

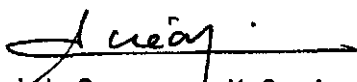
10563H

15 20.01

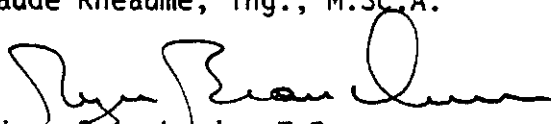
TD
434
V49
A84

ENVIRONNEMENT CANADA
ETUDE DES PERFORMANCES DU TRAITEMENT DES
EFFLUENTS DE L'INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE
PAR REACTEURS SEQUENTIELS AU QUEBEC
CONTRAT NO: 30281

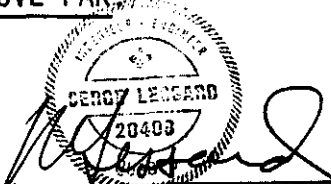
PREPARE PAR:


Annick Decreon, M.Sc.A.


Claude Rhéaume, ing., M.Sc.A.


Réjean Beauchemin, T.D.

APPROUVE PAR:


Serge Lessard, Ing., M.Sc.A.

Avril 1984

TABLE DES MATIÈRES

		<u>Page(s)</u>
1.0	INTRODUCTION	1 - 2
2.0	ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE	3 - 20
2.1	Historique des réacteurs séquentiels biologiques	3 - 4
2.2	Développement des réacteurs séquentiels biologiques	4 - 12
2.2.1	Principe de fonctionnement	4 - 7
2.2.2	Application du réacteur séquentiel biologique	7 - 12
2.3	Application et critères de conception au Québec	12 - 19
3.0	MÉTHODOLOGIE	20 - 22
3.1	Révision des dossiers du MENVIQ	20
3.2	Inventaire des industries	20 - 21
3.3	Évaluation de la performance des réacteurs séquentiels	21 - 22
4.0	COLLECTE DES DONNÉES	23 - 45
4.1	Description des industries	23 - 26
4.2	Description des réacteurs séquentiels	26 - 33
4.2.1	Généralités	26 - 27
4.2.2	État et évaluation des réacteurs séquentiels	27 - 30
4.2.3	Considération économiques	30 - 34
4.3	Analyse des performances des installations sélectionnées	34 - 45
4.3.1	Nature de l'effluent	34 - 36
4.3.2	Qualité de l'effluent	37 - 38
4.3.3	Rendement d'épuration	38 - 41
4.3.4	Caractéristiques de la liqueur mixte	42
4.3.5	Charges de conception vs charges mesurées	42 - 45

TABLE DES MATIÈRES (Suite)

	<u>Page(s)</u>
5.0 PROBLÈMES RENCONTRÉS	46 - 50
5.1 Conception	46 - 47
5.2 Équipements	47 - 48
5.3 Opération	49 - 50
6.0 CONCLUSIONS	51 - 55
7.0 RECOMMANDATIONS	56 - 57

ANNEXE A - Questionnaires pour obtenir des informations
ANNEXE B - Rapport d'évaluation des performances de réacteurs séquentiels
ANNEXE C - Résultats d'analyses
ANNEXE D - Bibliographie

LISTE DES FIGURES

	<u>Page</u>
2.1 Cycle opératoire d'un réacteur séquentiel	5
2.2 Schéma du procédé	18
2.3 Réacteur séquentiel, Installation type	19

LISTE DES TABLEAUX

2.1 Conditions opératoires pour le fonctionnement des réacteurs séquentiels	13
4.1 Liste des industries étudiées parmi les industries répertoriées par le MENVIQ	24
4.2 Description des industries	25
4.3 Etat général des réacteurs séquentiels au Québec (Mars 1984)	31
4.4 Considérations économiques	33
4.5 Résultats d'échantillonnage	35
4.6 Résultats des échantillonnages antérieurs	39
4.7 Résultats détaillés de l'enlèvement d'azote	40
4.8 Résultats détaillés de l'enlèvement de phosphore	40
4.9 Caractéristiques de la liqueur mixte	43
4.10 Comparaison des charges de conception aux charges mesurées lors de la journée d'échantillonnage	44

1.0 INTRODUCTION

En 1977, le ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ) décidait de promouvoir, comme solution possible au traitement des eaux usées d'abattoirs de petite et moyenne tailles, la technique de traitement appelée réacteur séquentiel biologique. Depuis cette date, le MENVIQ a autorisé la construction d'un certain nombre de ces systèmes pour des abattoirs et en a même permis l'installation pour d'autres types d'industries à caractère agro-alimentaire.

Ces systèmes ont généralement été conçus sur la base d'un document technique préparé par le MENVIQ et illustrant la conception typique d'un tel système.

A la suite de leur installation et après quelques visites de contrôle effectuées par le MENVIQ, il a été constaté que les systèmes installés étaient loin de satisfaire le rendement escompté lors de leur autorisation, et qu'en fait, seul un nombre très restreint parmi tous les systèmes autorisés pour construction semblait être encore en état de fonctionnement. Dans le cadre du programme d'assainissement actuellement en cours au Québec, un intérêt grandissant se manifeste de la part des concepteurs pour l'application de la technologie des réacteurs séquentiels biologiques pour le traitement des eaux usées municipales. Avant d'autoriser la construction de nouveaux systèmes, le MENVIQ a voulu élucider les raisons du malfonctionnement apparent de cette technologie dans le domaine industriel.

C'est à la suite de certaines discussions avec le MENVIQ concernant ce problème particulier qu'Environnement Canada a décidé de confier en février 1984, à la firme Vézina, Fortier et Associés, le mandat de faire le point sur la situation générale au Québec des réacteurs séquentiels biologiques appliqués à l'industrie agro-alimentaire.

Le présent rapport résulte du mandat confié à Vézina, Fortier et Associés et comprend:

- a) une description du développement historique des réacteurs séquentiels et de leurs applications au Québec;
- b) une description du type d'industrie où sont installés les réacteurs séquentiels;
- c) un inventaire des systèmes installés ainsi qu'une description de l'état actuel des équipements et de leur fonctionnement;
- d) une description des critères de conception des systèmes installés et une évaluation de leurs performances en fonction des rendements escomptés lors de leur installation;
- e) une évaluation de l'applicabilité des réacteurs séquentiels dans le domaine de l'industrie agro-alimentaire ainsi que des recommandations quant aux critères de conception de tels systèmes, quant à leur mode opérationnel et l'identification des besoins futurs de recherche pour cette technologie.

2.0 ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Dans les ouvrages courants, spécialisés dans le traitement des eaux usées, on ne mentionne guère le procédé séquentiel biologique. Cette section a pour but de renseigner sur l'historique, sur le développement et sur les critères de conception et les applications des réacteurs séquentiels biologiques.

2.1 Historique des réacteurs séquentiels biologiques

Vers 1914, ARDERN et LOCKETT ont mis au point la technique du traitement "des boues activées" pour des eaux usées. Toutes leurs expériences ont été réalisées sur le mode "Fill and Draw", c'est-à-dire qu'il y avait une période d'alimentation de l'affluent où une aération était maintenue; suivait une période de décantation, puis la période de soutirage de l'effluent traité et la procédure se répétait toujours dans le même bassin. Ces réacteurs "Fill and Draw" représentent exactement ce que nous appelons aujourd'hui des réacteurs séquentiels biologiques.

Mais, au cours des ans, ce type de réacteur, bien qu'il assurait un excellent niveau de traitement, a été oublié, car on préféra développer le système continu pour traiter des effluents municipaux.

Vers 1951, HOOVER pensa à utiliser le système "Fill and Draw" pour l'épuration de rejets de l'industrie laitière. Mais ce n'est qu'à partir de 1976 que R.L. IRVINE et son équipe, à l'université de Notre-Dame, Indiana, expérimentèrent les performances du réacteur "Fill and Draw" en vue d'une application pour le traitement d'effluents municipaux et industriels, qui pourrait concurrencer le procédé continu de boues activées. Ils l'appelèrent "Sequencing Batch Biological Reactor" ou SBR, ce que l'on peut traduire en français par réacteur séquentiel biologique.

Les avantages du réacteur séquentiel que les concepteurs attendaient, sont les suivants:

- les périodes d'aération et de décantation se font dans un même bassin;
- aucun dispositif de recyclage de boues n'est nécessaire;
- on obtient d'excellents rendements de dépollution;
- on a la possibilité de réaliser une nitrification-dénitrification en modifiant les périodes d'agitation-aération;
- il peut supporter de fortes variations de débit et de charge organique;
- c'est un procédé dont le contrôle peut facilement se faire de manière automatique.

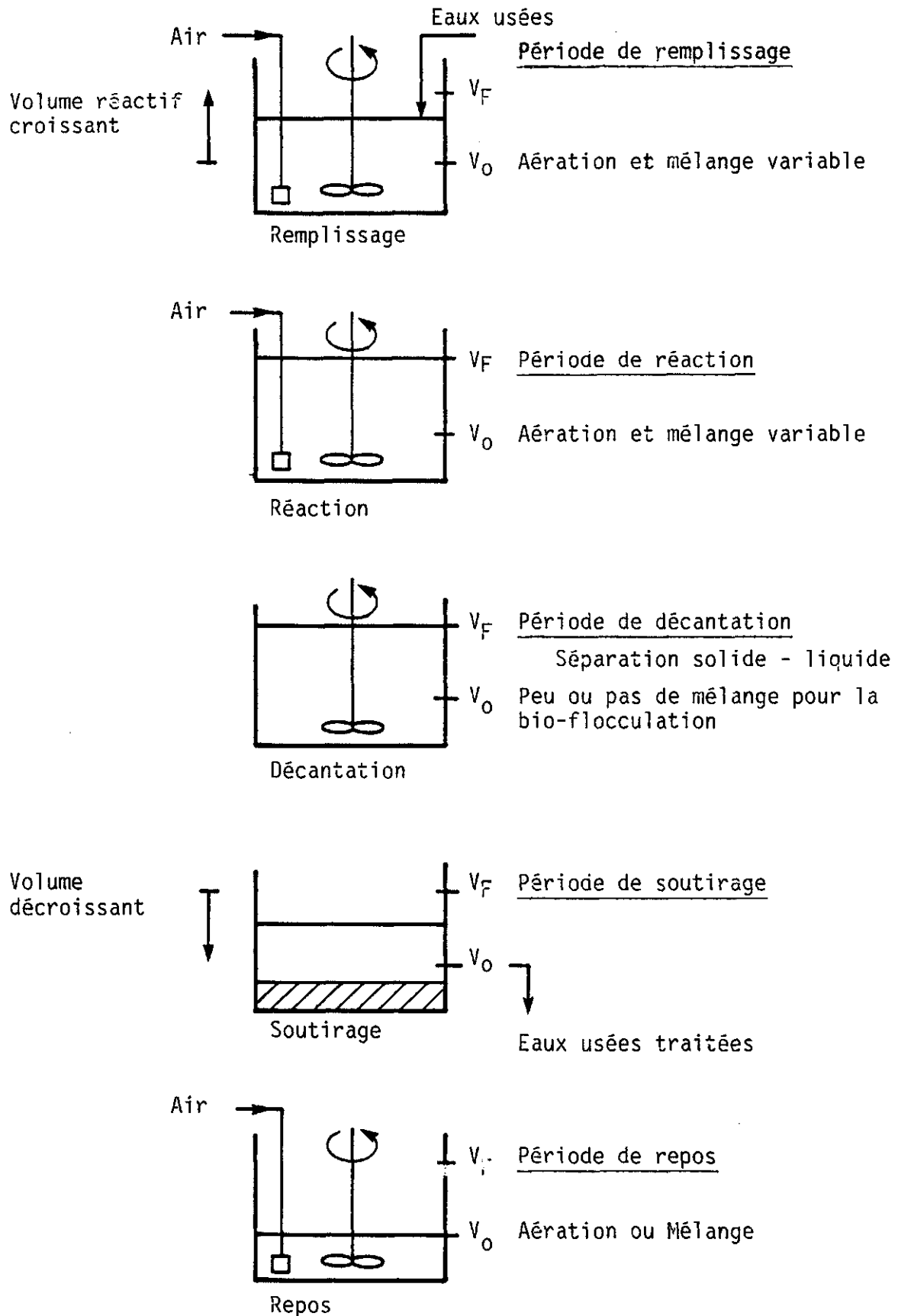
2.2 Développement des réacteurs séquentiels biologiques

2.2.1 Principe de fonctionnement

Fondamentalement, le principe de fonctionnement a été décrit par IRVINE, mais quelques variations ont été apportées suivant les auteurs.

Comme le montre la figure 2-1, les réacteurs séquentiels opèrent avec cinq phases bien distinctes: le remplissage, la réaction, la décantation, le soutirage et le repos. Le remplissage, la décantation et le soutirage font obligatoirement partie d'un cycle; la réaction et le repos sont des périodes facultatives.

Au début d'un cycle, le réacteur est rempli d'un volume minimal V_0 et il contient la biomasse aérée et agitée.



CYCLE OPERATOIRE D'UN REACTEUR SEQUENTIEL

FIGURE 2.1

La période de remplissage signifie le début du cycle de traitement. L'affluent entre dans le réacteur jusqu'à atteindre un volume final V_F . Le volume de la liqueur mixte est variable tout au long de cette période.

Il peut y avoir une aération et une agitation simultanées; mais on peut également faire un remplissage anoxique, c'est-à-dire agité et non aéré et dans certains cas plus rares, un remplissage sans aération ni agitation.

La réaction est la période pendant laquelle le bassin ne reçoit plus d'affluent et le volume V_F reste constant. C'est une phase opératoire qui permet d'achever les réactions d'assimilation du substrat par les micro-organismes. Une nitrification et une dénitrification sont possibles en alternant des périodes d'aération-agitation et des périodes d'agitation.

La décantation s'effectue lorsque toute aération et agitation sont arrêtées. On a une séparation liquide, solide entre les micro-organismes et l'effluent traité.

Ensuite, vient la période de soutirage où le surnageant est retiré du réacteur. Le volume du bassin revient au volume minimal V_0 .

Finalement, on a une période de repos où une aération et une agitation peuvent être fournies. Une extraction de boues est réalisable à ce moment, mais on peut également choisir la fin de la période de réaction. L'avantage de la phase de repos réside dans le fait de maintenir en respiration endogène la biomasse qui aura un meilleur comportement vis-à-vis de l'affluent durant la période de remplissage.

Lors des études fondamentales, les auteurs ont adopté plusieurs attitudes en ce qui concerne le contrôle de l'âge des boues:

- certains soutiraient un certain volume (1/âge de boues) de liqueur mixte chaque jour à la fin de la période de réaction;
- d'autres veillaient à maintenir une concentration en MLSS constante dans le réacteur et quotidiennement, ils retiraient une certaine masse de boues. L'âge de boues était calculé de la manière suivante:

$$\frac{\text{masse de MLSS dans le réacteur}}{\text{masse de MLSS soutirée par jour}}$$

- quelques-uns ne contrôlaient pas l'âge de boues, mais ils pouvaient pratiquer une extraction de biomasse, lorsque le niveau de l'interface liquide-solide lors de la décantation coïncidait avec le niveau de soutirage de l'effluent.

2.2.2 Application du réacteur séquentiel biologique

a) Approche expérimentale du mode opératoire

Le but des premiers essais fut de cerner les principaux paramètres opératoires du procédé séquentiel. DENNIS et IRVINE, ainsi que HOEPKER et SCHROEDER ont réalisé différentes études en utilisant des substrats synthétiques facilement biodégradables.

Comme les rendements de dépollution étaient très satisfaisants, environ 99% en DBO₅, les auteurs ont orienté leurs recherches vers l'enlèvement de l'azote: d'abord la nitrification, puis la dénitrification-nitrification.

La nitrification se produit essentiellement au cours de la période de réaction où l'oxygène doit être fourni en quantité suffisante pour oxyder l'ammoniac en nitrites, puis en nitrates.

Une nitrification-dénitrification peut être obtenue en faisant alterner les périodes d'aération-agitation et les périodes anoxiques (1) durant la phase de réaction. Les auteurs conseillent également un remplissage anoxique qui favorise le développement d'une biomasse capable de stockage et d'une bonne décantation. De plus, il est extrêmement recommandé de terminer la phase de réaction par une période d'aération-agitation, afin de libérer les bulles d'azote qui seraient emprisonnées dans le floc bactérien.

Par exemple, IRVINE pour le traitement d'effluents synthétiques décomposait la phase de réaction d'un cycle total de 10 heures de la manière suivante: 3 heures d'aération-agitation, 3 heures de mélange anoxique, 30 mn d'aération-agitation. Toujours pour le même type d'effluent et pour un cycle total de 24 heures, SILVERSTEIN faisait varier la période d'aération-agitation de 4 à 6 heures et la période anoxique de 4 à 8 heures.

(1) Les conditions anoxiques se définissent ainsi:

- absence d'oxygène dissous;
- présence de nitrates qui fournissent l'oxygène nécessaire aux bactéries hétérotrophes.

Quant à GORONSZY qui traitait des effluents municipaux, il recommandait 90 minutes de période anoxique et 180 minutes de période d'aération pour un cycle total de 6 heures. Il mentionnait aussi qu'il était possible d'effectuer une dénitrification substantielle avec un cycle de 4 heures, comportant 100 minutes d'aération.

IRVINE et son équipe ont observé qu'il fallait une DB05 de l'affluent supérieure à 150 mg/l pour obtenir une dénitrification suffisante. De plus, alors qu'ils ont utilisé plusieurs charges massiques pour un même cycle opératoire, la dénitrification était plus difficile à contrôler pour les faibles charges. SILVERSTEIN et SCHROEDER ont obtenu la même conclusion lors d'une étude sur la variation de la concentration de l'affluent; cependant, ils ont conclu qu'il suffit de changer la durée des périodes d'aération-agitation et les périodes anoxiques en fonction de la charge massique pour atteindre une nitrification-dénitrification satisfaisante.

Aucune étude particulière n'a été effectuée spécifiquement sur l'enlèvement des phosphates pour des réacteurs séquentiels biologiques. Cependant, KETCHUM et LIAO ont étudié l'élimination chimique des phosphates au moyen de chaux et de sels de fer dans des réacteurs séquentiels en traitement tertiaire. L'avantage de ce procédé est qu'il permet d'utiliser moins de produits chimiques qu'un système continu pour obtenir un même niveau de traitement.

b) Applications municipales et industrielles

GORONSZY fut l'un des premiers à appliquer le procédé séquentiel biologique aux traitements d'eaux usées municipales en Australie. Mais le principe de fonctionnement utilisé diffère de celui proposé par IRVINE. En effet, l'affluent entre continuellement dans le bassin, même pendant les périodes de décantation et de soutirage. GORONSZY utilise généralement un cycle de 4 heures dont les séquences peuvent varier en fonction du traitement désiré. En 1983, IRVINE transforma une installation continue en un procédé séquentiel pour le traitement des eaux usées de Culver (U.S.A.). Deux bassins fonctionnaient en parallèle et les séquences opératoires étaient contrôlées automatiquement. Pour traiter les eaux usées de municipalités et de petites industries, DEGREMONT a mis au point des unités compactes DIAPAC VI. Elles ont le même procédé de fonctionnement que l'installation conçue par IRVINE. Mais une extraction de boues est effectuée chaque fois que le volume de biomasse excède 60% du volume d'un bassin.

On peut dénombrer quelques applications industrielles du procédé séquentiel: les premières étaient réservées à des industries à faibles débits et à production discontinue comme les abattoirs, les laiteries.

Ainsi, WITHEROW a traité des eaux usées de petits abattoirs en utilisant un réacteur séquentiel biologique en aération prolongée. Sur un cycle journalier, la période de remplissage et de réaction durait 18 heures. Une extraction de boues se faisait tous les 64 jours.

De son côté, au Japon, TANAKA a appliqué les réacteurs séquentiels à des affluents de l'industrie laitière. Aucune charge massique n'a été mentionnée et aucune extraction de boues n'était nécessaire.

Pour traiter un affluent combiné d'eaux domestiques et industrielles contenant des graisses et huiles, REA a utilisé un bassin séquentiel avec un temps de rétention de 10 jours.

Puis, trois auteurs, ULOTH, ZAPF-GILJE et IRVINE, ont orienté leur application du procédé séquentiel vers des affluents très concentrés comme le lixiviat. ULOTH a étudié l'influence de l'âge des boues et de la charge massique pour avoir un traitement optimal. Ainsi, il recommande de travailler avec une charge de 0,15 kg DB05/kg SVS.j et avec un âge de boues de 20 jours.

De son côté, ZAPF-GILJE a démontré que le rendement de dépollution en DCO n'était pas affecté par la température. Par contre, une mauvaise décantabilité des boues est observable pour des basses températures.

Quant à IRVINE, il étudia l'influence du temps de séjour sur le pourcentage de réduction de la matière carbonée. Mais ces résultats ne lui permirent pas de choisir un temps de séjour particulier pour l'emploi du réacteur séquentiel.

c) Résumé et conclusions des applications

Le tableau 2.1 résume les conditions opératoires de chaque réacteur séquentiel mentionné dans cette section. Malgré des conditions opératoires et des affluents très différents, on observe des rendements d'enlèvement de matières carbonées généralement supérieures à 90%. On peut également obtenir une nitrification-dénitrification satisfaisante à condition d'alterner des périodes d'aération et des périodes anoxiques de durée suffisante.

Les pourcentages d'enlèvement de phosphore répartis au tableau 2.1 n'ont pas été commentés de façon spécifique par les auteurs.

De plus, les réacteurs séquentiels biologiques ont été expérimentés à des charges massiques de 0,05 et 0,5 kg DB05/kg SVS.j, c'est-à-dire dans la zone de faible et moyenne charges. Il est également possible de traiter des affluents très concentrés comme le lixiviat. De plus, il apparaît clairement qu'à chaque type d'affluent correspondent des conditions opératoires bien spécifiques.

2.3 Application et critères de conception au Québec

En 1977, le procédé séquentiel biologique opérant en aération prolongée est adopté comme une solution possible pour l'épuration des eaux usées de petits abattoirs du Québec. Cette décision prenait appui sur une étude effectuée par Witherow pour l'E.P.A. (Environmental Protection Agency).

TABLEAU 2.1

CONDITIONS OPERATOIRES POUR LE

FONCTIONNEMENT DES REACTEURS SEQUENTIELS

AUTEURS	TYPE D'EAUX USEES	Charge massique kg DBO5/kg SS.j	Age des boues j	Cycle h	MLSS mg/l	Rendements obtenus				REMARQUE
						% DBO5	% COC	% N	% P	
DENNIS R.W. IRVINE R.L.	Effluent synthétique à base de peptones et sels minéraux	0,3	6	8	2366	99%	93% (COT)	-	-	Echelle laboratoire
HOEPKER E.C. SCHROEDER E.O.	Effluent synthétique à base de sucroces et sels minéraux	-	10	24	1000 à 4000	-	>90% (COT)	-	-	Echelle laboratoire
ALLEMAN J.E. IRVINE R.L.	Effluent synthétique à base de peptones et sels minéraux	0,3	10	9,5	2500	98%	-	98%*	-	Echelle laboratoire
IRVINE R.L. MILLER G. BHAMRAH A.S.	Rejet de l'université Notre-Dame, Indiana (USA)	0,01 à 0,07	élevé	24	1400 (SVS)	-	-	70-73%	-	Echelle laboratoire
SILVERSTEIN SCHROEDER E.O.	Effluent synthétique à base de sucrose et d'agents nutritifs	0,08 à 0,2	14	24	5100	99%	-	<86%	-	Echelle laboratoire
KETCHUM L.H. LIAO PING CHAV	Effluent ayant subi un traitement secondaire	-	élevé	4	500	-	-	>93%	-	Echelle laboratoire
GORONZSY M.C.	Municipalité (Australie)	0,05	20	4	5000	>90%	-	80%	-	Echelle réelle
IRVINE R.L. KETCHUM L.H.	Municipalité (USA)	0,12	15<<45	6	2500 à 3000	>87%	-	-	>87%	Echelle réelle
DEGREMONT	Municipalité et petites industries (France)	0,05 à 0,07 (SVS)	variable	16	-	-	-	88%	-	Echelle réelle
WITHEROW J.L.	Abattoirs (USA)	0,06 (SVS)	élevé	24	3350	90%	90%	90%	70%	Echelle réelle
TANAKA T.	Industrie laitière (Japon)	-	élevé	24	400 à 800	99%	96%	-	-	Echelle réelle
REA J.E., Jr.	Effluent combiné: domestique et industriel (graisse-huile) (USA)	-	-	24	2600 (SVS)	95%	-	-	-	Echelle réelle
ULOTH V.C.	Lixiviat (Canada)	0,05 à 0,15 (SVS)	>20	24	14300 à 24250	-	96,8% à 99,2%	-	97% à 98%	Echelle pilote
ZAPP-GILJE R.	Lixiviat (Canada)	0,18 à 0,5 (SVS)	20, 9, 6	24	5300 (SVS)	99%	95%	-	-	Echelle pilote
IRVINE R.L. SOJKA S.A.	Lixiviat (USA)	0,1 (COT/SVS)	-	24	2300 (SVS)	-	85 à 95% (COT)	-	-	Echelle pilote

* Pourcentage d'oxydation de l'azote en NO₃

Dans son étude, Witherow compare plusieurs systèmes de traitement pour l'épuration des eaux usées d'abattoirs:

- lagune anaérobique;
- lagune aérobie;
- lagune aérée;
- filtre à sable intermittent
- épandage.

Les considérations techniques suivantes représentent les inconvénients principaux des différents procédés rapportés par Witherow.

- | | | |
|---|---|---|
| Lagune anaérobique | : | problèmes d'odeur (H_2S , NH_3 , etc.);
concentration toxique en ammoniac et nécessité d'un traitement secondaire;
anaérobie ne supporte pas les températures froides. |
| Lagune aérobie | : | production d'algues;
enlèvement limité des polluants et nécessité d'un traitement complémentaire. |
| Lagune aérée | : | seulement 50 à 60% d'enlèvement de DBO_5 ;
réservé pour les grands abattoirs. |
| Filtration inter-
mittente sur sable | : | seulement 70% de réduction en DBO_5 ;
seulement 50% d'enlèvement solides en suspension;
présence de coliformes fécaux dans l'effluent. |
| Epandage | : | fonctionnement interrompu en hiver;
faible enlèvement de l'azote;
forte concentration de sels dans l'effluent. |

Le tableau suivant, extrait du manuel de l'E.P.A., montre les coûts associés à chaque procédé pour traiter des eaux usées avec un débit de 68,13 m³/j et avec une charge organique de 84 kg DBO₅/j.

Traitement	Coût 1977	Espace nécessaire (m ²)
Lagune anaérobique	6 000 \$	1 214
Lagune aérobie	12 000 \$	6 070
Réacteur séquentiel	12 000 \$	1 214
Filtre à sable intermittent	13 000 \$	1 214
Epandage	6 000 \$	20 235

Ainsi, l'on voit que la lagune anaérobique et l'épandage sont des traitements difficilement applicables au Québec en raison du climat froid. Les trois autres procédés dont la lagune aérobie, la lagune aérée et la filtration sur sable ne permettent pas d'obtenir des niveaux d'épuration satisfaisants en DBO₅, en solides en suspension totaux et en azote. A un même coût, le procédé séquentiel en aération prolongée se caractérise par une haute performance en réduction des matières polluantes selon l'étude de l'E.P.A.

Les rendements que l'E.P.A. donne pour un procédé séquentiel traitant des eaux usées d'abattoirs étaient les suivants:

	DBO ₅	DCO	SST	NTK	PT
Rendements d'épuration	98%	93%	88%	90%	71%

C'est en se basant sur cette étude de l'E.P.A. que le MENVIQ a émis un rapport technique de la Direction générale de l'Environnement industriel du Québec décrivant l'application et les critères de conception d'un tel procédé pour les abattoirs. Par la suite, ces mêmes critères ont été utilisés pour d'autres industries de type alimentaire.

Application

- . Volume d'eaux usées inférieur à 30 000 gal.imp./j ($136,38 \text{ m}^3/\text{j}$).
- . Arrêt d'au moins 6 heures consécutives du déversement journalier des eaux usées.

Paramètres de conception (MENVIQ)

Temps de rétention hydraulique	: 10 jours
Charge massique (F/M)	: 0,06 kg DB05/kg SVS.j
Charge organique volumique	: 7,9 lb DB05/1 000 pi ³ (0,126 kg DB05/m ³)
Aération	: 1,25 à 1,50 kg O ₂ /kg DB05
Cycle opératoire	: 24 heures
Remplissage-aération	: 18 heures
Décantation	: 4 heures
Soutirage	: 2 heures
Extraction de boues	: à déterminer

La direction de l'Environnement industriel du Québec vise un effluent de 30 mg/l en DB05 et en SS après un traitement avec un procédé séquentiel biologique à aération prolongée.

Schéma du procédé

La figure 2.2 présente le schéma de procédé typique des réacteurs séquentiels tel que suggéré par le MENVIQ.

Dans le cas où l'industrie manipule des matières grasses (abattoirs, charcuterie), une trappe à graisse est utilisée comme pré-traitement au réacteur séquentiel.

Selon le rapport technique du MENVIQ, le bassin d'aération peut être construit soit en béton, soit en terre sous forme pyramidale avec membrane polymérique.

La figure 2.3 montre une section type d'un réacteur séquentiel en forme pyramidale avec membrane polymérique. Les bassins en béton suivent sensiblement le même arrangement, sauf que les parois sont verticales.

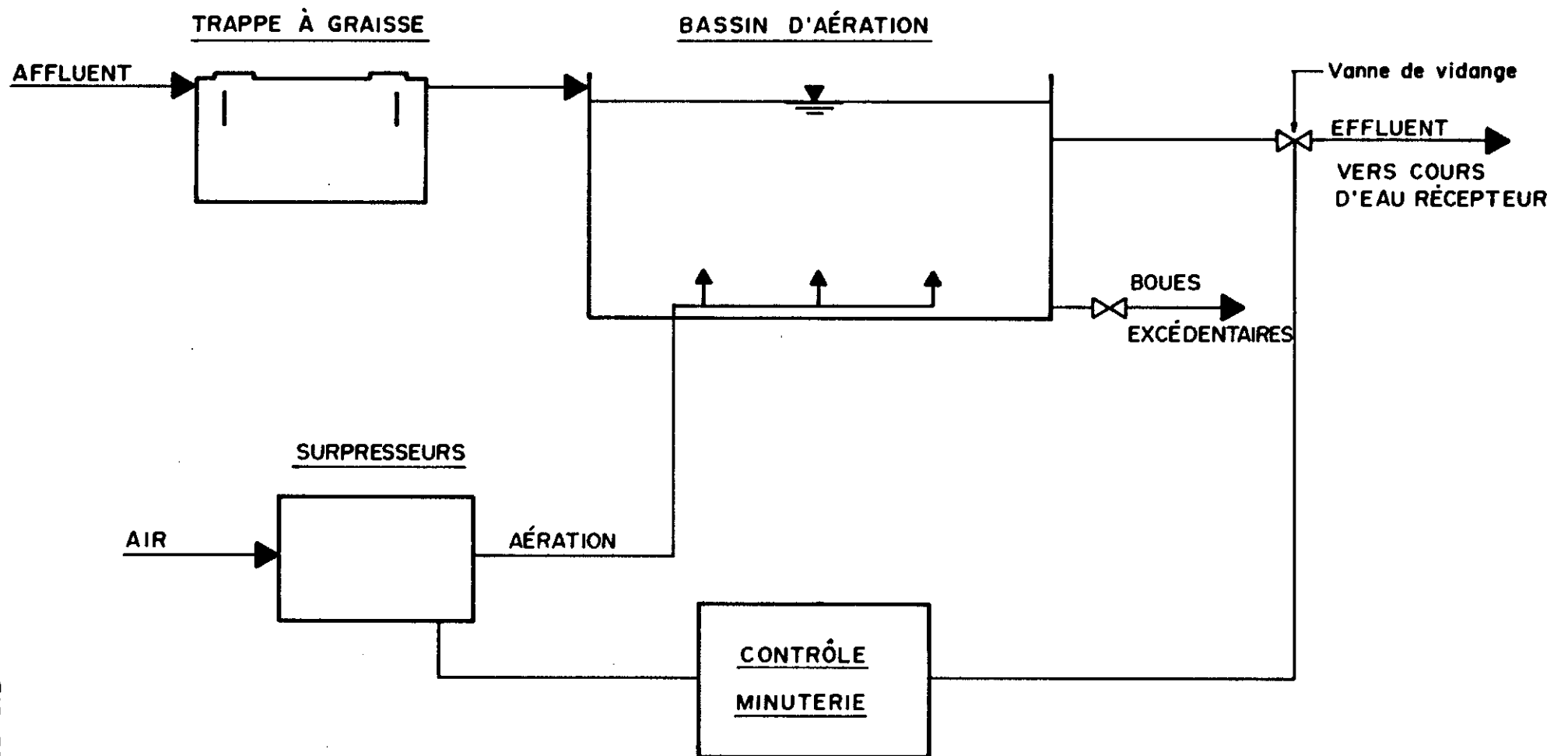
De plus, il est recommandé d'utiliser des équipements d'aération submergés de préférence aux aérateurs de surface.

La séquence d'opération est contrôlée par deux minuteries indépendantes: une agit sur les surpresseurs et l'autre sur la vanne d'évacuation de l'effluent. La séquence typique utilisée est 18 heures pour l'aération, 4 heures de décantation et 2 heures d'évacuation.

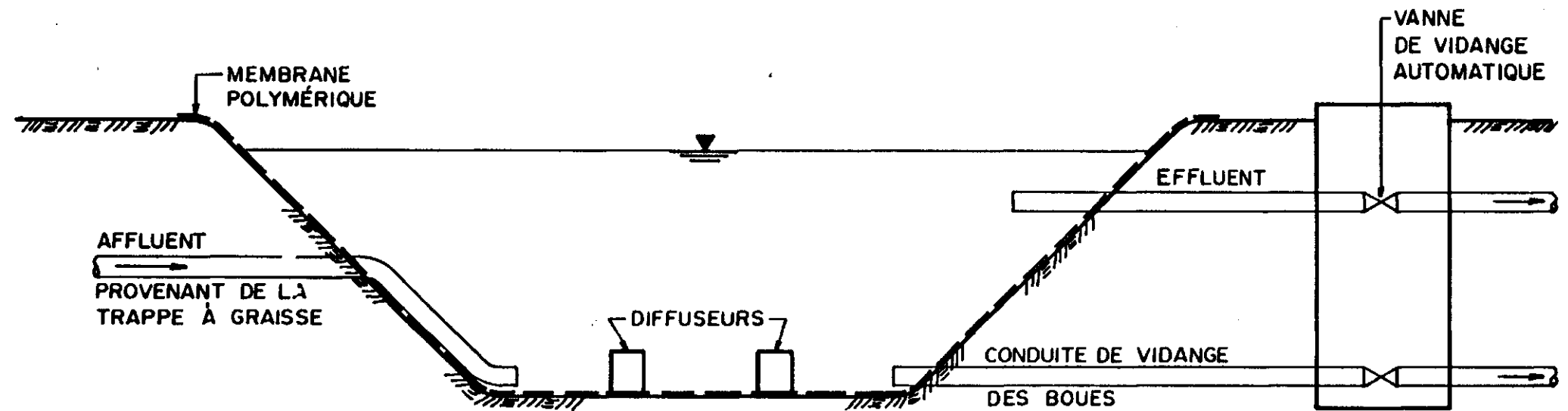
Il est recommandé d'utiliser un système de minuterie pour l'aération du réacteur durant les fins de semaine. Cette minuterie devrait permettre une aération de 15 minutes/heure.

Les boues excédentaires sont retirées à l'aide d'un tuyau ou drain au fond du bassin d'aération et évacuées, soit dans un étang à boues adjacent ou directement dans un camion-citerne d'une firme spécialisée.

SCHÉMA DU PROCÉDÉ



RÉACTEUR SÉQUENTIEL
INSTALLATION TYPE



3.0 MÉTHODOLOGIE DE LA PRÉSENTE ÉTUDE

3.1 Révision des dossiers du MENVIQ

La liste des industries ayant été autorisées à installer un réacteur séquentiel biologique comme unité de traitement des eaux usées a été fournie par le MENVIQ.

L'analyse de ces industries répertoriées a permis de rejeter les industries qui ne répondaient plus au cadre de cette étude et de déterminer les critères de conception sur lesquels les réacteurs séquentiels ont été conçus.

Un bref historique de chacune de ces industries a été dressé afin de mieux identifier les problèmes de construction et d'opération rencontrés dans le passé.

Les dossiers ont également fourni les informations sur le dimensionnement et le type d'équipements utilisés et leur arrangement proposé.

3.2 Inventaire des industries

Les informations recueillies au MENVIQ ont été révisées auprès des industries en question. Suite à cette révision, une seconde élimination a été faite pour les industries ne répondant plus aux objectifs de l'étude.

Aux industries retenues, des informations ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire. Une copie de ce questionnaire est montrée en annexe A.

Le questionnaire comprenait les renseignements suivants:

- . renseignements généraux sur l'industrie;
- . type et niveau de production;
- . caractéristiques du système d'épuration;
- . mode d'opération;
- . problèmes rencontrés.

Un nombre maximum d'industrie a été visité à l'intérieur de l'échéancier restreint qui avait été fixé au départ.

Lors des visites, l'inspection la plus complète possible a été effectuée malgré les conditions hivernales qui en limitaient l'accès.

A cette occasion, lorsque possible, des échantillons instantanés de la liqueur mixte et de l'effluent ont été prélevés afin d'aider à la pré-sélection des industries devant faire l'objet d'un échantillonnage plus complet.

Pour les industries qu'il a été impossible de visiter, les questionnaires ont été complétés par téléphone.

3.3 Évaluation de la performance des réacteurs séquentiels

Suite aux visites, une liste représentative des industries a été dressée pour une évaluation plus complète des performances. Ces industries répon-daient à deux critères principaux, soit le fonctionnement de tous les équipements et l'indication d'une activité biologique.

A cause du budget limité de la présente étude, l'évaluation des performances n'a pu être effectuée que pour une journée à chaque installation sélectionnée.

Lors de cet échantillonnage, des données ont été recueillies sur l'affluent et l'effluent du système ainsi que la liqueur mixte du réacteur séquentiel.

Suite à la compilation et l'analyse des données recueillies tout au long de l'étude, une synthèse des différents problèmes rencontrés a été dressée. Des recommandations ont été formulées, appuyées d'une recherche bibliographique et l'expertise de la firme.

4.0 COLLECTE DES DONNÉES

4.1 Description des industries

Le MENVIQ a répertorié parmi ses dossiers 23 industries opérant un réacteur séquentiel comme traitement des eaux usées. La liste de ces industries est présentée au tableau 4.1.

Après révision de cette liste, 11 industries ont dû être rejetées parce qu'elles étaient, soit fermées, soit en construction, ou soit que leurs systèmes de traitement ne répondaient plus au cadre de cette étude. Deux industries n'ont pu être contactées.

Le statut spécifique des industries rejetées est mentionné au tableau 4.1.

Toutes les industries sont de type alimentaire. Parmi les 12 industries étudiées, 10 sont des abattoirs. Quant aux deux autres, l'une produit des aliments de charcuterie et l'autre des produits de boulangerie et soupes déshydratées.

Les industries autres que les abattoirs sont généralement des industries de plus grande importance (supérieure à 100 employés), tandis que la taille des abattoirs est très variable. Le nombre d'employés varie de 9 à 100 selon l'abattoir.

Cette variation se retrouve également pour le genre d'animaux abattus, le niveau et l'horaire de production. Les animaux les plus couramment abattus, sont le boeuf, le veau et le porc. Certains abattoirs abattent également l'agneau. Un seul fait l'abattage spécialisé tels que poulets, faisans, cailles, lapins, canards.

TABLEAU 4.1

LISTE DES INDUSTRIES ETUDIÉESPARMI LES INDUSTRIES RÉPERTORIÉES PAR LE MENVIQ

<u>Nom</u>	<u>Localité</u>
<u>Industries étudiées</u>	
1. Abattoir Dubé	St-Cyrille
2. Abattoir du Nord	Laval
3. Abattoir Morrisette	St-Grégoire
4. Abattoir Neault	Champlain
5. Abattoir Régional Valleyfield	St-Stanislas-de-Kostka
6. Abattoir Robinette	Ferme-Neuve
7. Abattoir Ste-Claire	La Plaine
8. Abattoir St-Pascal	Kamouraska
9. Abattoir Trahan	Yamachiche
10. Ferme du Gourmet	St-Jean-Baptiste
11. Imasco (Division Grissol)	Ste-Martine
12. Salaison Expo	Granby

<u>Industries rejetées</u>		
<u>Nom</u>	<u>Localité</u>	<u>Commentaires</u>
13. Abattoir Billette	St-Louis-Gonzague	En reconstruction
14. Abattoir Boucher	Ste-Angèle	Fermé
15. Abattoir des Cèdres	Les Cèdres	N/C
16. Abattoir Couture	St-Gilles	Fermé
17. Abattoir Durocher	Gatineau	Réservoir d'emmagasine- ment. Eaux usées transportées à l'usine d'épuration
18. Abattoir Forget	St-Louis-Terrebonne	N/C
19. Abattoir Fraser	St-Moïse	Fermé
20. Abattoir Veau	Hemmingford	Réacteur séquentiel abandonné. Utilise installation septique avec filtre à sable classique.
21. Agropur	Oka	En construction
22. Comptoir Avicole des Aulnaies	St-Roch-des- Aulnaies	Fermé
23. Ogilvie (Aliments Terra)	Carignan	Réacteur séquentiel converti en étang aéré, recircule entièrement eaux usées.

N/C: non contacté

TABLEAU 4.2

DESCRIPTION DES INDUSTRIES

NOM	Localité	Nombre d'employés	Type production	Niveau moyen de production	Horaire de production j/s h/j	Date Visite ou Téléphone (V) (T)
Ferme du Gourmet	St-Jean-Baptiste	45	Poulet et petit gibier	1800/j poulets 9000/j cailles	3 8	12 mars 1984 (V)
Abattoir Régional Valleyfield	St-Stanislas de Kostka	18	Boeuf-veau porc-agneau	500 têtes/sem.	5 8	13 mars 1984 (V)
Abattoir Neault	Champlain	ND	Boeuf-veau	75 têtes/sem.	2 8	13 mars 1984 (V)
Abattoir Trahan	Yamachiche	30	Porc	450 têtes/sem.	5 8	13 mars 1984 (V)
Imasco (Division Grissol)	Ste-Martine	130	Boulangerie soupe désh.	5.7 X 10 ⁶ lb/an	5 16	13 mars 1984 (V)
Abattoir Morissette	St-Grégoire	9	Boeuf-veau agneau	50 têtes/sem.	2 8	14 mars 1984 (V)
Abattoir Dubé	St-Cyrille	23	Boeuf	450 têtes/sem.	5 8	14 mars 1984 (V)
Abattoir du Nord	Laval	100	Boeuf-veau	1000 têtes/sem.	5 8	16 mars 1984 (V)
Abattoir Ste-Claire	La Plaine	25	Porc-agneau boeuf-veau	800 têtes/sem.	5 8	16 mars 1984 (V)
Abattoir Robinette	Ferme-Neuve	ND	Boeuf-veau agneau-porc	20 têtes/sem.	2 8	20 mars 1984 (T)
Salaison Expo	Granby	ND	Charcuterie boeuf-porc	ND	5 16	20 mars 1984 (V)
Abattoir St-Pascal	Kamouraska	5	Boeuf-veau agneau	40 têtes/sem.	5 8	18 avril 1984 (V)

ND: non disponible

Les niveaux de production des abattoirs fluctuent de 20 têtes à 1 000 têtes par semaine pour le cas général du boeuf et du veau.

Les petits abattoirs opèrent souvent 2 ou 3 jours par semaine. Les journées de travail semblent toujours être de 8 heures sauf pour les industries de plus grande importance où les journées peuvent s'allonger jusqu'à 16 heures.

Le tableau 4.2 résume la description des industries étudiées.

4.2 Description des réacteurs séquentiels

4.2.1 Généralités

La conception des réacteurs séquentiels a été réalisée par l'utilisation des services d'ingénieurs-conseils ou par la méthode dite "clé en main" où la conception est réalisée par l'entrepreneur.

Le temps de rétention de 10 jours recommandé par le MENVIQ a été employé pour le dimensionnement des bassins d'aération.

On a constaté qu'il y avait:

- 8 bassins en terre de forme pyramidale;
- 3 bassins en béton;
- 1 bassin constitué d'un tuyau en acier ondulé vertical dont le fond était un bouchon de béton.

L'aération est fournie par deux surpresseurs opérant alternativement, le deuxième étant de secours.

Les vannes d'évacuation de l'effluent et de vidange des boues sont généralement installées ensemble à l'intérieur d'un regard ou abri comme l'avait suggéré le MENVIQ.

Dans certains cas, la fermeture de la vanne d'évacuation de l'effluent est contrôlée par des flottes ou électrodes de niveau. Ceci a pour but de conserver le tuyau d'évacuation sous la surface de l'eau afin d'éviter des problèmes de gel dans le tuyau.

4.2.2 Etat et évaluation des réacteurs séquentiels

L'inspection des différents éléments des réacteurs séquentiels visités a été relativement limitée parce qu'elle a été réalisée durant l'hiver. Tous les éléments extérieurs (étang, membrane polymérique, regard des vannes, étang des boues, émissaire) étaient enfouis sous la neige et souvent inaccessibles. Dans ces conditions, l'état des éléments inaccessibles a été établi selon les dires du propriétaire.

Les étangs pyramidaux avec membrane polymérique montrent en majorité des défauts. La principale défectuosité est le déchirement de la membrane.

Les bassins de béton ne montrent aucune défectuosité sauf dans un cas qui est exceptionnel. Dans ce cas, le bassin ayant été jugé trop grand, il a été partiellement rempli de sable et recouvert d'une membrane polymérique. Une infiltration d'air s'est faite sous la membrane, ce qui a eu pour effet de soulever celle-ci à la surface.

Une industrie a installé un tuyau galvanisé ondulé à la verticale enfoncé dans le sol avec un bouchon de béton au fond. Il ne semble pas y avoir de défectuosité.

Les surpresseurs sont en majorité en bon état. Toutefois, presque la totalité des surpresseurs a dû subir des réparations majeures. Il a été noté qu'une installation ne possédait pas de surpresseur d'urgence.

Sur les 12 industries, 5 ont des vannes de vidange défectueuses. Dans la majorité des cas, les vannes sont défectueuses dû au fait que les regards ne sont pas étanches et qu'une couche d'eau est constamment présente au fond, engendrant un environnement néfaste à la vanne électrique automatique.

La minuterie est en bon ordre, mais il peut arriver qu'il se produise un certain décalage des curseurs. Dans ce cas, un simple ajustement des curseurs rétablit la bonne heure de la séquence.

Le contrôle du niveau du bassin d'aération effectué par des électrodes est souvent défectueux. Par contre, le contrôle du niveau par flotte à une des installations visitées, semble beaucoup moins problématique.

Mode opératoire

Dans la majorité des cas, l'aération est contrôlée automatiquement par une minuterie.

Un seul cas a été noté où l'opération manuelle de l'aération est effectuée; ceci est dû à la mauvaise information de l'opérateur sur le fonctionnement de la minuterie. Dans ce cas, il a été impossible de définir le mode d'opération du système.

La vanne de vidange de l'effluent est opérée automatiquement dans 7 cas sur 12. Les cas où elle est opérée manuellement, sont dus au fait que le système automatique d'opération de la vanne est défectueux.

La durée de l'aération est de 18 heures pour la moitié des installations. Les minimum et maximum retrouvés sont de 14 et 21½ heures respectivement.

La majorité des réacteurs séquentiels utilise un temps de décantation entre 3 et 4 heures. Toutefois, il peut varier entre 1½ et 6 heures.

La durée de vidange de l'effluent est majoritairement entre 2 et 3 heures à chaque jour. Un seul cas opère à une durée de 1½ heure par jour. Dans un cas, la vidange s'effectue une fois par semaine.

Le cycle de la fin de semaine ne comprend aucune alimentation en eaux usées dans le réacteur séquentiel. Plusieurs séquences opératoires ont été observées indépendamment de la production de l'abattoir:

- 2 installations gardent la même période d'aération que pendant la semaine;
- 3 systèmes sont complètement arrêtés;
- 5 installations opèrent en faisant alterner des périodes d'aération et des périodes de non-aération;
- aucune information au sujet de la séquence d'opération n'a pu être recueillie pour 2 systèmes.

Selon les informations recueillies, très peu d'installations pratiquent un contrôle des purges de boues de sorte qu'il a été impossible d'établir un âge de boues pour les systèmes visités. Cet aspect de l'opération avait d'ailleurs été laissé obscur dans le document du MENVIQ et n'a pas pu être éclairci par la présente étude.

Evaluation générale des réacteurs séquentiels

Le tableau 4.3 résume l'état général des réacteurs séquentiels au Québec, tel que trouvé lors des visites.

Un réacteur séquentiel a été jugé potentiellement fonctionnel lorsque l'état des équipements, la séquence opératoire et l'entretien des équipements étaient suffisamment acceptables pour espérer un traitement valable des eaux usées.

Parmi les 12 réacteurs séquentiels étudiés, 7 ont été classés non-fonctionnels. Ceci démontre bien qu'il existe un problème réel avec les réacteurs séquentiels au Québec.

Cinq installations faisant partie de la liste des installations jugées potentiellement fonctionnelles ont été sélectionnées pour évaluation plus poussée des performances. Ces analyses de performances sont rapportées à la section 4.3.

4.2.3 Considérations économiques

Les données recueillies lors du présent inventaire ont permis d'obtenir certaines informations quant au coût d'investissement nécessaire pour la construction des réacteurs séquentiels et des informations très limitées quant au coût d'opération.

TABLEAU 4.3

ETAT GENERAL DES REACTEURS SEQUENTIELS AU QUEBEC (Mars 1984)

INDUSTRIE	ETAT DES EQUIPEMENTS (D: défectueux, F: fonctionnel)							MODE D'OPERATION (A: automatique, M: manuel)				DUREE DES SEQUENCES D'OPERATION (Heure)				APPRECIATION GENERALE
	BASSIN D'AERATION			SYSTEME D'AERATION		VANNE D'EVA- CUATION DE L'EFFLUENT	SYSTEME DE CONTROLE MINUTIERIE	AERATION	VANNE DE VIDANGE	CRITERES DE PURGE DES BOUES	OPERE EN TROP-PLEIN	AERATION	DECANTATION	VIDANGE	REPOS	(F : fonctionnel (NF : non-fonctionnel
	PYRAMIDAL AVEC MEMBRANE	BETON	TUYAU EN ACIER ONDULE	SURPRESSEUR	DIFFUSEUR											
A	D			F	F	D	F	A	M	Vidange 2 Fs/an		18	4	2	0	NF
B	D			D	F	F	F	M	M	Vidange 1 Fs/an		Mode d'opération non défini				NF
C	F			F	F	F	F	A	A	Sol.-Déc.		17	3	3	1	F
D		F		F	F	F	F	A	A	Aucun		17	5	2	0	NF au moment de la visite
E	D			F	F	D	F	A	M	Aucun		14	4	var.	var.	NF
F	F			F	F	F	F	A	A	Aucun		18	3	3	0	F
G			F	F	F	F	F	A	A	Aucun		18	4	2	0	F
H	F			F	F	D	F	A	M	Sol.-Déc.	X	18	3	3	0	NF
I	D			F	F	D	F	A	M	Aucun	X	22	2	1 Fs/sem.	0	NF
J		D		F	D	D	F	A	A	Aucun	X	18	2	2	2	NF
K	F			F	F	F	F	A	A	Conc. MLSS		18	3½	2½	0	F
L		F		F	F	F	F	A	A	Sol.-Déc.		21½	1½	1½	0	F
TOTAL	4(F)-4(D)	2(F)-1(D)	1(F)	11(F)-1(D)	11(F)-1(D)	7(F)-5(D)	12(F)	11(A)-1(M)	7(A)-5(M)	--	3	-	-	-	-	5(F)-7(NF)

NOTE: L'ordre dans lequel apparaît ces industries n'est pas celui qui apparaît dans les tableaux précédents.

Le temps consacré à l'opération est en moyenne de 2 à 3 heures par semaine. Le personnel affecté à l'opération n'a aucune formation spécifique en assainissement des eaux.

Le tableau 4.4 résume ces informations. Dans ce tableau, les données de conception rapportées au tableau ont été calculées à partir des données trouvées dans les certificats d'approbation du MENVIQ.

Les coûts d'investissements des réacteurs séquentiels au Québec semblent nettement plus élevés que ceux présentés à la section 2.3, rapportés par l'étude de l'E.P.A. Cependant, comme les informations concernant les coûts d'installation sont sommaires et incomplètes tant pour les installations du Québec que pour celles rapportées dans l'étude de l'E.P.A., il est difficile de comparer les chiffres.

Peu de renseignements sur le suivi de l'opération ainsi que sur les coûts d'opération et entretien nous ont été communiqués par les industries. Une seule qui opère 5 jours/semaine, nous a mentionné un coût approximatif de 2 000 \$/an. En se basant sur les renseignements recueillis, une estimation des coûts annuels d'opération et d'entretien a été effectuée pour un abattoir moyen déversant environ 45 kg DBO_5 /jour. Cette taille d'abattoir représente la moyenne de la majorité des installations visitées. Selon notre estimation, ces coûts se situeraient dans l'ordre de 5 400 \$/an dans le cas des abattoirs opérant 5 jours/semaine et dans l'ordre de 2 550 \$/an pour un abattoir opérant 2 jours/semaine.

Cette estimation des coûts inclut le salaire d'un opérateur travaillant 2 heures/semaine, les coûts d'électricité à 0,04 \$ du kWh, les frais d'entretien estimés à 2% du coût de l'installation et la disposition des boues estimée à 5,50 \$ la tonne métrique.

TABLEAU 4.4

CONSIDERATIONS ECONOMIQUES

INDUSTRIES	DONNEES DE CONCEPTION		Coûts Investissements	Année construction	Coûts d'opération	Temps d'opération
	Débit moyen (m ³ /j)	Charge moyenne (kg DBO ₅ /j)				
A	27	-	55 à 60 000 \$	-	N.D.	2-3 h/sem.
B	10	20	25 000 \$	1978	N.D.	
C	220,3	545	-	-	N.D.	2 h/sem.
D	10,2	20	60 000 \$	1981	N.D.	½ h/sem.
E	-	-	30 000 \$	1979	N.D.	½ h/sem.
F	34,1	70	100 000 \$	1981	2 000 \$/an	
G	-	-	30 000 \$	1981	N.D.	2 h/sem.
H	38,5	60	-	-	N.D.	2 h/sem.
I	23,2	45	75 000 \$	1979	N.D.	1 h/sem.
J	41,5	40	-	-	N.D.	
K	55	25	-	-	N.D.	1 h/sem.
L	22,7	65	-	-	N.D.	
M	40	44	-	1979/1980	N.D.	½ h/sem.

N.D. = Non disponible

4.3 Analyse des performances des installations sélectionnées

Il a été effectué 4 programmes d'échantillonnage aux endroits suivants:

- Salaison Expo à Granby 28/29-03-84
- Grissol à Ste-Martine 28/29-03-84
- Abattoir du Nord à Laval 27/28-03-84
- Abattoir St-Pascal à Kamouraska 17/18/19/-04-84

Des problèmes d'ordre technique (bris de la vanne de vidange de l'effluent) rencontrés à l'abattoir Trahan ont rendu impossible le programme d'échantillonnage qui était prévu à cet endroit. Suite à cette constatation, cette industrie qui avait été classée comme potentiellement fonctionnelle a été reclassée non-fonctionnelle au tableau 4.3.

Le tableau 4.5 résume les résultats d'échantillonnage concernant l'affluent et l'effluent pour chaque établissement.

La procédure d'échantillonnage ainsi que les résultats d'analyses sont présentés à l'annexe B et à l'annexe C.

4.3.1 Nature de l'affluent

Comme la production de chaque usine est de nature différente, les affluents ont des caractéristiques bien spécifiques.

La Salaison Expo possède un rejet avec une DBO₅ de l'ordre de 2 000 mg/l, ce qui est plus faible que la concentration anticipée lors de la conception du système. Il a été constaté aussi que le rejet avait une forte concentration en solides en suspension. La teneur en phosphore de 350 mg/l est particulièrement élevée. Le rapport DBO₅/P préconisé pour avoir une croissance bactérienne est de 100/1: pour ce cas, un rapport de 100/18 indique un excès de phosphore par rapport aux besoins de la croissance de la biomasse.

TABLEAU 4.5
RESULTATS D'ECHANTILLONNAGE

	Salaison Expo	Grissol	Abattoir du Nord	Abattoir St-Pascal	
Date	28-29/03/84	28-29/03/84	27-28/03/84	17-18/04/84	18-19/04/84
Débit (m ³ /j)	90	22	259	2,47	1,59
Concentration (mg/l)	Affluent / Effluent				
DBO ₅ totale	1 900/70	700/15	1 500/31	4 000/150	1 700/380
DCO totale	3 100/300	920/84	1 800/144	7 460/481	2 760/818
SS	779/47	243/28	106/50	810/199	254/299
N org.	260/7	22/2,7	190/8,1	590/31	250/52
NH ₃ -N	23/12	9,2/0,28	13/84	17/3	23/7
(NO ₂ + NO ₃) -N	32/2	3/2	5/2	2/17	2/17
N _T -N	315/20	34,2/5	208/95	609/51	275/76
PO ₄ -P	350/330	4,3/0,17	4,9/2,4	16/3,7	7,7/5,9
DBO/N/P à l'effluent	100/15/18	100/4,9/0,6	100/14/0,33	100/15/0,4	100/16/0,45
Pourcentage d'enlèvement					
DBO ₅	96	98	98	96	78
DCO	90	91	92	94	70
N _T	93	85	55	92	72
P _T	5	96	71	77	23

Les eaux usées de Grissol ont une concentration carbonée de beaucoup inférieure aux deux autres établissements. La concentration en phosphore n'est presque pas suffisante pour assurer les besoins en sels nutritifs de la biomasse car nous avons un rapport $DBO_5/P = 100/0,6$.

L'Abattoir du Nord possède des effluents chargés en matière carbonée de l'ordre de 1 500 mg/l de DBO_5 , ce qui est inférieur aux valeurs anticipées lors de la conception du système. Ce rejet contient relativement peu de matières en suspension. Il y a une légère carence en phosphore pour la croissance bactérienne.

La caractérisation de l'affluent et les analyses sur l'effluent à l'Abattoir St-Pascal ont été effectuées pour 2 journées différentes étant donné que celles-ci représentaient deux types d'opération. Les échantillons du 17/18 avril sont représentatifs d'une opération d'abattage tandis que ceux du 18/19 avril sont représentatifs d'une opération de coupe de viande.

Les concentrations en DBO_5 et en SS de l'Abattoir St-Pascal en période d'abattage sont beaucoup plus élevées qu'aux autres industries échantillonnées puisqu'on atteint 4 000 mg/l et 810 mg/l respectivement. Ceci s'explique par les très faibles quantités d'eaux usées déversées par cet abattoir. De plus, les analyses effectuées sur les échantillons du 18/19 avril montrent qu'il existe une variation de la concentration de l'affluent en fonction du type de production. On observe un manque de phosphore par rapport à la DBO_5 qui se situe dans les mêmes proportions qu'à l'Abattoir du Nord.

Les rapports DBO_5/N de tous les échantillons sont suffisants pour assurer une synthèse de la biomasse.

4.3.2 Qualité de l'effluent

L'effluent de Grissol est le seul effluent qui rencontre les directives du MENVIQ spécifiques à l'industrie alimentaire (30 mg/l de DBO₅ et SS) lors de notre échantillonnage. De plus, les concentrations en N et P sont très basses.

L'abattoir du Nord possède un effluent dont la DBO₅ rencontre la norme de 30 mg/l. Par contre, la teneur en solides en suspension est près de deux fois la norme.

La Salaison Expo ne rencontre pas les exigences en terme de DBO₅ et de SS. De plus, la concentration en phosphore de 330 mg/l est excessivement élevée.

Pour les deux journées d'échantillonnage, l'effluent de l'Abattoir St-Pascal est très éloigné des normes de rejet pour la DBO₅. La situation est encore plus critique pour les solides en suspension, notamment pour la journée du 18/19 avril où l'effluent a une teneur plus élevée en solides qu'à l'affluent. On peut noter une grande différence dans la qualité de l'effluent entre le 17/18 avril et le 18/19 avril à St-Pascal. Comme les autres installations n'ont été échantillonnées qu'une seule journée, il est impossible de dire si cette différence est une indication de l'instabilité du réacteur séquentiel ou simplement si elle est due à la très faible dimension de l'installation à St-Pascal.

Nous pouvons comparer nos résultats des analyses avec celles qui ont déjà été effectuées antérieurement par d'autres organismes. Pour fins de comparaison, les résultats rapportés par les Aliments Terra, effectués à l'époque où le système était en opération, sont aussi inclus.

Le tableau 4.6 indique la qualité de l'effluent lors de ces échantillonnages. Dans l'ensemble, nos résultats se comparent aux résultats des échantillonnages antérieurs. L'examen des résultats antérieurs montrent que la qualité de l'effluent est très variable, ce qui constitue une indication supplémentaire de l'instabilité du réacteur séquentiel selon le mode opératoire actuellement utilisé. Les résultats du présent échantillonnage se situent à l'intérieur de la gamme des échantillonnages antérieurs.

4.3.3 Rendement d'épuration

Le tableau 4.5 montre les rendements d'élimination de la pollution sur chaque effluent.

A l'exception du 2^e jour d'échantillonnage à l'Abattoir St-Pascal, les rendements d'enlèvement de la matière carbonée sont très élevés dans les 4 cas puisqu'ils dépassent 96% pour la DBO5 et 90% pour la DCO. Les rendements plus faibles observés le 19 avril à l'Abattoir St-Pascal sont dus à la présence de solides en suspension en quantité importante dans l'effluent.

L'enlèvement de l'azote est surtout remarquable pour la Salaison Expo et l'Abattoir St-Pascal car si on se reporte au tableau 4.7, on constate que plus de 65% de l'enlèvement total de l'azote se fait par un phénomène autre que les besoins de synthèse de la biomasse. Cependant, il faut être prudent quant à l'interprétation de cette valeur, car elle représente seulement une journée d'échantillonnage.

TABLEAU 4.6

RESULTATS DES ECHANTILLONNAGES ANTERIEURSQUALITE DE L'EFFLUENT

	SALAISSON EXPO		GRISSOL		ALIMENTS TERRA	
Période d'échantillonnage	Juin 80 - oct. 81		Janv. 83 - fév. 84		Janv. 82 - janv. 83	
Nombre d'échantillons	56		19		11	
Concentration (mg/l)	moy.	min. - max.	moy.	min. - max.	moy.	min. - max.
DBO ₅	117	11 - 550	23	3 - 213	17,9	3,9 - 77,0
DCO	468	115 - 1 630	87	14 - 396	90,0	15,3 - 214
SS	141	16 - 1 300	12,4	3 - 44	40,0	15 - 94
N _T K	-	-	-	-	9,1	3,6 - 25,0
N _T	112	2 - 360	7,2	1,1 - 19,5	-	-
PO ₄ -P	802	50 - 2 500	-	-	2,64	1,17 - 3,83
P _T	-	-	0,55	0,01 - 1,6	-	-

TABLEAU 4.7

RESULTATS DETAILLES DE L'ENLEVEMENT D'AZOTEEnlèvement d'azote total

	Total observé mg/l	Besoin théorique de la biomasse mg/l	Nitrification- Dénitrification mg/l
Salaison Expo	295	91	204
Grisso1	29	34	0
Abattoir du Nord	115	73	42
Abattoir St-Pascal			
(17/18-04-84)	558	192	366
(18/19-04-84)	199	66	133

TABLEAU 4.8

RESULTATS DETAILLES DE L'ENLEVEMENT DE PHOSPHOREEnlèvement du phosphore

	Total observé mg/l	Besoin théorique de la biomasse mg/l	Autre type d'enlèvement
Salaison Expo	20	18,3	0
Grisso1	4,1	6,8	0
Abattoir du Nord	3,5	14,7	0
Abattoir St-Pascal			
(17/18-04-84)	12,3	38,5	0
(18/19-04-84)	1,8	13,2	0

L'enlèvement de l'azote pour l'Abattoir du Nord est de 55%. On remarque qu'il reste une forte concentration d'azote ammoniacal dans l'effluent et cela signifierait que la nitrification n'a pas été achevée. Plusieurs facteurs influent sur l'activité des bactéries nitrifiantes: le niveau du substrat résiduel, le temps de réaction, la concentration en oxygène dissous, l'âge de boues, la température et le pH. Si la période d'aération, qui est présentement de 17 heures, était prolongée, comme ce fut fait à la Salaison Expo, à 19 heures en hiver et à 21 heures en été, il est probable qu'une meilleure nitrification s'établirait.

L'enlèvement d'azote pour l'usine Grissol est uniquement dû à la synthèse bactérienne, mais comme la concentration en azote total dans l'affluent est faible, l'enlèvement de la matière azotée atteint 85%.

L'enlèvement de phosphore est satisfaisant pour l'usine de Grissol, l'Abattoir St-Pascal le 17/18 avril et l'Abattoir du Nord. En fait, quelque soit l'industrie, tout le phosphore enlevé sert aux besoins nutritionnels de la biomasse comme le montre le tableau 4.8.

Le pourcentage de réduction de phosphore de 23% à l'Abattoir St-Pascal le 18/19 avril est lié à la présence de solides en suspension dans l'effluent qui ont pour effet de faire augmenter la concentration en phosphore de l'effluent.

Le faible rendement d'élimination de phosphore pour le cas de la Salaison Expo provient de la concentration élevée en phosphore de l'affluent, qui est due aux saumures utilisées pour la production de charcuterie.

4.3.4 Caractéristiques de la liqueur mixte

Le tableau 4.9 indique les caractéristiques de la liqueur mixte au moment de l'échantillonnage.

L'indice de volume des boues (IVB) est relativement satisfaisant pour la Salaison Expo, l'Abattoir du Nord et l'Abattoir St-Pascal. A l'usine de Grissol, on est en présence d'un indice IVB de 329 ml/g et d'un volume de boues décantées de 977 ml/l, ce qui est caractéristique d'une mauvaise décantation due à une boue activée à âge de boues élevé. Par contre, le volume de boues décantables est aussi très élevé à la Salaison Expo et à l'Abattoir St-Pascal. A ces deux endroits, les valeurs élevées de volume de boues décantables indiquent probablement la nécessité d'une extraction de boues.

Il faut noter cependant que les solides décantables sont mesurés dans un cylindre gradué de 1 litre avec un faible diamètre; ce qui ne représente pas en général la décantation réelle qui s'effectue dans le réacteur séquentiel.

4.3.5 Charges de conception vs charges mesurées

Le tableau 4.10 résume la comparaison entre les charges de conception des systèmes et les charges mesurées lors du programme d'échantillonnage. Cette comparaison n'est vraie que pour la journée d'échantillonnage.

Ce tableau montre que lors de l'échantillonnage, 3 systèmes opèrent près des critères de conception quant à la charge hydraulique et organique: ce sont l'usine de Grissol, l'Abattoir du Nord et l'Abattoir St-Pascal, le 17/18 avril.

TABLEAU 4.9

CARACTERISTIQUES DE LA LIQUEUR MIXTE

	Salaison Expo	Grissol	Abattoir du Nord	Abattoir St-Pascal
Date Heure	29-03-84 17 h 00	29-03-84 07 h 15	28-03-84 15 h 30	18-04-84 08 h 50/14 h 40
Température (°C)	13,2	6,2	13,5	6
Oxygène dissous (mg/l)	1,4	5,8	2,0	8,7
Volume décanté (ml/l)	945	977	460	985
MLSS (mg/l)	5 450	2 970	3 890	7 890/7 970
MLVSS (mg/l)	4 790	2 530	3 640	7 280/7 550
IVB (ml/l)	173	329	118	125/124
MLVSS/MLSS	0,88	0,85	0,93	0,92/0,95

TABLEAU 4.10
COMPARAISON DES CHARGES DE CONCEPTION
AUX CHARGES MESUREES
LORS DE LA JOURNEE D'ECHANTILLONNAGE

	Salaison Expo	Grissol	Abattoir du Nord	Abattoir St-Pascal	
<u>Valeurs de conception</u>					
Débit (m ³ /j)	22,7	31	222,3	4	
Charge organique (kg DBO ₅ /j)	65	25	545	10	
Rapport F/M	0,06	0,08	0,06	-	
Temps séjour (jour)	10	5	10	10	
<u>Valeurs mesurées</u>				17/18-04	18/19-04
Débit (m ³ /j)	90	22	259	2,5	1,6
Charge organique (kg DBO ₅ /j)	169	15	389	9,9	2,7
Rapport F/M	0,16	0,038	0,048	0,04	0,01
Temps séjour (jour)	2,5	7,0	8,5	13,5	21
MLVSS (mg/l)	4 790	2 530	3 640	7 280	

Dans le cas de la Salaison Expo, lors de la période d'échantillonnage, le système opérait à environ 4 fois la charge hydraulique et 3 fois la charge organique de conception.

Dans le cas de l'Abattoir St-Pascal, le système connaît le 18/19 avril une charge organique 3 fois plus faible que celle utilisée lors de la conception; la charge hydraulique est également inférieure à la moitié du débit prévu.

Les concentrations de MLVSS mesurées s'approchent des concentrations de MLVSS déduites des valeurs des critères de conception.

5.0 PROBLÈMES RENCONTRÉS

Les différents problèmes rencontrés lors de nos visites ou les visites antérieures par le MENVIQ ont été classés en trois catégories: ceux reliés à la conception, aux équipements et à l'opération.

5.1 Conception

Suivant les critères de conception du MENVIQ déjà mentionnés à la section 2.3, un temps de rétention hydraulique généralement de 10 jours est utilisé pour le dimensionnement du bassin d'aération.

La seule utilisation du temps de rétention hydraulique comme critère de conception du bassin d'aération sans tenir compte de la charge à traiter, peut causer des problèmes. D'une part, si la concentration en DBO_5 de l'affluent est trop faible, la liqueur mixte opérera dans une gamme de F/M non propice; elle devient trop faible et cela entraîne une moins bonne décantation. D'autre part, si la concentration en DBO_5 de l'affluent est trop élevée, la concentration de la liqueur mixte peut devenir trop élevée pour favoriser une bonne décantation.

Dans le cas d'une industrie qui opère de 1 à 3 jours par semaine, la sélection du temps de rétention hydraulique comme critère de conception amène à la situation suivante:

Nombre de jours d'opération/sem.	1	2	3
Temps de séjour réel (j)	70	35	23,3

De plus, la boue activée séjournera en phase endogène de 4 à 6 jours par semaine. Ces conditions ne sont pas propices au développement et maintien d'une liqueur mixte.

Il apparaît peu probable qu'un réacteur séquentiel conçu suivant ce critère puisse opérer efficacement lorsqu'il est alimenté à raison de 1 à 3 jours par semaine. Le cadre de la présente étude n'a pas permis de vérifier s'il y a un mode d'opération viable pour un réacteur séquentiel opérant dans ces conditions.

Le temps de rétention hydraulique comme critère de conception au dimensionnement du bassin d'aération sans tenir compte de la charge à traiter est incompatible avec un mode de contrôle simple basé sur le maintien d'un volume de boues décantées.

5.2 Équipements

Deux problèmes ont été identifiés concernant le fonctionnement des équipements: d'abord la qualité douteuse de ces équipements et leur mauvaise installation, ensuite le manque d'entretien.

- Bassins d'aération

Des problèmes ont été rencontrés pour les bassins d'aération de forme pyramidale, construits en terre. Ces bassins sont équipés de membrane polymérique et le déchirement de ces membranes a causé des problèmes d'étanchéité. Ces membranes semblent être trop minces et mal ancrées sur un sol non comptacté, créant ainsi des déformations et des étirements.

Il nous apparaît aussi que la géométrie même de ces bassins pourrait causer des problèmes de 2 natures:

- .. il favorise la perte de chaleur à cause d'une superficie sensiblement plus importante qu'un bassin rectangulaire;
- . il ne favorise pas le mélange complet du bassin d'aération.

- Equipements mécaniques

Plusieurs surpresseurs ont dû être réparés ou demeurent défectueux. La vanne d'évacuation électrique est défectueuse dans le tiers des industries étudiées. Le fait que la vanne électrique est souvent dans un regard non-étanche avec une couche d'eau au fond en permanence ne favorise pas son bon fonctionnement.

Souvent lorsque la vanne électrique est défectueuse, le bassin d'aération fonctionne en trop plein et agit comme un étang aéré complètement mélangé. En effet, il se produit un écoulement continu dans le tuyau d'évacuation ou le trop-plein du bassin, dépendamment si la vanne d'évacuation est bloquée en position ouverte ou fermée. Dans ces conditions, la liqueur mixte est lessivée avec l'effluent.

Dans certains cas, les équipements sont restés défectueux parce que l'industrie n'a pas les ressources nécessaires pour effectuer les réparations ou ne peut avoir recours à l'entrepreneur-fournisseur qui a abandonné les affaires.

Il a été constaté lors des visites, que certaines minuteriers étaient dérégées à la suite de pannes électriques. Le cycle d'opération devient ainsi déphasé par rapport au cycle de production de l'industrie.

5.3 Opération

Règle générale, les industries qui sont suffisamment importantes pour tenir un personnel et un atelier d'entretien ont des systèmes d'épuration mieux entretenus et opérés que les industries de plus faible dimension qui ne peuvent avoir un personnel d'entretien en permanence.

Lorsqu'une personne est assignée à l'opération et l'entretien du réacteur séquentiel, le suivi est de beaucoup amélioré. Souvent c'est le propriétaire de l'industrie qui assume ces responsabilités mais sa disponibilité à assurer un bon suivi est souvent très restreinte.

Une des principales causes de la mauvaise opération de la moitié des systèmes étudiés, est le manque d'information de la part du propriétaire sur le fonctionnement et l'opération du réacteur séquentiel. Ceci engendre un manque d'intérêt à la bonne marche du système. Un très petit nombre de personnes interrogées était renseigné sur le principe de fonctionnement du réacteur et de ses équipements.

La plupart des systèmes étudiés n'effectue pas le contrôle de l'inventaire des boues. Comme le rapporte le tableau 4.3, une seule industrie mesure la concentration des solides dans le bassin d'aération et effectue des extractions lorsque la concentration dépasse 5 000 mg/l. Deux industries ont rapporté qu'elles effectuent des purges lorsque la concentration des solides décantables atteint 500 ml/l dans la liqueur mixte. Les visites sur le terrain n'ont pas confirmé ces affirmations.

Pour le reste, les purges sont soit inexistantes ou effectuées à des périodes fixes (1 ou 2 fois par année). Un cas a été observé où tout le contenu du bassin d'aération a été vidangé lors de la purge.

Lorsque l'industrie opère uniquement 1 ou 2 jours par semaine, il arrive que le système mécanique est arrêté durant plusieurs jours et risque d'être oublié.

Le manque d'informations techniques et d'intérêt à la bonne marche du système dans le cas des installations non-fonctionnelles est flagrant et est sûrement une cause importante de leur état actuel.

6.0 CONCLUSIONS

Des 23 réacteurs séquentiels originalement répertoriés par le MENVIQ, 11 ne font pas partie de la présente étude pour les raisons suivantes: fermeture de l'industrie (4), installation en construction (2), systèmes désaffectés (3), impossible à rejoindre (2).

Les 12 réacteurs étudiés se sont classés de la façon suivante: 5 fonctionnels et 7 non fonctionnels.

Parmi les 5 fonctionnels, 4 ont fait l'objet d'une évaluation des performances par un échantillonnage d'une journée. Les rendements épuratoires constatés se résument comme suit:

	Affluent mg/l	Effluent mg/l	%
DBO ₅	700 - 4000	15 - 380	78 - 98
N _T -N	34,2 - 609	2 - 95	55 - 93
PO ₄ -P	4,3 - 350	0,17 - 330	6 - 96

La qualité de l'effluent des systèmes échantillonnés rencontre la norme du MENVIQ (DBO₅ et SS 30 mg/l), dans 2 cas sur 4 pour la DBO₅ et dans 1 cas sur 4 pour les solides en suspension. Cependant, ces résultats ne sont pas nécessairement représentatifs de la stabilité de la qualité de l'effluent si on tient compte des variations constatées par notre échantillonnage à St-Pascal de Kamouraska ou aux variations constatées dans les résultats d'échantillonnages antérieurs et rapportés au tableau 4.6.

Les enlèvements d'azote mesurés sont d'abord attribuables au besoin théorique de la biomasse puis à une nitrification-dénitrification si l'azote est en quantité excédentaire et si les conditions sont favorables. Dans un cas, une nitrification-dénitrification satisfaisante a été obtenue tandis qu'à une autre installation, les conditions d'opération ne permettent pas une nitrification complète possiblement à cause du temps d'aération trop court.

Les enlèvements de phosphore mesurés sont attribuables uniquement aux besoins de synthèse de la biomasse. Les pourcentages de réduction observés sont donc directement reliés à la concentration de phosphore à l'affluent.

Parmi les 7 installations classées non fonctionnelles, 4 industries opèrent de 1 à 3 jours par semaine. Ces 4 cas constituent la totalité des entreprises qui fonctionnent sous ce régime. Il a donc été impossible de vérifier les résultats d'opération du réacteur séquentiel dans ces conditions. Cependant, l'applicabilité de la technique du réacteur séquentiel conçu selon les critères existants et opéré de la façon traditionnelle est mise en doute, parce que ces conditions ne seraient pas propices au développement et au maintien d'une liqueur mixte.

Pour les 3 autres installations jugées non fonctionnelles, des problèmes d'équipements défectueux et d'opération ont été notés.

Les problèmes d'équipements défectueux sont reliés:

- à des bris mécaniques fréquents principalement de la vanne de vidange;
- à des déchirements de la membrane dans le cas des bassins d'aération en terre;

- au manque de personnel et d'information pour assurer l'opération et l'entretien des équipements.

Les problèmes de mauvaise opération sont reliés:

- au manque d'information pour la bonne marche et le contrôle du procédé;
- au manque de personnel pour en assurer l'opération;
- au manque d'intérêt manifesté pour le système d'épuration.

En résumé, les problèmes des réacteurs séquentiels au Québec sont nombreux. Tout d'abord, leur application, selon les critères de conception et d'opération traditionnels à des situations où la cédule d'opération de l'industrie ne génère des eaux résiduaire que 1 à 3 jours par semaine est, théoriquement, mauvaise et non propice au développement et au maintien d'une culture biologique. Ceci n'a cependant pu être vérifié au cours de la présente étude parce que tous les systèmes de cette catégorie ont été classés non fonctionnels à cause d'équipement défectueux.

Il serait peut-être possible d'opérer un réacteur séquentiel dans ce type d'application selon une séquence hebdomadaire plutôt qu'une séquence journalière. Cependant, cette démonstration dépassait le cadre de la présente étude.

Pour la plupart des systèmes installés, le dimensionnement du bassin d'aération est basé sur le seul critère du temps de rétention hydraulique. Ce critère de conception est incompatible avec une consigne d'opération simple comme le maintien d'un volume de boues décantables. Il serait préférable, dans ces conditions, que le bassin d'aération soit dimensionné en tenant compte de la charge organique à traiter et que la charge massique soit plutôt utilisée comme critère de conception.

La mauvaise sélection des équipements, leur mauvaise installation, leur mauvais entretien ou une combinaison de ces causes est responsable de la défectuosité des équipements rendant plus de la moitié des réacteurs séquentiels non fonctionnels.

Les visites effectuées sur les sites ont fait ressortir un manque d'intérêt concernant les réacteurs séquentiels, attribué à un manque d'information quant au fonctionnement des équipements et au mode de contrôle de l'opération du procédé. Un échantillonnage d'une journée à quatre systèmes sélectionnés et classés fonctionnels a démontré une très bonne réduction apparente de la DBO₅ et la DCO pour la journée d'échantillonnage. Cependant, la qualité de l'effluent de 3 systèmes sur 4 ne rencontrait pas les normes fixées originellement par le MENVIQ (30 mg/l pour DBO₅ et SS). De plus, la comparaison des résultats de l'échantillonnage effectué au cours de la présente étude avec les résultats de programmes d'échantillonnages antérieurs effectués sur ces mêmes réacteurs séquentiels laisse planer un doute quant à la stabilité de la qualité de l'effluent en DBO₅ et SS. Il est possible qu'un meilleur contrôle des purges de boues (donc de l'âge des boues) pourrait améliorer cet aspect, mais ceci n'a pu être vérifié au cours de la présente étude. La visite des différents systèmes a permis de constater que le contrôle de l'opération des réacteurs séquentiels, si simple soit-il, est à peu près inexistant. L'absence de données sur l'opération des réacteurs séquentiels n'a pas permis, au cours de la présente étude, d'effectuer une corrélation entre les paramètres usuels de contrôle de systèmes biologiques (tel que l'âge des boues) et d'autres paramètres simples de contrôles (tel que le volume de boues décantables dans la liqueur mixte).

Bien qu'aucun des systèmes échantillonnés n'ait pratiqué le contrôle de l'aération pour créer des périodes anoxiques, une bonne réduction apparente de l'azote total a été constatée dans 3 des 4 systèmes. La courte durée de la période d'échantillonnage n'a cependant pas permis de constater la régularité de cet enlèvement d'azote, ni d'en expliquer totalement le phénomène. L'enlèvement apparent du phosphore total constaté lors de la journée d'échantillonnage s'explique par les besoins de synthèse biologique.

Il n'existe pas de normes du MENVIQ quant aux teneurs d'azote et de phosphore pour les effluents de réacteurs séquentiels. Une étude plus poussée permettrait cependant de vérifier s'il est possible d'optimiser leur enlèvement par le réacteur séquentiel.

7.0 RECOMMANDATIONS

Suite à la présente étude, nous pouvons formuler les recommandations suivantes:

- une étude complémentaire du réacteur séquentiel devrait être effectuée dans le but de définir les points suivants:
 - . la stabilité des réacteurs séquentiels face à des charges organiques variables (DBO_5 , SS, N_T) et face à des variations de température;
 - . l'opération et l'applicabilité des réacteurs séquentiels dans le cas des industries qui opèrent moins de 5 jours par semaine;
 - . optimisation de la nitrification-dénitrification pour les eaux usées d'industries alimentaires;
 - . les possibilités d'augmentation de l'enlèvement des phosphates par voie biologique;
 - . corrélation entre le maintien de l'âge de boues, le niveau de solides décantables et la fréquence d'extraction, et leur effet sur la performance;
- lors de la conception, le rapport F/M devrait être adopté comme critère gouvernant le dimensionnement du bassin d'aération et une attention particulière devrait être apportée quant à la sélection des équipements (par ex.: épaisseur de la membrane et technique d'ancrage, s'il y a lieu, étanchéité des regards de vannes de vidange, alimentation auxiliaire des minuteriers, géométrie du bassin d'aération);
- lors de la construction, une inspection des travaux devrait être effectuée avant la mise en route;

- pour améliorer l'opération des systèmes, une meilleure information devrait être transmise;
- un manuel de pratique simple devrait être préparé, expliquant la nature du procédé séquentiel et la procédure touchant l'opération et l'entretien du système d'épuration;
- afin d'optimiser l'impact de ce manuel d'opération, la production de celui-ci devrait être combinée à une assistance technique fournie aux industries concernées. Cette assistance technique pourrait consister en quelques visites espacées à intervalles réguliers qui constitueraient un genre de cours de formation abrégée pour le personnel responsable. Ces visites pourraient également augmenter la motivation et l'intérêt de l'opérateur;
- par la suite, un suivi régulier devrait être effectué par le MENVIQ pour s'assurer du bon fonctionnement continu de ces systèmes.

ANNEXE A

QUESTIONNAIRES POUR OBTENIR DES INFORMATIONS

REACTEURS SEQUENTIELS

VISITE ☐

TELEPHONE ☐

EFFECTUE LE: _____

PAR: _____

DONNEES SUR L'INDUSTRIE

NOM: _____

ADRESSE: _____

TELEPHONE: _____

CONTACT: _____

NOMBRE D'EMPLOYES _____

TYPE DE PRODUCTION _____

NIVEAU PRODUCTION - MOY. (ACTUEL): _____

MIN/MAX : _____

CEDULE PRODUCTION - MOY. _____ H/J _____ J/SEM. _____ SEM/AN

MIN/MAX _____ H/J _____ J/SEM. _____ SEM/AN

DISPOSITION DU FUMIER: _____ DISPOSITION PANSE: _____

DISPOSITION DU SANG : _____ AUTRES _____

DONNEES SUR L'EAU ET L'EAU USEE

ALIMENTATION D'EAU - TYPE: PUIS ☐

VILLE ☐

COMPTEUR(S) ☐

VOLUME JOURNALIER: _____

CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES

PROGR. D'ECHANTILLONNAGE EFFECTUE _____

VOLUME JOURNALIER: _____

QUANTITE DB05/J: _____

COMMENTAIRES ET CONCLUSIONS

SYSTEME PRETRAITEMENT

TYPE: _____

SYSTEME D'EPURATION (Equipements existants)

ANNEE CONSTRUCTION : _____ CONSTRUCTEUR: _____

EQUIPMENTS DANS BATIMENT: _____

COURS D'EAU RECEPTEUR : _____

TYPE BASSIN : _____

DIMENSION BASSIN : _____ CAP. BASSIN: _____

TYPE AERATION ET CAP. - SURPRESSEURS: _____

- DIFFUSEURS : _____

TROP PLEIN : _____

TYPE REPRISE D'EFFLUENT : _____

TYPE VANNE VIDANGE : _____

MODE DISPOSITION BOUES EXCEDENTAIRES: _____

TYPE CONTROLE D'INVENTAIRE DE BOUES : _____

SEQUENCE D'OPERATION: SI PAS PRODUCTION: _____

ALIM. DE h A h , AERAT. DE h A h , DECANT. DE h A h ,

VIDANGE DE h A h

INSTRUMENTATION : _____

ESTIMATION COUTS CONSTRUCT.: _____ COUTS D'OPERATION: _____

OPERATEUR (NOM): _____ H/SEM.: _____

ETAT DE FONCTIONNEMENT

BASSIN : _____

AERATION - SURPRESSEUR : _____

- DIFFUSEUR : _____

VANNE VIDANGE : _____

PANNEAU CONTROLE : _____

ETANG EMMAG. BOUES : _____

TROP PLEIN : _____

ECHANTILLON INSTANTANE - PRELEVE A h

LIQUEUR MIXTE: _____ mg/l O.D., _____ °C, _____ mg/l SOL. DEC. $\frac{1}{2}$ H
EFFLUENT : _____ mg/l DBO₅, _____ mg/l DCO, _____ mg/l SOL. SUSP.

ECHANTILLONNAGE

ENDROIT: EFFLUENT _____
AFFLUENT _____

ABRIS ☐ BATIMENT ☐ ELECTRICITE ☐

PHOTOS (N° ET DESCRIPTION)

[illegible]

ANNEXE B
RAPPORT D'EVALUATION DES PERFORMANCES
DE REACTEURS SEQUENTIELS

N.D. 9-231

I INTRODUCTION

Un programme d'évaluation des performances a été entrepris en mars et avril 1984 pour 5 réacteurs séquentiels traitant les eaux résiduares des industries suivantes:

Salaison Expo, Granby
Grissol, Ste-Martine
Abattoir du Nord, Laval
Abattoir Trahan, Yamachiche
Abattoir St-Pascal, Kamouraska

Pour chaque installation, un composé de l'affluent sur une période d'une journée a été prélevé ainsi qu'un échantillon instantané de l'effluent lors de la vidange. Un échantillon de la liqueur mixte a aussi été prélevé et le volume journalier d'eau usée a été estimé.

II MÉTHODOLOGIE

Le volume journalier d'eau usée a été estimé par la mesure de la différence entre les niveaux minimum et maximum dans le bassin d'aération.

L'échantillon composé de l'affluent a été obtenu à l'aide d'un échantillonneur Manning S4040, qui prélevait de façon automatique un échantillon à toutes les 15 minutes et les accumulait dans des flacons horaires (4 échantillons - 1 flacon). Les flacons horaires correspondant aux heures d'opération et de lavage de l'industrie ont été utilisés pour la préparation d'un échantillon composé.

Dans le cas de l'Abattoir St-Pascal à Kamouraska, un échantillon supplémentaire de l'affluent a été prélevé afin de représenter une journée d'abattage. Dans ce cas, un échantillon instantané à la sortie de la trappe à graisse en fin de journée d'abattage a été prélevé. Un temps de rétention dans la trappe à graisse d'environ 16 heures a été calculé. L'échantillon instantané pourrait donc être assez représentatif.

Pour l'effluent, un échantillon instantané a été prélevé en plaçant un contenant à la décharge de la conduite de vidange lorsque les conditions s'y prêtaient ou en décantant durant 2 heures un échantillon de liqueur mixte prélevé tôt le matin. Dans un cas, l'échantillon a été prélevé à l'entrée du bassin de contact de l'effluent installé en prévision d'une chloration.

Les analyses ont été effectuées selon "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water", 15^e édition.

III RÉSULTATS

Les résultats obtenus pour chacun des réacteurs séquentiels sont résumés aux tableaux 1 à 6.

Dans le cas de l'Abattoir Trahan à Yamachiche, les premières analyses effectuées ont démontré l'absence de boue activée dans le bassin d'aération ainsi que le faible enlèvement de DCO. La visite a également permis de constater que la vanne automatique de vidange ne fonctionnait pas. Conséquemment, l'analyse complète des échantillons n'a pas été effectuée.

Pour la Salaison Expo, les résultats obtenus lors de la visite du 20 mars et ceux obtenus lors de l'échantillonnage du 29 mars sont semblables. Par contre, pour l'usine de Grissol à Ste-Martine, des résultats très différents pour les solides décantables de la liqueur mixte ont été obtenus les 13 et 29 mars 1984.

La cause de cette hausse des solides décantables demeure inexpliquée.

L'examen des résultats pour l'Abattoir St-Pascal à Kamouraska montre qu'un effluent de moins bonne qualité a été déversé la 2^e journée d'échantillonnage, soit la journée où la charge volumique et organique était plus faible. Les solides décantables, donc une mauvaise décantabilité de la liqueur mixte, sont responsables de la détérioration de la qualité de l'effluent lors de la 2^e journée.

REACTEURS SEQUENTIELS - PROGRAMME D'ECHANTILLONNAGE

SALAISSON EXPO - GRANBY

	AFFLUENT	EFFLUENT	% REDUCT.
TYPE D'ECHANTILLON	Sortie trappe à graisse - Ech. aux 15 min.	Instantané. Entrée bassin chloration	
PERIODE D'ECHANTILLONNAGE	28-29/03/84 11 h 00 à 11 h 00	29/03/84 17 h 00	
VOLUME JOURNALIER (m ³ /j)	90	-	
CONCENTRATION (mg/l)			
DBO ₅	1 900	70 (33 le 20/03/84)	96
DCO	3 100	300 (336 le 20/03/84)	90
SS	779	47 (32 le 20/03/84)	94
NH ₃ - N	23	12	} 93
N. ORG.	260	7,0	
(NO ₂ + NO ₃) N	32	<2	
PO ₄ TOT - P	350	330	6
DBO ₅ : N : P	100 : 15 : 18		
QUANTITE (kg/j)			
DBO ₅	169		
DCO	280		
SS	70		
LIQUEUR MIXTE			
PRELEVEMENT	29/03/84 - 16 h 45	20/03/84	
TEMP. (°C)	13,2		
O.D. (mg/l)	1,4		
VOL. DEC. (ml/l)	945	932	
MLSS (mg/l)	5 450	4 400	
MLVSS (mg/l)	4 790	3 520	
I.V.B. (ml/g)	173	212	
TRH (j)	2,5		
F/M (kg DBO ₅ /kg MLVSS.j)	$\frac{169}{4,79 \times 223} = 0,16$		
N.B. Activité de l'industrie: Production - 7 à 17 h 00, 24 h 00 à 7 h 00 Lavage - 17 h 00 à 24 h 00			

REACTEURS SEQUENTIELS - PROGRAMME D'ECHANTILLONNAGE

GRISSOL - STE-MARTINE

	AFFLUENT	EFFLUENT	% REDUCT.
TYPE D'ECHANTILLON	Station pompage composé. Ech. aux 15 m.	Instantané. Liqueur mixte décantée 2 h	
PERIODE D'ECHANTILLONNAGE	28/03/84 07 h 00 à 24 h 00	29/03/84 8 h 00	
VOLUME JOURNALIER (m ³ /j)	22	-	
CONCENTRATION (mg/l)			
DBO ₅	700	15 (57 le 13/03/84 15 h)	98
DCO	920	84 (241 le 13/03/84 15 h)	91
SS	243	28 (133 le 13/03/84 15 h)	88
NH ₃ - N	9,2	0,28	} 85
N. ORG.	22	2,7	
(NO ₂ + NO ₃) N	3	<2	
PO ₄ TOT - P	4,3	0,17	
DBO ₅ : N : P	100 : 4,5 : 0,6		
QUANTITE (kg/j)			
DBO ₅	15		
DCO	20		
SS	5,3		
LIQUEUR MIXTE			
PRELEVEMENT	29/03/84 - 07 h 15	13/03/84 - 14 h 30	
TEMP. (°C)	6,2		
O.D. (mg/l)	5,8		
VOL. DEC. (ml/l)	977	350	
MLSS (mg/l)	2 970	2 070	
MLVSS (mg/l)	2 530	-	
I.V.B. (ml/g)	329	169	
TRH (j)	7,0		
F/M (kg DBO ₅ /kg MLVSS.j)	$\frac{15}{2,53 \times 155} = 0,038$		
N.B. Activité de l'industrie: 07 h 30 à 24 h 00 - Production 24 h 00 à 07 h 30 - Lavage - Très faible débit			

REACTEURS SEQUENTIELS - PROGRAMME D'ECHANTILLONNAGE

ABATTOIR DU NORD - LAVAL

	AFFLUENT	EFFLUENT	% REDUCT.
TYPE D'ECHANTILLON	Sortie trappe à graisse composé Echant. aux 15 m.	Instantané. Conduite de vidange	
PERIODE D'ECHANTILLONNAGE	27/03/84 *07 h 00 à 22 h 00	28/03/84 Nuit	
VOLUME JOURNALIER (m ³ /j)	± 259	-	
CONCENTRATION (mg/l)			
DBO ₅	1 500	31	98
DCO	1 800	144	92
SS	106	50	53
NH ₃ - N	13	84	55
N. ORG.	190	8,1	
(NO ₂ + NO ₃) N	5	<2	
PO ₄ TOT - P	4,9	1,4	
DBO ₅ : N : P	100 : 14 : 0,33		
QUANTITE (kg/j)			
DBO ₅	389		
DCO	466		
SS	27		
LIQUEUR MIXTE			
PRELEVEMENT	28/03/84 - 15 h 30	16/03/84 - 14 h 30	
TEMP. (°C)	13,5		
O.D. (mg/l)	2,0		
VOL. DEC. (ml/l)	460	395	
MLSS (mg/l)	3 890	3 490	
MLVSS (mg/l)	3 640	3 210	
I.V.B. (ml/g)	118	110	
TRH (j)	8,5		
F/M (kg DBO ₅ /kg MLVSS.j)	$\frac{389}{3,89 \times 2205 \text{ m}^3} = 0,048$		
* Batterie défectueuse à 22 h 00 N.B. Activité de l'industrie: 27/03/84 - 09 h 00 à 15 h 30 - Production 27-28/03/84 - 15 h 30 à 9 h 00 - Lavage			

REACTEURS SEQUENTIELS - PROGRAMME D'ECHANTILLONNAGE

ABATTOIR TRAHAN - YAMACHICHE

	AFFLUENT	EFFLUENT	% REDUCT.
TYPE D'ECHANTILLON	Sortie trappe à graisse composé. Ech. aux 15 m.	Instantané. Liqueur mixte décantée - 1/2 h	
PERIODE D'ECHANTILLONNAGE	29-03-84 11 h 00 à 24 h 00*	30-03-84 10 h 30	
VOLUME JOURNALIER (m ³ /j)	52 (Eau potable)	-	
CONCENTRATION (mg/l)			
DBO ₅			
DCO	2 700	1 100	59
SS		652	
NH ₃ - N			}
N. ORG.			
(NO ₂ + NO ₃) N			
PO ₄ TOT - P			
DBO ₅ : N : P			
QUANTITE (kg/j)			
DBO ₅			
DCO	138		
SS			
LIQUEUR MIXTE			
PRELEVEMENT	30-03-84 - 10 h 50		
TEMP. (°C)	9,2		
O.D. (mg/l)	2,4		
VOL. DEC. (ml/l)	= 0		
MLSS (mg/l)	877	} Pas de boue activée	
MLVSS (mg/l)	777		
I.V.B. (ml/g)	-		
TRH (j)			
F/M (kg DBO ₅ /kg MLVSS.j)			
* Batterie défectueuse le 30-03-84 - 06 h 30 et de 24 h 00 à 06 h 30. Rejeté car pas de lavage. N.B. Activité de l'industrie - Production: 07 h 00 à 17 h 00 Lavage : 17 h 00 à 24 h 00			

REACTEURS SEQUENTIELS - PROGRAMME D'ECHANTILLONNAGE

ABATTOIR ST-PASCAL - KAMOURASKA

	AFFLUENT	EFFLUENT	% REDUCT.
TYPE D'ECHANTILLON	Sortie trappe à graisse instantanée	Conduite vidange instantanée	
PERIODE D'ECHANTILLONNAGE	17/04/84 16 h 45	18/04/84 26 h 00	
VOLUME JOURNALIER (m ³ /j)	2,47		
CONCENTRATION (mg/l)			
DBO ₅	4 000	150	96
DCO	7 460	481	94
SS	810	199	75
NH ₃ - N	17	2,9	92
N. ORG.	590	31	
(NO ₂ + NO ₃) N	<2	17	
PO ₄ TOT - P	16	3,7	77
DBO ₅ : N : P	100 : 15 : 0,40		
SOL. DECANT. (ml/l)		0	
QUANTITE (kg/j)			
DBO ₅	9,9		
DCO	18,4		
SS	2,0		
LIQUEUR MIXTE			
PRELEVEMENT			
TEMP. (°C)			
O.D. (mg/l)			
VOL. DEC. (ml/l)			
MLSS (mg/l)			
MLVSS (mg/l)			
I.V.B. (ml/g)			
TRH (j)	13,5		
F/M (kg DBO ₅ /kg MLVSS.j)	$\frac{9,9}{7,28 \times 33,4} = 0,04$		
N.B. Journée du 17/04/84 - Abattage			

REACTEURS SEQUENTIELS - PROGRAMME D'ECHANTILLONNAGE

ABATTOIR ST-PASCAL - KAMOURASKA

	AFFLUENT	EFFLUENT	% REDUCT.
TYPE D'ECHANTILLON	Sortie trappe à graisse composé	Conduite vidange instantanée	
PERIODE D'ECHANTILLONNAGE	18/04/84 08 h 00 à 17 h00	19/04/84 06 h 25	
VOLUME JOURNALIER (m³/j)	1,59		
CONCENTRATION (mg/l)			
DBO ₅	1 700	380	78
DCO	2 760	818	70
SS	254	299	-18
NH ₃ - N	23	7,0	72
N. ORG.	250	52	
(NO ₂ + NO ₃) N	<2	17	
PO ₄ TOT - P	7,7	5,9	23
DBO ₅ : N : P	100 : 16 : 0,45		
SOL. DECANT. (ml/l)		36	
QUANTITE (kg/j)			
DBO ₅	2,7		
DCO	4,4		
SS	0,4		
LIQUEUR MIXTE	18/04/84		
PRELEVEMENT	08 h 50	11 h 40	14 h 40
TEMP. (°C)	6,0	6,1	6,1
O.D. (mg/l)	9,2	8,0	9,0
VOL. DEC. (ml/l)	985	985	985
MLSS (mg/l)	7 890	-	7 970
MLVSS (mg/l)	7 280	-	7 550
I.V.B. (ml/g)	125	-	124
TRH (j)	21,0		
F/M (kg DBO ₅ /kg MLVSS.j)	$\frac{2,7}{7,28 \times 33,4} = 0,01$		
N.B. Journée du 18/04/84 - Coupe de viande			

ANNEXE C
RESULTATS D'ANALYSES

PAR Paul Charles Gosselin et son

CONSULTANTS V F G inc.

DIVISION LABORATOIRE

**3300 Cavendish
Montréal, Qué.
H4B 2M8
(514) 482-3610
Télex 055-66419**

RESULTATS D'ANALYSES

NOM: ENVIRONNEMENT CANADA

a/s

adresse:**VOTRE COMMANDE:**

NOTRE DOSSIER: 9.231

REMARQUES:

PROVENANCE DES ECHANTILLONS:

#16 Salaison Expo, Affluent, 84.03.28-29, 11h à 11h

#17 Salaison Expo, Effluent, 84.03.29, 17 h

#18 Salaison Expo, Liqueur mixte 84.03.29, 16h45

#19 Abattoir Trahan Affluent 84.03.29, 11h à 24h

#20 Abattoir Trahan Liqueur mixte déc ½h 84.03.30

#21 Abattoir Trahan Liqueur mixte 84.03.30 10h50

DATE DE PRELEVEMENT:

DATE DES ESSAIS: mars 1984

No D'ECHANTILLON	#16	#17	#18	#19	#20	#21	
DCO (mg/l)	3110	300	---	2660	1100	---	
DBO ₅ (mg/l)	1900	70	---	---	---	---	
Solides en suspension (mg/l)	779	47	5450	---	652	877	
Solides en suspension volatils (mg/l)	---	---	4790	---	---	777	
Azote ammoniacal (mg/lN)	23	12	---	---	---	---	
Azote organique (mg/lN)	260	7.0	---	---	---	---	
Nitrite + Nitrate soluble (mg/lN)	32	< 2	---	---	---	---	
Phosphates totaux (mg/lP)	350	330	---	---	---	---	

RAPPORT EMIS LE 84.04.13

PAR Shirley C. Taylor

ANNEXE D
BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

1. ALLEMAN J.E., IRVINE R.L. (1980).
Nitrification in the Sequencing Batch Biological Reactor, Journal WPCF, Vol. 52, n° 11, pp. 2747-2754.
2. DEGREMONT (1971).
Unités compactes d'épuration des eaux usées DIAPAC.
3. DENNIS R.W., IRVINE R.L. (1979).
Effect of Fill React Ratio on Sequencing Batch Biological Reactors, Journal WPCF, Vol. 51, n° 2, pp. 255-263.
4. ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL DU QUEBEC (1977).
Rapport technique 40 p.
5. GORONSZY M.C. (1979).
Intermittent Operation of the Extended Aeration Process for Small Systems, Journal WPCF, Vol. 51, n° 2, pp. 274-287.
6. HOEPKER E.C., SCHROEDER E.D. (1979).
The Effect of Loading Rate on Batch-Activated Sludge Effluent Quality, Journal WPCF, Vol. 51, n° 2, pp. 264-273.
7. HOOVER S.R. ET AL (1951).
Aeration as a Partial Treatment for Dairy Wastes Proceedings of the 6th Industrial Waste Conference Purdue University, pp. 313-319.
8. IRVINE R.L., ALLEMAN J.E., MILLER G., DENNIS R.W. (1980).
Stoichiometry and Kinetics of Biological Waste Treatment, Journal WPCF, Vol. 52, n° 7, pp. 1997-2005.
9. IRVINE R.L., BUSCH A.W. (1979).
Sequencing Batch Biological Reactors - An Overview, Journal WPCF, Vol 51, n° 2, pp. 235-243.
10. IRVINE R.L., KETCHUM L.H., BREYFOGLE R., BARTH E.F. (1983).
Municipal Application of Sequencing Batch Treatment, Journal WPCF, Vol. 55, n° 5, pp. 484-488.
11. IRVINE R.L., MILLER G., BHAMRAH A.S. (1979).
Sequencing Batch Treatment of Waste Waters in Rural Areas, Journal WPCF, Vol. 51, n° 2, pp. 244-254.
12. IRVINE R.L., SOJKA S.A., COLARUOTOLO J.F. (1982).
Enhanced Biological Treatment of Leachates from Industrial Landfills Proceedings of the 37th Industrial Waste Conference, Purdue University, pp. 861-870.
13. KETCHUM L.H., LIAO P.C. (1979).
Tertiary Chemical Treatment for Phosphorus Reduction Using Sequencing Batch Reactors, Journal WPCF, Vo. 51, n° 2, pp. 298-304.

BIBLIOGRAPHIE (Suite)

14. REA J.E. Jr. (1977).
Single Cell Activated Sludge Using Fill and Draw for a Combined
Industrial Domestic Waste Treatment Plant, 32nd Annual Purdue
Industrial Waste Conference, pp. 611-616.
15. SILVERSTEIN J., SCHROEDER E.D. (1983).
Performance of SBR Activated Sludge Processes with
Nitrification/Denitrification, Journal WPCF, Vol. 55, n° 4, pp.
377-384.
16. TANAKA T. (1974).
Use of Aerated Lagoons for Dairy Effluent Treatment, Ann. Bull.,
Int. 1. Dairy Fed., n° 77, pp. 93-100.
17. ULOTH V.C., MAVINIC D.S. (1977).
Aerobic Bio-Treatment of a High-Strength Leachate, Journal of the
Environmental Engineering Division, American Society of Civil
Engineers, Vol. 103, pp. 647-661.
18. WITHEROW J.L., TARQUIN A.J., ROWE M.L. (1976).
Manual of Practice - Wastewater Treatment for Small Meat of Poultry
Plants, E.P.A., p. 69.
19. ZAPF-GILJE R., MAVINIC D.S. (1981).
Temperature Effects on Biostabilization of Leachate, Journal of the
Environmental Engineering Division, American Society of Civil
Engineers, Vol. 107, n° 4, pp. 653-663.