronomique. Dans la mesure du possible, la période d'épandage devrait coïncider avec la période d'absorption maximale des éléments nutritifs des cultures. Le taux d'épandage devrait garantir que la concentration en métaux des sols ne dépasse pas les limites indiquées au tableau G-8.

Les PGS devraient être préparés par un ingénieur ou un agronome. Le PGS devrait contenir une brève description des besoins des cultures ou de la végétation et des paramètres des biosolides et indiquer le taux d'épandage de biosolides en fonction des besoins en éléments nutritifs et en matières organiques. Le taux d'épandage devrait garantir qu'une quantité appropriée d'éléments nutritifs est épandue sur le sol afin de prévenir la contamination de l'eau souterraine et que les concentrations en métaux des sols ne dépassent pas les limites indiquées au tableau G-8.

G.3.2 Méthodes d'épandage acceptables¹

Sauf dans les zones inondables, on peut épandre des biosolides de catégorie A en surface sous forme de fumure de couverture ou en les incorporant au sol, en les injectant sous la surface ou selon les prescriptions de l'organisme de réglementation compétent. Les biosolides de catégorie B peuvent être épandus à la surface puis incorporés, ou injectés sous la surface du sol. Dans le cas des biosolides de catégorie

biosolids, incorporation must take place within 24 hours of spreading.

For Class A and Class B biosolids, land application is not permitted when the ground is frozen, snow covered, or saturated. Biosolids must not be applied to land during or immediately following heavy rains or when heavy precipitation is forecasted, which may adversely affect the environment, through surface water run-off, and/or the ability to effectively spread and incorporate the biosolids on the field(s).

B, on doit procéder à l'incorporation dans les 24 heures suivant l'épandage.

Dans le cas des biosolides de catégorie A ou B, l'épandage sur le sol est interdit lorsque le sol est gelé, recouvert de neige ou saturé. On ne doit pas épandre de biosolides sur le sol par temps de pluie ou après des pluies abondantes ou lorsqu'on prévoit de fortes précipitations, parce que ces conditions pourraient avoir des effets néfastes sur l'environnement en favorisant l'écoulement direct des eaux de surface et nuire à l'efficacité des opérations d'épandage et d'incorporation des biosolides dans les champs.

G.3.3 Additive Metal Loading Restrictions

Unrestricted addition of metals to agricultural soils will result in both elevated metal content of the crops and plant toxicity. The following restrictions (with a built in safety factor) are designed to control this potential problem.

The following table lists criteria for the metal content in soils:

G.3.3 Restrictions relatives à l'introduction de charges de métaux

L'introduction sans restriction de métaux dans les sols agricoles augmentera la concentration de métaux dans les cultures et la toxicité des végétaux. Les restrictions suivantes (avec facteur de sécurité intégré) visent à prévenir ce problème potentiel.

Le tableau suivant présente les critères applicables aux concentrations de métaux dans les sols.

TABLE G-7 TABLEAU G-7	CRITERIA FOR METAL CONTENT IN SOILS CRITÈRES APPLICABLES AUX CONCENTRATIONS DE MÉTAUX DANS LES SOLS	
METAL MÉTAUX	MAXIMUM ACCEPTABLE METAL ADDITION TO SOIL (kg/ha) QUANTITÉ MAXIMALE ADMISSIBLE DE MÉTAUX INTRODUITE DANS LE SOL (kg/ha)	MAXIMUM ACCEPTABLE METAL CONTENT IN SLUDGED SOILS (µg/g) CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE DE MÉTAUX DANS LES SOLS FERTILISÉS (µg/g)
As	14	14
Cd	1.6	1.6
Co	30	20
Cr	210	120
Cu	150	100
Hg	0.8	0.5
Mo	4	4
Ni	32	32
Pb	90	60
Se	2.4	1.6
Zn	330	220

G.4 SLUDGE APPLICATION ON FORESTED LAND

Disposal of sludge on forested land is considerably less hazardous than on cropland in terms of heavy metal toxicity unless the land is to be converted to cropland. For the allowable sludge loading the regulatory agency should be consulted.

G.4 ÉPANDAGE DES BOUES SUR UN TERRAIN FORESTIER

L'élimination des boues sur un terrain forestier présente beaucoup moins de dangers que l'épandage sur des terres cultivables pour ce qui est de la toxicité des métaux lourds, à moins que le terrain forestier ne soit destiné à être converti en terre cultivable. Il convient de consulter l'organisme de réglementation compétent pour déterminer les charges de boues admissibles.

G.5 MANAGEMENT OF SPREADING OPERATION

G.5.1 Hauling Equipment

The sludge hauling equipment should be designed to prevent spillage, odour and other public nuisance.

G.5.2 Valve Control

The spreading tank truck should be provided with a control so that the discharge valve can be opened and closed by the driver while the vehicle is in motion. The spreading valve should be of the "fail-safe" type (i.e., self-closing) or an additional manual stand-by valve should be employed to prevent uncontrolled spreading or spillage.

G.5.3 Sludge Storage

Sufficient sludge storage capacity should be provided for periods of inclement weather and equipment failure. The storage facilities should be designed, located and operated so as to avoid nuisance conditions. See Section 11.5.2 for more information regarding sludge storage.

G.5.4 Spreading methods

The selection of spreading methods depends on the sludge characteristics, environmental factors and others. When control of odour nuisance and runoff is required, immediate incorporation of sludge after spreading or subsurface injection should be considered. When such a method is utilized, an adjustment in the reduced rate of ammonia loss into the atmosphere should be considered in the computation for nitrogen balance.

The sludge should be spread uniformly over the surface when tank truck spreading, ridge and furrow irrigation or other methods are used. Sewage sludge application should not be made during or immediately after rainfall.

Proposals for subsurface application of sludge should include for review a description of the equipment program for application.

Spray systems, except for downward directed types, will not ordinarily be approved.

G.5.5 Monitoring Reporting, and Record Keeping

The requirements of the regulatory agency on the monitoring, reporting, and record keeping of the biosolids spreading operation should be followed. As a minimum, the producer of sludge should regularly collect and record information on the biosolids and soil characteristics and the volume of biosolids spread on a particular site.

G.5 GESTION DES OPÉRATIONS D'ÉPANDAGE

G.5.1 Matériel de transport

Le matériel de transport devrait être conçu de manière à prévenir les déversements, les nuisances olfactives et autres nuisances publiques.

G.5.2 Commande de la vanne

Le camion-citerne d'épandage devrait être doté d'un dispositif de commande qui permet au conducteur d'ouvrir et de fermer la vanne d'évacuation pendant que le véhicule est en marche. La vanne d'épandage devrait comporter un dispositif de sûreté intégrée (par ex. : à fermeture automatique); sinon, il convient de prévoir une vanne manuelle de secours pour prévenir les épandages non contrôlés ou les déversements.

G.5.3 Stockage des boues

Il importe de prévoir une capacité suffisante de stockage des boues en cas de conditions météorologiques défavorables et en cas de bris d'équipement. Les installations de stockage devraient être conçues, construites et exploitées de manière à éviter les nuisances potentielles. Voir la section 11.5.2 pour de plus amples renseignements sur le stockage des boues.

G.5.4 Méthodes d'épandage

Le choix des méthodes d'épandage dépend des caractéristiques des boues, des facteurs environnementaux et d'autres facteurs. Lorsqu'il faut contrôler les nuisances olfactives et les eaux de ruissellement, on devrait envisager l'incorporation des boues immédiatement après l'épandage ou l'injection souterraine. Lorsque cette méthode est utilisée, on rajuste à la baisse les pertes d'ammoniac dans l'atmosphère dans le calcul du bilan azote.

Lorsqu'on a recours à l'épandage par camion-citerne, à l'épandage par sillon ou à d'autres méthodes, on devrait épandre les boues uniformément sur la surface. On ne devrait pas épandre des boues d'épuration durant ou immédiatement après une chute de pluie.

Les propositions d'épandage souterrain devraient comprendre, aux fins d'examen, une description de l'équipement utilisé pour l'épandage.

Les systèmes d'épandage par aspersion, sauf ceux du type à aspersion descendante dirigée, ne seront généralement pas approuvés.

G.5.5 Surveillance, rapports et registres

Il convient de se conformer aux exigences de l'organisme de réglementation en matière de surveillance, d'établissement de rapports et de tenue de registres pour les opérations d'épandage de biosolides. Le producteur de boues devrait au moins recueillir et consigner périodiquement les données sur les biosolides et les caractéristiques des sols, et le volume de biosolides épandus sur un site particulier.

G.6 BIOSOLIDS STORAGE

G.6.1 Biosolids Storage¹

The storage of biosolids may be required at times when land application is not possible and sufficient storage should be available to retain biosolids during these circumstances. The storage of Class A or Class B biosolids at land application sites must be approved in writing by the regulatory authority.

Class A and Class B biosolids with a minimum solids content of 20% may be stockpiled, or stored temporarily, at the application site prior to land applications, provided that the biosolids are intended for use at that location. Biosolids can be stockpiled without an impermeable surface for up to one week at the application site prior to land application, unless otherwise approved in writing by the regulatory authority. Stockpiled biosolids must be fully covered with an impermeable material, such as a tarp. Stockpiles must be located to minimize contact with surface water run-off and to prevent infiltration of precipitation and the generation of leachate. Class A and Class B biosolids with a minimum solids content of 20% may be stored for more than one week on top of an impermeable surface such as a concrete pad or clay liner at the application site prior to land application. The impermeable surface should have curbed sidewalls or berms on all sides constructed of the same material. Clay liners should have a minimum thickness of 0.5 metres and an in-situ coefficient of permeability of 1.3×10^{-6} cm/s. Such biosolids storage areas should be fully covered with an impermeable material, such as a tarp. Stockpiled biosolids should be fully covered with an impermeable material, such as a tarp. In addition, such storage areas must be located to minimize contact with surface water run-off and to prevent infiltration of precipitation and the generation of leachate.

The storage of Class A and Class B biosolids with a solids content of less than 20% must be in lagoons only. Storage lagoons must be designed by a professional engineer. Biosolids may be stored temporarily (storage of less than 72 hours) in a tank approved by the regulatory authority on land application sites.

G.6.2 Volume

Rational calculations justifying the number of days of storage to be provided should be submitted and should be based on the total sludge handling and disposal system. Sludge production values for stabilization processes should be justified in the basis of design. If the land application method of sludge disposal is the only means of disposal utilized at a treatment plant, storage should be provided based on considerations including at least the following items:

- a. Inclement weather effects on access to the application land;

G.6 STOCKAGE DES BIOSOLIDES

G.6.1 Stockage des biosolides¹

Il est parfois nécessaire de stocker les biosolides pendant les périodes où l'épandage sur le sol ne peut être effectué, et un espace de stockage suffisant devrait être prévu à cette fin. Le stockage des biosolides de catégorie A ou B sur les sites d'épandage doit être approuvé par écrit par l'organisme de réglementation.

Les biosolides de catégorie A ou B dont la teneur en solides est d'au moins 20 %, peuvent être mis en tas ou stockés temporairement sur le site avant leur épandage, s'ils doivent être utilisés à cet endroit. Les biosolides peuvent être mis en tas sans couverture imperméable pendant au plus une semaine avant d'être épandus sur le sol, sauf indication contraire écrite de l'organisme de réglementation. Les biosolides mis en tas doivent être entièrement recouverts d'un matériau imperméable, comme une bâche. On doit placer les tas en un endroit où ils n'entreront pas en contact avec les eaux de ruissellement et ne seront pas trempés par les précipitations afin de réduire le risque de lixiviation. Les biosolides de catégorie A ou B dont la teneur en solides est d'au moins 20 % peuvent être stockés pendant plus d'une semaine sur une surface imperméable, comme une plate-forme en béton ou un revêtement en argile sur le site d'épandage, avant d'être épandus sur le sol. Cette surface imperméable devrait comporter des parois latérales incurvées ou être délimitée sur tous les côtés par des bermes en même matériau. Les revêtements en argile devraient avoir une épaisseur d'au moins 0,5 mètre et un coefficient de perméabilité en place de $1,3 \times 10^{-6}$ cm/s. Ces zones de stockage des biosolides devraient être entièrement recouvertes d'un matériau imperméable, comme une bâche. Elles doivent en outre être situées en un endroit où elles n'entreront pas en contact avec les eaux de ruissellement et ne seront pas trempées par les précipitations, aux fins de réduction des risques de lixiviation.

Les biosolides de catégorie A ou B dont la teneur en solides est inférieure à 20 % doivent nécessairement être stockés dans des lagunes. Les lagunes de stockage doivent être conçues par un ingénieur. On peut stocker temporairement (pendant moins de 72 heures) les biosolides dans un bassin approuvé par l'organisme de réglementation sur le site d'épandage.

G.6.2 Volume

Il convient de soumettre des calculs rationnels pour justifier le nombre de jours de stockage prévu, et ces calculs devraient être fondés sur le système de traitement et d'élimination de la quantité totale de boues. Les valeurs de production de boues pour les procédés de stabilisation devraient être justifiées dans la base de calcul. Si l'épandage sur le sol est la seule méthode d'élimination des boues utilisée dans une usine d'épuration, le volume de stockage des boues devrait être fondé sur les facteurs suivants :

- a. effets des conditions météorologiques défavorables sur l'accès au sol d'épandage;

- b. Temperatures including frozen ground and stored sludge cake conditions;
- c. Haul road restrictions including spring thawing conditions;
- d. Area seasonal rainfall patterns;
- e. Cropping practices on available land;
- f. Potential for increased sludge volumes from industrial sources during the design life of the plant; and
- g. Available area for expanding sludge storage.

A minimum range of 120 to 180 days storage should be provided for the design life of the plant unless a different period is approved by the regulatory agency.

Footnote References

- 1. Nova Scotia Environment and Labour, "Guidelines For Land Application and Storage of Biosolids in Nova Scotia", May 2004.

- b. températures, notamment le gel du sol et du gâteau de boue stocké;
- c. restrictions relatives à la route empruntée pour le transport, notamment les conditions de dégel printanier;
- d. configurations saisonnières locales des pluies;
- e. pratiques agricoles sur les terres disponibles;
- f. possibilité de volumes accrus de boues industrielles durant la vie utile de l'usine;
- g. superficie disponible pour l'agrandissement des aires de stockage des boues.

Il convient de prévoir une durée minimale de stockage de 120 à 180 jours pendant la vie utile de l'usine, à moins qu'une période différente ne soit approuvée par l'organisme de réglementation.

Ouvrages de référence (note de bas de page)

- 1. Nova Scotia Environment and Labour, "Guidelines For Land Application and Storage of Biosolids in Nova Scotia ", mai 2004.

APPENDIX H CONVERSIONS

ANNEXE H CONVERSIONS

TABLE H.1 TABLEAU H.1		CONVERSION TABLE ¹ TABLE DE CONVERSION ¹	
LENGTH		LONGUEUR	
km	x 0.6213712 = statute mile	km	x 0.6213712 = mille (légal)
m	x 1.0936133 = yd	m	x 1.0936133 = vg
m	x 3.280851 = ft	m	x 3.280851 = pi
cm	x 0.39370147 = in	cm	x 0.39370147 = po
mm	x 0.03937014 = in	mm	x 0.03937014 = po
AREA		SUPERFICIE	
km ²	x 0.3861007 = statute mile ²	km ²	x 0.3861007 = mille (légal) ²
ha	x 2.4710437 = acres	ha	x 2.4710437 = acres
m ²	x 0.0002471 = acres	m ²	x 0.0002471 = acres
m ²	x 1.19599 = yd ²	m ²	x 1.19599 = vg ²
m ²	x 10.7639104 = ft ²	m ²	x 10.7639104 = pi ²
mm ²	x 0.0015500 = in ²	mm ²	x 0.0015500 = po ²
VOLUME		VOLUME	
m ³	x 0.0008107 = acre ft	m ³	x 0.0008107 = acre pi
m ³	x 1.307951 = yd ³	m ³	x 1.307951 = vg ³
m ³	x 4.2377604 = board ft	m ³	x 4.2377604 = pied-planche
m ³	x 35.3147 = ft ³	m ³	x 35.3147 = pi ³
mm ³	x 0.000061 = in ³	mm ³	x 0.000061 = po ³
cm ³	x 0.061024 = in ³	cm ³	x 0.061024 = po ³
m ³	x 6.2898106 = barrel	m ³	x 6.2898106 = baril
FLUID CAPACITY		CAPACITÉ	
ℓ	x 0.264172 = gal (US)	ℓ	x 0.264172 = gal (US)
ℓ	x 0.219969 = gal (UK)	ℓ	x 0.219969 = gal (UK)
mℓ	x 0.0010567 = qt (US)	mℓ	x 0.0010567 = pte (US)
mℓ	x 0.0021134 = pt (US)	mℓ	x 0.0021134 = pt (US)
mℓ	x 0.0338141 = fl oz (US)	mℓ	x 0.0338141 = once liquide (US)
m ³	x 264.1720373 = gal (US)	m ³	x 264.1720373 = gal (US)
ℓ	x 0.0062901 = barrel (US)	ℓ	x 0.0062901 = baril (US)
ℓ	x 0.001 = m ³	ℓ	x 0.001 = m ³
PLANE ANGLE		ANGLE PLAN	
° degree	x 0.01745329 = rad	° (degré)	x 0.01745329 = rad
° degree	x 17.45329 = mrad	° (degré)	x 17.45329 = mrad
' minute	x 290.8882 = urad	' (minute)	x 290.8882 = urad
" second	x 4.848137 = urad	" (seconde)	x 4.848137 = urad
SPEED		VITESSE	
m/m	x 3.2808399 = ft/m	m/min	x 3.2808399 = pi/min
m/s	x 196.8503937 = ft/m	m/s	x 196.8503937 = pi/min
m/s	x 3.2808399 = ft/s	m/s	x 3.2808399 = pi/s
km/h	x 0.6213712 = mile/h	km/h	x 0.6213712 = mille/h
m/s	x 2.2369363 = mile/h	m/s	x 2.2369363 = mille/h
TEMPERATURE		TEMPÉRATURE	
°C	= (°C x 1.8 + 32) °F	°C	= (°C x 1.8 + 32) °F
Example :	30 °C = (30 x 1.8 + 32) = 86 °F	Example :	30 °C = (30 x 1.8 + 32) = 86 °F
°F	= [(°F - 32) / 1.8] °C	°F	= [(°F - 32) / 1.8] °C
Example :	60 °F = [(60 - 32) / 1.8] = 15.6 °C	Example :	60 °F = [(60 - 32) / 1.8] = 15.6 °C

TABLE H.1 TABLEAU H.1				CONVERSION TABLE CONTINUED TABLE DE CONVERSION (SUITE)			
FLOW				DÉBIT			
m ³ /s	x	35.3146625	=	ft ³ /s	1 m ³ /s	x	35.3146625 = 1 pi ³ /s
ℓ/s	x	2.1188802	=	ft ³ /min	1 ℓ/s	x	2.1188802 = 1 pi ³ /min
ℓ/s	x	15.8503222	=	gal/min	1 ℓ/s	x	15.8503222 = 1 gal/min
m ³ /min	x	263.1578947	=	gal/min	1 m ³ /min	x	263.1578947 = 1 gal/min
mℓ/s	x	0.9510223	=	gal/hour	1 mℓ/s	x	0.9510223 = 1 gal/heure
ℓ/s	x	0.0228245	=	million gal/d	1 ℓ/s	x	0.0228245 = 1 million gal/j
m ³ /s	x	0.0008107	=	acre ft/s	1 m ³ /s	x	0.0008107 = 1 acre pi/s
MASS (WEIGHT)				MASSE (POIDS)			
metric tonne	x	1.102311	=	ton (short)	1 tonne métrique	x	1.102311 = 1 tonne courte
kg	x	0.0011023	=	ton (short)	1 kg	x	0.0011023 = 1 tonne courte
kg	x	0.0009842	=	ton (long)	1 kg	x	0.0009842 = 1 tonne forte
kg	x	2.2046225	=	lb	1 kg	x	2.2046225 = 1 lb
g	x	0.035274	=	oz	1 g	x	0.035274 = 1 oz
Note: 1 long ton = 1.12 short ton = 2240 lb				Note : 1 tonne forte = 1,12 tonne courte = 2 240 lb			
MASS PER UNIT AREA				MASSE PAR UNITÉ DE SURFACE			
kg/m ²	x	0.2048161	=	lb/ft ²	1 kg/m ²	x	0.2048161 = 1 lb/pi ²
g/m ²	x	0.0294935	=	oz/yd ²	1 g/m ²	x	0.0294935 = 1 oz/vg ²
g/m ²	x	0.0032771	=	oz/ft ²	1 g/m ²	x	0.0032771 = 1 oz/pi ²
DENSITY				DENSITÉ			
kg/m ³	x	0.062428	=	lb/ft ³	1 kg/m ³	x	0.062428 = 1 lb/pi ³
kg/m ³	x	1.685555	=	lb/yd ³	1 kg/m ³	x	1.685555 = 1 lb/vg ³
t/m ³	x	0.8427774	=	ton/ yd ³	1 t/m ³	x	0.8427774 = 1 tonne/ vg ³
FORCE				FORCE			
kN	x	0.1124045	=	tonf (ton-force)	1 kN	x	0.1124045 = 1 tf (tonne-force)
kN	x	0.224809	=	kip (1,000 lbf)	1 kN	x	0.224809 = 1 kip (1 000 lbf)
N	x	0.224809	=	lbf (pound-force)	1 N	x	0.224809 = 1 lbf (livre-force)
MOMENT OF FORCE				MOMENT DE FORCE			
N·m	x	0.7375621	=	lbf·f	1 N·m	x	0.7375621 = 1 lbf·pi
N·m	x	8.8507481	=	lbf·in	1 N·m	x	8.8507481 = 1 lbf·po
kN·m	x	0.3687805	=	tonf·ft	1 kN·m	x	0.3687805 = 1 tf·pi
kN·m	x	0.737561	=	kip·ft	1 kN·m	x	0.737561 = 1 kip·pi
FORCE PER UNIT LENGTH				FORCE PAR UNITÉ DE LONGUEUR			
N/m	x	0.0685218	=	lb/ft	1 N/m	x	0.0685218 = 1 lb/pi
N/m	x	0.0057101	=	lb/in	1 N/m	x	0.0057101 = 1 lbf/po
kN/m	x	0.0342609	=	tonf/ft	1 kN/m	x	0.0342609 = 1 tf/pi
PRESSURE, STRESS				PRESSION, CONTRAINTE			
Mpa	x	0.0725189	=	tonf/in ²	1 Mpa	x	0.0725189 = 1 tf/po ²
kPa	x	0.0104427	=	tonf/ft ²	1 kPa	x	0.0104427 = 1 tf/pi ²
Mpa	x	0.1450377	=	kip/in ²	1 Mpa	x	0.1450377 = 1 kip/po ²
kPa	x	0.1450377	=	lbf/in ²	1 kPa	x	0.1450377 = 1 lbf/po ²
Pa	x	0.0208854	=	lbf/ft ²	1 Pa	x	0.0208854 = 1 lbf/pi ²
kPa	x	0.0098692	=	Atmosphere	1 kPa	x	0.0098692 = 1 atm
kPa	x	0.296134	=	inch mercury	1 kPa	x	0.296134 = 1 pouce de mercure

APPENDIX I REFERENCES

ANNEXE I RÉFÉRENCES

1. Alberta Environment, "Guidelines for Municipal Wastewater Irrigation", 2000.
2. Alberta Environment, "Standards and Guidelines for Municipal Waterworks, Wastewater, and Storm Drainage Systems", January 2006.
3. Alberta Environment, "Standards and Guidelines for Municipal Water Supply, Wastewater, and Storm Drainage Facilities", March 1988.
4. Alberta Environment, "Water and Wastewater Operators' Certification Guidelines", 1983.
5. Antoine, R.L., "Fixed Biological Surfaces - Wastewater Treatment - The Rotating Biological Contactor", 1976.
6. Atlantic Canada Voluntary Certification Program.
7. British Columbia Ministry of the Environment, "Pollution Control Objectives for Municipal Type Waste Discharges in British Columbia", 1989.
8. Canadian Centre for Occupational Health and Safety, http://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/emerg_showers.html
9. Canadian Council of Ministers of the Environment, "Environmental Risk-Based Approaches for Managing Municipal Wastewater Effluent (MWWE)".
10. Canadian Environmental Quality Guidelines, Canadian Council of Minister of the Environment, 2005
11. Canadian Institute on Pollution Control, "Manual on Wastewater Sampling Practice", 1972.
12. Crites, R.W., "Design Criteria and Practice for Constructed Wetlands", Water Science and Technology, Vol. 29, No. 4, 1994.
13. Development of a Canada-wide Strategy for the Management of Municipal Wastewater Effluent, Discussion Document "Overview of Legislation, Regulations, Guidelines and Policies for the Management of Municipal Wastewater Effluents (MWWE) in Canada", May 2004.
14. Eckenfelder, W. Wesley, "Water Quality Engineering for Practicing Engineers", 1970.
15. Englebrecht 1978; Parsons et al 1975, National Research Council: 1996
16. Environment Canada, "Manual for Land Application of Treated Municipal Wastewater and Sludge", EPS 6-EP-84-1, March 1984.
17. Environment Canada, "Review of Municipal Effluent Chlorination/Dechlorination Principles, Technologies and Practices"
18. Feurstein, Donald L., "Predesign Surveys and Monitoring of Waste Disposal Systems".
19. Ganczarczyk, Jerry J., "Activated Sludge Process - Theory and Practice", 1983.
20. Government of Newfoundland and Labrador, Department of Environment and Conservation, Water Resources Management Division, "Guidelines for the Design, Construction and Operation of Water and Sewerage Systems", December 2005.
21. Government of Saskatchewan, Guidelines for Chlorine Gas Use in Water and Wastewater Treatment, 2004.
22. Great Lakes - Upper Mississippi River Board of State Sanitary Engineers, "Recommended Standards for Sewage Works", 1978.
23. Great Lakes - Upper Mississippi River Board of State Public Health and Environmental Managers, "Recommended Standards for Wastewater Facilities", 1990.

24. Great Lakes - Upper Mississippi River Board of State Public Health and Environmental Managers, "Recommended Standards for Wastewater Facilities", 1997.
25. IOWA Wastewater Facilities Design Standards
26. Mays, Larry W., "Stormwater Collection Systems Design Handbook", 2001.
27. Metcalf & Eddy Inc., "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse", 1991.
28. Metcalf & Eddy Inc., "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse", 2003.
29. Metric Conversion Charts
<http://psax001.hosting393.net/~snip.com/index.php?Page=metric>
30. New Brunswick Department of Municipal Affairs and Environment, "Guidelines for the Collection and Treatment of Wastewater", September 1987.
31. New England Interstate Water Pollution Control Commission, "TR – 16, Guides for the Design of Wastewater Treatment Works", 1998.
32. New York State Department of Environmental Conservation, "Manual of Instructions for Wastewater Treatment Plant Operators - Volume One and Two", 1978.
33. Nova Scotia Department of the Environment, "Manual of Wastewater - Interim Guidelines - Collection and Treatment of Municipal Wastewater", 1976.
34. Nova Scotia Department of the Environment, "Interim Report - Guidelines for the Handling and Disposal of Sewage Sludge"
35. Nova Scotia Department of the Environment, "Guidelines For Land Application and Storage of Biosolids in Nova Scotia", May 2004.
36. Nova Scotia Department of Environment, "Onsite Sewage Disposal Systems Technical Guidelines", November 2005.
37. Ontario Ministry of the Environment (Ontario MOE), "Water Management - Goals, Policies, Objectives and Implementation Procedures of the Ministry of Environment", May 1984.
38. Ontario Ministry of Natural Resources, "Manual of Instruction - Aquatic Habitat Inventory Surveys", 1989.
39. Ontario MOE, "Guidelines for the Design of Sewage Treatment Works", July, 1984.
40. Ontario MOE, "Stream Water Quality Assessment Procedures Manual", March 1990.
41. Prince Edward Island Department of Technology and Environment, "Reuse of Renovated Municipal Wastewater for Golf Course Irrigation", December 1999.
42. Reed, S.C., Crities, R.W., and Middlebrooks, E.J., "Natural Systems for Waste Management and Treatment", 1995.
43. Saskatchewan Environment and Public Safety, "Surface Water Quality Objectives", November 1988.
44. Saskatchewan Environment and Public Safety, "A Guide to Sewage Works Design", January 1989.
45. Saskatchewan Environment, Environmental Protection Branch, "Guidelines for Sewage Works and Design", November 2002.
46. Stahre, P., and B. Urbonas, "Stormwater Detention for Drainage, Water Quality, and CSO Management", 1990.
47. United States Environmental Protection Agency (USEPA), "Handbook for Stream Sampling for Waste Load Allocation Application", EPA/G25/6-86/013, 1988.
48. USEPA, "Considerations for Preparation of Operations and Maintenance Manuals", 1974.
49. USEPA, "Design Information on Rotating Biological Contactors", June 1984.

50. USEPA, "Aerobic Biological Wastewater Treatment Facilities", March 1977.
51. USEPA, "Process Design Manual for Sludge Treatment and Disposal".
52. USEPA, "Technical Guidance Manual for Providing Waste Load Allocations - Book IV Lakes and Impoundments - Chapter 1, 2, and 3".
53. USEPA, "Process Design Manual - Wastewater Treatment Facilities for Sewered Small Communities".
54. USEPA, "Manual – Wastewater Treatment/Disposal for Small Communities".
55. USEPA, "Technical Guidance Manual for Providing Waste Load Allocations - Book III Estuaries, Part 1 and 2", March 1990.
56. USEPA, "Technical Guidance Manual for Providing Waste Load Allocations - Book VI Design Conditions - Chapter 1 - Stream Flow Design for Steady State Modelling", September 1986.
57. USEPA, "Technical Guidance Manual for Providing Waste Load Allocations - Book II Streams and Rivers - Chapter 1, 2, and 3", 1983.
58. USEPA, "Technical Guidance Manual for Providing Waste Load Allocations - Simplified Analytical Method for Determining NPDES Effluent Limitations for POTW's Discharging into Low-Flow Streams", 1980.
59. USEPA, "An Emerging Technology – The Biological Aerated Filter", 1983.
60. USEPA, "Analysis of Operations and Maintenance Costs for Municipal Wastewater Treatment Systems", 1978.
61. USEPA, Biosolids Applied to Land: Advancing Standards and Practices, 2002.
62. USEPA, "Design Manual - Constructed Wetlands and Aquatic Plant Systems for Municipal Wastewater Treatment", September 1988.
63. USEPA, "Manual - Alternative Wastewater Collection Systems", October 1991.
64. USEPA, "Design Manual - Municipal Wastewater Disinfection", October 1986.
65. USEPA, "Design Manual - Phosphorus Removal", September 1987.
66. USEPA, "Onsite Wastewater Treatment Systems, Technology Fact Sheet 11, Recirculating Sand/Media Filter".
67. USEPA, "Process Design Manual for Phosphorus Removal", April 1976.
68. USEPA, "Process Design Manual for Nitrogen Control", October 1975.
69. USEPA, "Environmental Regulations and Technology - Autothermal Thermophilic Aerobic Digestion of Municipal Wastewater Sludge", September 1990.
70. Water Engineering and Management, "Rotating Biological Contactors", June 1984.
71. Water Environment Federation (WEF), "Manual of Practice No.8 - Design of Municipal Wastewater Treatment Plants - Volumes I and II", 1991.
72. WEF, "Manual of Practice 8 – Design of Municipal Wastewater Treatment Plants", - Volumes I, II and III, 1998.
73. WEF, "Manual of Practice 11 – Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants", Volumes I, II and III, 1996.
74. WEF, "Manual of Practice FD-6, Existing Sewer Evaluation & Rehabilitation", 1994.
75. WEF, "Manual of Practice FD – 8, Clarifier Design", 2005.
76. WEF, "Manual of Practice FD – 10, Wastewater Disinfection", 1996.

77. WEF, "Manual of Practice FD-12, Alternative Sewer Systems", 1986.
78. WEF, "Manual of Practice FD-16, Natural Systems for Wastewater Treatment", 1990.
79. WEF, "Manual of Practice FD-16, Natural Systems for Wastewater Treatment", 2001.
80. WEF, "Membrane Systems for Wastewater Treatment", 2006.
81. WEF, "Wastewater Treatment Plant Design", 2003.
82. Water Pollution Control Federation (WPCF), "Wastewater Treatment Plant Design - Manual of Practice", 1975.
83. WPCF, "Manual of Practice 20 - Sludge Dewatering", 1983.
84. WPCF, "Manual of Practice OM-9 - Activated Sludge", 1987.
85. WPCF, "Manual of Practice FD-3 - Pretreatment of Industrial Wastes", 1981.
86. WPCF, "Manual of Practice FD-4 - Design of Wastewater and Stormwater Pumping Stations", 1981.
87. WPCF, "Manual of Practice FD-9 - Sludge Stabilization", 1985.
88. WPCF, "Manual of Practice FD-8 - Clarifier Design", 1985.
89. WPCF, "Manual of Practice FD-12 - Alternative Sewer Systems", 1986.
90. Yukon Territory Water Board, "Guidelines for Municipal Wastewater Discharges in the Yukon Territory", March 1983.