

Études sur la collecte et le traitement des eaux usées

À la fin des années 1970, la Société canadienne d'hypothèques et de logement et la direction des technologies d'Environnement Canada ont mis sur pied le Comité interministériel sur la collecte et le traitement des eaux usées (Comité de recherche SCAT). À cette époque, la SCHL avait pour mandat, entre autres, de fournir un financement aux municipalités pour leur permettre de construire des stations d'épuration des eaux usées à grande échelle. De nombreuses petites municipalités possèdent aujourd'hui des installations qui ont été financées aux termes de ce programme. Environnement Canada s'inquiétait des répercussions environnementales de la collecte, du traitement et de l'élimination des eaux usées domestiques et municipales. C'est pourquoi le Comité interministériel de recherche SCAT a vu le jour.

Le comité a retenu les services de Keith Murphy, professeur à l'université McMaster, pour rédiger un rapport de synthèse sur les besoins en recherche dans le domaine, y compris ceux en gestion des eaux pluviales, un concept relativement nouveau à l'époque. Le comité publie alors un appel de propositions pour recevoir des projets de recherche sur le sujet. Un total de 13 propositions innovatrices sont retenues et mises en œuvre par le Comité de recherche SCAT. Le présent *Point en recherche* résume chacune de ces études.

ÉVALUATION D'OUVRAGES DE RETENUE DES EAUX PLUVIALES À WINNIPEG

Consultant : *Waterworks, Waste and Disposal Division, City of Winnipeg*

Rapport : *SCAT-1, avril 1980*

Les ouvrages de retenue des eaux pluviales ou bassins d'orages sur place (lacs artificiels) sont proposés comme solution de rechange aux réseaux d'égouts pluviaux. Bien que le concept ait été employé aux É.-U. depuis un certain temps, la gestion des eaux pluviales au moyen de bassins était relativement nouvelle, et peu de données pouvant s'appliquer au climat canadien avaient été documentées.

Deux ouvrages de retenue des eaux pluviales à Winnipeg ont été comparés avec des installations classiques à circuit fermé : le réseau Southdale, composé de huit bassins desservant une zone de drainage de 225 ha (556 acre) et celui de Fort Richmond, doté de deux bassins desservant une zone de 92 ha (227 acre). Aux fins d'évaluation des bassins, on a mesuré le taux d'élimination des polluants des eaux pluviales au moyen de mesures quantitatives de l'efficacité du traitement, de la qualité de l'eau et de l'accumulation de sédiments. La valeur pittoresque et récréative des berges et des espaces verts situés dans les limites de l'aire desservie a été évaluée qualitativement.

Une comparaison des teneurs en polluants organiques et inorganiques dans les échantillons d'influent et d'effluent a montré que l'installation éliminait d'importantes quantités de polluants des eaux pluviales urbaines, particulièrement les solides en suspension, le plomb, l'azote et le phosphore. Des niveaux de coliformes périodiquement élevés limitaient l'utilisation de l'eau à des activités comme la navigation de plaisance et la pêche, bien que les teneurs moyennes se situaient dans des limites acceptables pour la baignade. Les poissons et autres organismes trouvés dans les bassins consistaient habituellement en espèces capables de survivre dans un milieu pollué, allant de modéré à élevé, ce qui indique que le lit des bassins est pollué. Une algue bleu-vert, indicatrice de pollution dans les eaux riches, était présente dans les bassins durant l'été.

On a mesuré l'accumulation des sédiments au fond d'un lac représentatif et celle-ci a été jugée raisonnable compte tenu des besoins d'entretien prévus à long terme, même si l'apport en sédiments varie considérablement en fonction de l'utilisation du sol et, surtout, des activités de construction. L'accumulation de polluants dans les sédiments pose un problème si l'on veut autoriser la baignade dans les lacs ou si les sédiments sont remués périodiquement.

À la suite de l'évaluation des deux ouvrages de retenue existants, on a abordé les considérations générales en matière de conception et les facteurs opérationnels dans le contexte d'une stratégie de drainage globale et de la planification d'aires desservies plus grandes. Le réseau en cascades (c.-à-d. plusieurs bassins reliés) comportait tant des avantages économiques que techniques, de même que des avantages récréatifs (ceinture de verdure continue). La valeur panoramique des bassins comme lacs artificiels, ainsi que leur potentiel récréatif pour la navigation de plaisance, la pêche, etc. contribuaient à rehausser la valeur des terrains.

Les coûts d'immobilisations de 10 ouvrages de retenue dans la région de Winnipeg se comparent favorablement aux coûts estimatifs de construction de réseaux de conduites fermées. Les bassins sont particulièrement économiques là où la distance pour atteindre un cours d'eau récepteur rend l'utilisation d'un

réseau de conduites beaucoup trop coûteux, et où la construction d'un vaste réseau d'égout causerait des perturbations dans un secteur déjà bâti. De plus, les bassins pourraient souvent être employés dans des zones à faible drainage où les cours d'eau récepteurs qui ont un trop faible débit ne peuvent recevoir l'effluent de systèmes d'égouts pluviaux sous conduites.

Les chercheurs ont également tenu compte des frais d'entretien, dont le contrôle de la qualité de l'eau, la gestion des mauvaises herbes et des algues, l'enlèvement des ordures, l'entretien des berges et des aires gazonnées ainsi que la ré-alimentation en eau des bassins en période de sécheresse, le cas échéant. Tous ces frais contrastent avec les coûts d'entretien minimes des réseaux sous conduites. L'étude mentionne que l'enlèvement de sédiments, l'élimination de matières potentiellement toxiques et le contrôle de l'érosion doivent aussi être pris en compte dans les coûts d'entretien à long terme. L'étude conclut que les bassins constituent souvent l'option de drainage des terres la plus économique et que leurs avantages additionnels valent bien leur coût d'entretien élevé.

ÉTUDES PILOTE DU TRAITEMENT DES EAUX USÉES À L'AIDE DE LA TECHNIQUE DES BIODISQUES

Consultant : International Environmental Consultants Inc.

Rapport : SCAT-2, juillet 1980

Au cours d'un programme pilote de 12 mois mené à Burlington (Ontario), on a étudié la performance de la technique des biodisques pour le traitement des eaux usées municipales. Les biodisques sont composés d'une série de disques à espacement serré ancrés sur un arbre horizontal soutenu au-dessus de la surface des eaux usées dans un réservoir semi-circulaire ou rectangulaire. L'arbre tourne sur lui-même, ce qui expose les matières biologiques en croissance tour à tour aux eaux usées et à l'air.

Deux petites installations à quatre stades comportant des disques de diamètres différents ont été mis à l'épreuve. On n'a pas pris en considération les aspects mécaniques des biodisques,

bien que l'on ait prévu deux tailles de biodisques afin d'évaluer les contraintes relatives à la mise à l'échelle. Les deux biodisques employés comportaient des arbres dont le diamètre était inférieur à ceux de biodisques traditionnels.

Lors d'essais en état stationnaire de différentes charges organiques, les biodisques étaient moins efficaces à des charges élevées, à cause de la faible efficacité du processus de séparation des solides. Les chercheurs ont par conséquent recommandé que les installations de traitement par la technique des biodisques comprennent un stade de clarification primaire. Même si le système pouvait recevoir des charges organiques plus élevées que celles permises par le ministère de l'Environnement de l'Ontario dans ses directives visant les biodisques, les charges que le système pouvait traiter étaient considérablement plus basses que celles calculées à l'aide des manuels de conception des manufacturiers.

On a trouvé que les charges organiques variables influent sur la performance des biodisques, comme dans le cas des variations diurnes prévues des débits et des teneurs en polluants. Des écarts considérables dans la qualité de l'effluent ont été observés dans les 30 minutes suivant une modification de l'état de l'influent, même si le système recouvrait son fonctionnement à l'état stationnaire dans les heures qui suivaient et que les surcharges n'influaient pas négativement sur la biomasse active. La faible capacité des biodisques à absorber ou à équilibrer des surcharges variables s'explique par leur faible temps de rétention hydraulique (trois heures ou moins) comparativement à celui des procédés de traitement par les boues activées ou, théoriquement, à celui des stations compactes de biodisques. On suggère de pallier ce manque à gagner en agrandissant de 25 % l'aire de traitement lors de la conception de systèmes sujets à des variations diurnes.

La tolérance des biodisques aux débits intermittents a aussi été examinée. On a trouvé que les biodisques n'étaient efficaces que si l'on maintenait un débit minimal d'équilibrage de 10 % de la surcharge moyenne, durant les périodes où le débit est nul. On estimait qu'un débit nul était à éviter puisqu'il encourage la desquamation de la biomasse des biodisques et augmente le risque de gel en hiver.

Le potentiel d'élimination du phosphore des eaux usées par la technique des biodisques a aussi été étudié : pratiquement tout le phosphore filtrable a été éliminé par l'addition d'alun ou de chlorure ferrique à l'entrée du réservoir à biodisques.

On estime que la technique de traitement par biodisques convient aux petites municipalités ainsi qu'aux stations compactes puisqu'il s'agit d'un procédé simple qui demande peu de supervision, qui est peu touché par de grandes variations de débits et qui est plus économique pour les installations à petite échelle que d'autres genres de traitements biologiques.

DÉMONSTRATION DE TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT DES EAUX PLUVIALES À ST. THOMAS

Consultant : James F. McLaren Limited

Rapport : SCAT-3, novembre 1980

Le réseau d'égout de la ville de St. Thomas (Ontario) consistait en une combinaison d'égouts sanitaires, d'égouts pluviaux et d'égouts pourvus d'interconnexions et de dispositifs de trop-plein. Les options de rechange en matière de gestion des eaux pluviales étaient limitées par la faible capacité de stockage du réseau de conduites existantes, de même que par l'incapacité, tant du réseau sanitaire que combiné, à recevoir les eaux pluviales. Par temps pluvieux, il se produisait donc des débordements d'égout, des déviations d'eaux usées non traitées et des inondations de sous-sol. Par temps sec, les faibles débits polluaient le ruisseau Kettle, le cours d'eau récepteur. L'étude avait donc pour objectif de déterminer des solutions de rechange efficaces de gestion des eaux pluviales et d'en faire la démonstration au moyen de techniques d'analyses informatisées et de simulation pour les comparer aux méthodes traditionnelles.

Deux logiciels de modélisation ont été mis à l'essai. En se fondant sur les débits mesurés sur le ruisseau Kettle pendant une année, on a calculé les charges de polluants (selon la demande caractérisée par la demande biochimique d'oxygène ou DBO) provenant de St. Thomas à l'aide du logiciel STORM, un modèle de simulation employé pour l'analyse à long terme de la fréquence et de l'accumulation de surcharges de polluants. Les chercheurs ont utilisé le modèle de gestion des

eaux pluviales (SWMM - StormWater Management Model) de l'agence de protection de l'environnement des É.-U. pour prédire les débordements importants et pour étudier les questions liées au drainage. Le SWMM, un modèle à perturbation isolée, est capable de simuler le drainage par ruissellement, le drainage libre et l'évacuation par le réseau d'égout, ainsi que la réponse des eaux réceptrices en fonction des différentes solutions de rechange au chapitre de la gestion des eaux pluviales et des surcharges de polluants. L'étude de cas présente une méthode générale d'application de ces modèles à des situations complexes de gestion des eaux pluviales.

Différentes solutions de rechange ont été envisagées pour résoudre les problèmes de pollution et de refoulement, y compris des approches structurales et d'entretien pour le contrôle de la pollution des eaux pluviales à la source et lors de leur collecte, de même que des options de stockage et de traitement. Les solutions les plus prometteuses ont été soumises à une simulation informatique ainsi qu'à une analyse plus poussée. Il en a résulté pour la ville un programme efficace de gestion des eaux pluviales en trois étapes (par ordre de priorité) :

1. Accroître l'efficacité (utilisation de balayuses à aspiration spéciales) et la fréquence du balayage des rues afin de réduire de 25 % la surcharge en DOB par temps pluvieux de l'effluent qui se déverse dans le ruisseau Kettle.
2. Construire une conduite pour l'effluent jusqu'au lac Érié afin d'éliminer la surcharge d'effluent par temps sec qui se déverserait dans le ruisseau Kettle et ainsi réduire la charge en DBO de 44 %.
3. Séparer les égouts sanitaires-pluviaux combinés et construire un nouveau réseau d'égouts pluviaux pour éliminer les débordements d'égouts combinés, les inondations de sous-sols et pour diminuer les surcharges dues à la DBO par une marge additionnelle de 25 %.

Ces résultats confirment les recommandations d'une étude antérieure réalisée à l'aide de calculs manuels. Les débits de pointe prédits par le logiciel étaient inférieurs à ceux de l'étude antérieure, mais pas suffisamment pour réduire la taille ou le coût des nouvelles installations d'égouts requises. L'étude recommande que d'autres méthodes de gestion des eaux

pluviales, comme la mise en place de dispositifs d'admission d'eau et le stockage sur le terrain, soient intégrées à tout nouvel aménagement ou réaménagement à St. Thomas afin d'abaisser le coût des systèmes d'évacuation des eaux de la municipalité.

EFFET DE L'ÉQUILIBRAGE DES DÉBITS SUR LE RENDEMENT D'UNE STATION D'ÉPURATION DES EAUX USÉES

Consultant : Dearborn Environmental Consulting Services

Rapport : SCAT-4, décembre 1980

La technique d'équilibrage du débit permet de pallier les variations diurnes du débit des eaux usées vers les stations d'épuration, en favorisant un débit plus constant et en permettant aux installations de traitement de fonctionner près de leur capacité optimale. Les flux et les reflux au réservoir d'équilibrage sont réglés en fonction du débit des eaux usées brutes reçues à la station.

On a comparé deux procédés de traitement par boues activées installés en parallèle à la station d'épuration des eaux usées de Stouffville (Ontario) afin d'évaluer l'efficacité et la relative économie de l'équilibrage des débits comme technique d'épuration des eaux usées. Les installations étaient identiques en tout point —clarificateur primaire, aérateur, clarificateur secondaire et chlorateur — sauf que l'une des installations comportait un régime de débits équilibré tandis que l'autre, qui affichait un régime de débits non équilibré, servait de témoin. À l'automne, les deux installations ont été mises en service à des charges hydrauliques quotidiennes semblables, alors qu'au printemps, les charges hydrauliques moyennes de l'installation équilibrée ont été augmentées d'environ 15 % par rapport au système non équilibré afin de mettre à l'essai l'efficacité du procédé d'équilibrage. Les débits ont été mesurés et la qualité de l'effluent a été vérifiée pour évaluer le rendement des installations.

On estime que l'avantage le plus important découlant de l'équilibrage des débits se situe dans la réduction instantanée du débit de pointe sur les clarificateurs, ce qui améliore considérablement la qualité de l'effluent. À régime quotidien équivalent, l'installation équilibrée a produit un effluent secondaire de qualité supérieure de façon régulière, dont les teneurs en DBO et en solides en suspension étaient réduites

d'environ 50 %. Une augmentation de la charge hydraulique quotidienne de 15 % vers l'installation équilibrée n'a pas mené à une détérioration de la qualité de l'effluent secondaire ni à une surcharge critique du clarificateur.

La technique d'équilibrage du débit a également réduit la quantité d'eaux usées de déviation résultant de surcharges d'effluents. Lorsqu'une déviation des eaux usées se produisait, le réservoir d'équilibrage des débits agissait comme clarificateur primaire, fournissant ainsi un minimum de traitement. En moyenne, 50 % des solides en suspension et 10 % de la DBO ont été éliminés, ce qui réduisait d'autant la charge de polluants vers le cours d'eau récepteur. Ni la qualité de l'effluent primaire ni la production de solides n'ont été modifiées de manière importante par l'installation d'équilibrage des débits. L'élimination du phosphore et de la DBO soluble n'a pas été touchée.

Les coûts d'immobilisations du réservoir d'équilibrage, qui représentent 10 % du coût global de la station d'épuration des eaux usées de Stouffville, se comparent avantageusement aux constatations de l'étude qui prouvent qu'un débit additionnel d'au moins 15 % peut être traité dans des conditions de débit équilibré. L'augmentation nette de consommation d'énergie imputable à l'équilibrage des débits ne représente que 2 % du coût d'exploitation total de la station. En général, en ce qui a trait à l'utilité de l'équilibrage des débits, on estime que la méthode comporte les avantages les plus marqués dans le cas de procédés complexes ou de ceux qui ne sont efficaces que sur une étroite gamme de charges hydrauliques ou organiques.

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE D'UN SYSTÈME À AÉRATION PROLONGÉE DANS UNE STATION COMPACTE

Consultant : *Department of Civil Engineering,
Nova Scotia Technical College*

Rapport : *SCAT-5, février 1981*

Les stations compactes à aération prolongée par boues activées permettent de maîtriser la pollution des petites installations qui desservent habituellement moins de 10 000 habitants. Cette solution de gestion des eaux usées est souvent choisie lorsqu'il n'y a pas de station d'épuration des eaux usées et que la pénurie de terrains ou leur coût rend non viables les solutions de

rechange comme les étangs aérés, les étangs de stabilisation et les chenaux d'oxydation.

Vingt stations en Nouvelle-Écosse, conçues pour traiter de 8 à 454 m³ (282 à 16, 033 pi³) d'eaux usées domestiques par jour ont été étudiées. La plupart desservait des écoles, des parcs de maisons mobiles et des lotissements, et à l'occasion un édifice à bureaux et un restaurant. Chacune des stations comportait un réservoir d'aération, un réservoir de sédimentation, de même qu'un bassin de traitement au chlore. Les chercheurs ont évalué la performance des stations à l'aide de lectures des débits et de la qualité de l'effluent. Les facteurs d'exploitation pouvant influencer sur la performance ont été évalués au moyen d'entrevues avec les propriétaires des stations, les fournisseurs, les fabricants et les préposés.

La performance des stations situées en Nouvelle-Écosse a été comparée aux résultats d'une étude menée par la National Sanitation Foundation (NSF) à Ann Arbor au Michigan. Cette étude visait les stations compactes fabriquées par un même fournisseur, et soumises à un régime de débits semblables. L'étude américaine n'a montré que le potentiel de la méthode, puisqu'elle a été menée dans des conditions presque idéales où on faisait fonctionner la station suivant les instructions du fabricant et où on faisait varier artificiellement le débit afin de simuler différents régimes.

La performance des stations d'épuration de la Nouvelle-Écosse s'est révélée déficiente à bien des égards. Seulement 11 stations affichaient des teneurs moyennes en DBO (demande biochimique en oxygène sur cinq jours) inférieures à 30 mg/L, et seulement quatre ont affiché des solides en suspension (SS) dont la teneur était inférieure à 30 mg/L, le seuil établi par la directive provinciale « 30-30 » sur la qualité des effluents. Aucune des 20 stations examinées n'a produit un effluent dont les teneurs en DBO₅ et en solides en suspension étaient égales ou inférieure à celles obtenues à Ann Arbor.

On a découvert que des problèmes liés à l'exploitation, aux procédés et à l'équipement étaient à la base de la mauvaise performance des installations. Les carences d'exploitation étaient surtout occasionnées par une formation déficiente des préposés et un manque d'entretien des installations. Les problèmes de procédés étaient le plus souvent dus à un faible

pH et à des solides en suspension dans la liqueur mixte, de même qu'à des fluctuations de charges hydrauliques. Les difficultés engendrées par l'équipement étaient diverses, dont le colmatage du système de recirculation des boues, la défaillance du broyeur, le colmatage des diffuseurs, la formation de glace dans le clarificateur en hiver, le gel et l'encrassement de la conduite d'alimentation de chlore et les pannes du compresseur.

L'étude recommandait la mise en place d'un programme de certification à l'intention des préposés, d'une stratégie de contrôle des installations et d'inspections périodiques des stations afin de pallier les déficiences d'exploitation. Des recommandations relatives à l'amélioration des procédés et à la conception des équipements ont été adressées aux fabricants. La plupart des déficiences liées aux procédés pouvaient être éliminées par l'installation de systèmes fiables de recirculation des boues, d'équipements d'équilibrage des débits, ainsi que d'installations de traitement et d'élimination des boues. Des études plus poussées ont également été recommandées afin de corriger les problèmes de mécanique et d'exploitation des sept stations les moins performantes.

L'IRRADIATION COMME SOLUTION DE RECHANGE À LA DÉSINFECTION DES EAUX USÉES DANS L'ARCTIQUE CANADIEN

Consultant : IEC International Environmental Consultants Inc.

Rapport : SCAT-6, mai 1981

La faisabilité économique et technique par irradiation gamma comme méthode de désinfection des eaux usées dans les collectivités de l'Arctique canadien a été comparée à la technique d'irradiation UV, à la désinfection au moyen de chaux (pH), de même qu'aux techniques traditionnelles de chloration, de chloration-déchloration et d'ozonation. On a évalué les méthodes de désinfection sur des eaux usées que l'on trouve communément dans les collectivités du Nord : l'effluent d'étangs d'épuration, les eaux usées faibles (hautement diluées), de même que les eaux usées provenant de cuves de rétention et de seaux hygiéniques.

On estime que l'irradiation gamma est fiable et qu'elle est sans danger pour l'environnement, car on n'a trouvé aucune preuve d'augmentation des mutations ou de production de sous-produits radioactifs. Toutefois, à la suite de la comparaison des méthodes de désinfection, l'irradiation gamma s'est avérée la méthode la plus efficace seulement pour les eaux usées concentrées provenant de cuves de rétention. Le procédé est jugé convenable pour les cas où seule la désinfection est requise, c.-à-d. là où les eaux réceptrices fournissent une dilution suffisante, comme l'océan. Si l'on souhaite obtenir une réduction de la DBO et des solides en suspension, en plus de la désinfection, le traitement à la chaux est recommandé. On recommande donc d'évaluer une installation pilote de traitement à la chaux jumelée à l'irradiation gamma pour la désinfection des eaux usées des cuves de rétention.

En ce qui a trait aux déchets des seaux hygiéniques, la chaux déversée directement dans les fosses d'élimination s'est avérée la méthode de désinfection la plus économique et la seule qui soit pratique. On a constaté que les coûts d'irradiation, de chloration ou de pompage de la chaux étaient beaucoup trop élevés pour les petites collectivités dans lesquelles on utilise habituellement les seaux hygiéniques. La chloration-déchloration constitue la méthode la plus efficace et la moins nuisible pour l'environnement pour désinfecter l'effluent des étangs d'épuration et des eaux usées diluées.

En comparant le coût annuel global de désinfection entre les régions de Baffin (à l'est) et d'Inuvik (à l'ouest), on a établi que les coûts étaient relativement indépendants de l'emplacement en raison de la nature modulaire des composants. Les différences de coût ont pu être liées à l'indice des coûts des collectivités du Nord et on en a conclu que les coûts de désinfection pouvaient être pondérés pour différentes localités à l'aide de l'indice des coûts des collectivités du Nord. Une comparaison des coûts annuels globaux de désinfection des effluents provenant d'étangs d'épuration avec des installations similaires dans les régions plus au sud du Canada révèle que les coûts seraient environ deux fois plus élevés dans l'Arctique.

ÉVALUATION DU RÉGULATEUR DE DÉBIT « HYDRO-BRAKE »

Consultant : Gore & Storrie Limited Consulting Engineers

Rapport : SCAT-7, mai 1981

L'Hydro-Brake est un régulateur de débit conçu pour réguler le débit de sortie des eaux pluviales des bassins collecteurs vers le réseau récepteur. Ce dispositif est censé régler les problèmes d'inondations, d'érosion du sol et de contamination des eaux réceptrices qui souvent se produisent avec les systèmes de drainage traditionnels à conduites qui assurent la gestion des eaux pluviales urbaines. L'Hydro-Brake régule le débit à travers un orifice de sortie au moyen d'une chambre circulaire placée en amont de l'orifice. La circulation radiale ou la vitesse angulaire de l'eau change en fonction du volume d'eau qui entre dans la chambre, ce qui modifie inversement le coefficient de débit à travers l'orifice. C'est pourquoi le débit passant par l'orifice demeure relativement constant dans une vaste gamme de débits entrants. Le sac-filtre en polypropylène fixé au dispositif est conçu pour filtrer et recueillir les particules solides dès leur entrée.

On a installé trois modèles d'Hydro-Brake puis, pendant un an, on a surveillé les débits et la rétention de particules solides dans un parc industriel situé dans le canton de Nepean en Ontario. La performance de l'Hydro-Brake a aussi été modélisée mathématiquement en fonction d'une crue de cinq ans à l'aide du Storm Water Management Model (SWMM) de l'agence de protection de l'environnement des É.-U.

Les essais sur le terrain ont montré que le dispositif pouvait vraiment réduire les débits de pointe entrant dans un réseau d'égout pluvial. La taille du dispositif Hydro-Brake par rapport au volume de stockage fourni influait sur la capacité du régulateur à amenuiser les débits de pointe. Les sacs-filtres en polypropylène à ouvertures de maille variées se colmataient fréquemment et étaient peu efficaces pour retirer les particules solides du débit d'eau. Cependant, une grande quantité de solides était retirée des eaux pluviales à la suite d'un processus de sédimentation naturelle qui les déposait au fond de la chambre de stockage du bassin collecteur. Les chercheurs ont conclu que le régulateur pouvait être utile pour gérer sur place la rétention des solides en suspension, même si on devait assurer un nettoyage

périodique des bassins collecteurs et prévoir des sacs-filtres plus efficaces afin de prévenir les problèmes d'odeurs septiques.

Aux fins d'évaluation de sa capacité de stockage, on a comparé l'Hydro-Brake, au moyen d'une analyse simulée, à une installation traditionnelle desservant une zone typique dans un lotissement de maisons. Dans cette analyse, on a modélisé l'Hydro-Brake en y incorporant le volume de stockage recommandé et une quantité d'eau équivalente à la crue de cinq ans. L'analyse a montré que le dispositif Hydro-Brake, doté du volume de stockage recommandé, réduirait les débits de pointe considérablement (d'environ 60 %) et que les volumes recommandés étaient appropriés. Une analyse détaillée du calcul du volume de stockage, effectuée à l'aide de données statistiques exhaustives des précipitations, serait nécessaire dans le cas de grands bassins hydrographiques ou de ceux où le risque d'inondations est plus élevé.

Une analyse comparative des coûts entre l'installation de régulation Hydro-Brake et un réseau d'égout pluvial traditionnel appliquée à un nouveau lotissement produit environ les mêmes coûts d'immobilisation. La taille des conduites et les frais connexes sont beaucoup moindres avec le concept de l'Hydro-Brake, mais les volumes de stockage requis contrebalancent ces économies. Toutefois, une forme quelconque de stockage central pourrait s'avérer plus efficace, particulièrement pour de grands bassins de drainage. En outre, les avantages découlant des systèmes à régulation de débit comprennent une réduction considérable des débits de pointe vers les égouts en aval et les eaux réceptrices, de même que certains avantages connexes comme la diminution des inondations et de l'érosion.

ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES AU MOYEN D'OUVRAGES DE RETENUE : ÉTUDE PILOTE DE BARRHAVEN

Consultant : Works Department, Pollution Control Division,
Regional Municipality of Ottawa-Carleton

Rapport : SCAT-8, juillet 1981

À Ottawa-Carleton (Ontario), on a mené une étude pendant deux ans sur l'assainissement des eaux pluviales aux ouvrages de retenue. L'aire de drainage pour l'étude pilote comptait

866 ha (2,140 acre) de terres agricoles et de banlieues résidentielles partiellement en construction qui se déchargeait dans la rivière Rideau. Le niveau des polluants bactériologiques dans les eaux de ruissellement l'été était particulièrement inquiétant parce que la décharge se situait en amont d'une importante aire de baignade.

L'ouvrage a été exploité comme bassin plein avec débordement continu pendant le premier été et, l'été suivant, comme étang d'épuration discontinu, vidangé entre les crues. Le fonctionnement discontinu, au cours duquel les eaux de ruissellement sont traitées en remplissant l'étang puis en vidangeant l'effluent traité, a été jugé plus efficace car il retenait les eaux plus longtemps sous tous les régimes de débits et permettait une décharge contrôlée de l'effluent traité. En ce qui a trait au mode de fonctionnement en continu, le temps de séjour des polluants était fixé par le débit des eaux de ruissellement, ce qui produisait un effluent dont les teneurs en polluants étaient moins uniformes. Grâce à la période de séjour de plus de 12 heures, la précipitation par gravité des polluants au fond du bassin de retenue a considérablement réduit la charge de polluants, même durant les périodes de fortes pluies, et même lorsque le volume des eaux de ruissellement excédait le volume des ouvrages de retenue.

L'étude recommandait que l'on construise une retenue permanente de 40 000 à 47 000 m³ (1.4 à 1.6 million pi³) pour le bassin hydrologique à l'étude. Ce système de traitement, fonctionnant en discontinu, retiendrait 90 % des eaux de ruissellement prévues et réduirait énormément la charge de polluants déversés dans la rivière Rideau. Pour régler l'installation sur les conditions de précipitations locales, pendant lesquelles environ 50 % des 30 événements de ruissellement, à partir du printemps jusqu'à l'automne, se produisent dans un délai de quatre jours l'un de l'autre, tandis que pour les 20 % supplémentaires, le délai était de six jours, il fallait que le cycle d'assainissement, à compter du remplissage jusqu'à la vidange, ne dure pas plus de quatre jours. L'étude a également établi une série de critères additionnels pour la conception des systèmes à grande échelle ou permanents : prévoir un minimum de 12 heures pour la décantation des eaux de ruissellement, vidanger l'effluent traité par des conduites afin de prévenir la recontamination et prévoir un étang peu profond dans le réseau (de 0,3 à 0,5 m [1 à 1.6 pi]

de profondeur) afin de prévenir la chasse des dépôts de polluants par écoulement par temps sec. On recommande aussi de prévoir des postes permanents d'échantillonnage et de mesurage des débits, ainsi qu'un contrôle périodique de l'intensité et de la durée des précipitations locales.

Afin de ne pas excéder la capacité du cours d'eau récepteur, on note que le traitement des eaux de ruissellement doit être abordé sur une base hydrologique, de façon à coordonner le ruissellement provenant de plusieurs secteurs. Voici les domaines requérant des recherches plus approfondies : performance de l'installation sous hautes charges hydrauliques (plus grandes que la crue de cinq ans), modification des charges en polluants suivant le rythme de conversion des terres agricoles en aménagements résidentiels, les répercussions de l'effluent sur la qualité des eaux réceptrices, de même que les débits et les charges de polluants dans les terres adjacentes.

CLARIFICATION PRIMAIRE ET SECONDAIRE PAR FLOTTATION À L'AIR DISSOUS

*Consultant : Department of Civil Engineering,
University of Toronto*

Rapport : SCAT-9, août 1981

La séparation des phases liquides et solides constitue une étape importante de toute opération de traitement de l'eau ou d'assainissement des eaux usées. La méthode traditionnelle de sédimentation par gravité est la plus employée; cependant, la flottation, à l'opposé de la sédimentation, qui est induite par la création de bulles d'air peu aussi être utilisée pour la clarification. L'étude dont il est question ici a porté sur l'efficacité de la technique de flottation à l'air dissous (FAD) comme solution de rechange à la sédimentation pour clarifier les eaux usées. Des unités de flottation à air dissous pilotes et d'autres à l'échelle du laboratoire ont été utilisées pour clarifier des eaux usées provenant de trois différents stades de traitement — des eaux usées brutes, une liqueur mixte issue d'un traitement à aération prolongée (rétention de 24 heures), ainsi que des boues activées (rétention de quatre heures). Dans tous les cas, les eaux usées provenaient de sources domestiques recueillies de la station d'épuration Burlington Skyway.

Les essais de flottation à l'échelle du laboratoire ont été très utiles pour prévoir la performance de la FAD à grande échelle. Bien que l'efficacité de la FAD se soit avérée comparable à la sédimentation pour les trois différents stades de traitement, les chercheurs ont éprouvé des problèmes d'exploitation à l'égard des essais à l'échelle du laboratoire : le système de dissolution de l'air était fortement sujet au colmatage et le dispositif de contrôle de niveau du réservoir sous pression tombait en panne lorsque la qualité de l'effluent se détériorait. Ce problème était le plus aigu lors de la clarification de la liqueur mixte tirée de l'aération prolongée et des boues activées classiques, à cause de leur état floculent. Les eaux usées brutes, au contraire, n'ont pas présenté de problème, quelle que soit la qualité de l'effluent.

La capacité hydraulique de la technique de flottation a considérablement excédé celle de la technique de sédimentation : jusqu'à quatre et six fois dans le cas de la liqueur mixte, six fois pour les boues activées et huit fois pour les eaux usées brutes. Toutefois, des comparaisons de coûts effectuées pour trois tailles de stations municipales montrent que la FAD ne peut concurrencer avec la technique de sédimentation. Les coûts d'immobilisations pour la clarification par FAD de stations classiques de boues activées ou d'aération prolongée seraient de deux à trois fois plus élevés que ceux de la sédimentation, tandis que les frais d'exploitation seraient de 18 à 20 fois plus importants. En ce qui a trait au traitement par FAD d'eaux usées brutes, tant les coûts d'immobilisations que d'exploitation seraient de trois à cinq fois plus élevés que la sédimentation. C'est pourquoi on ne saurait recommander la FAD comme solution de rechange à la sédimentation, sauf si l'espace est limité, si le coût des terrains est élevé ou si les boues sont du type qui résistent à la sédimentation par gravité, comme celles comportant une teneur élevée en hydrates de carbone.

ÉVALUATION DU PROCÉDÉ DE NITRIFICATION-DÉNITRIFICATION BIOLOGIQUE À PENTICTON (C.-B.)

Consultant : International Environmental Consultants Ltd.

Rapport : SCAT-10, novembre 1981

La station d'épuration des eaux usées de Penticton déverse son effluent dans des eaux réceptrices de la vallée de l'Okanagan qui

sont sensibles à l'azote et au phosphore et qui ont une valeur récréative importante. L'élimination de 80 % du phosphore se faisait déjà par précipitation chimique. L'étude a comparé différents procédés de conversion biologique de l'azote (nitrification) et d'élimination (dénitrification) qui s'étaient avérés efficaces à l'extérieur du pays, mais qui n'avaient pas été mis à l'essai aux basses températures habituelles des hivers au Canada. Deux procédés de nitrification-dénitrification des boues, un procédé de post-nitrification des boues et un procédé de pré-dénitrification ont été étudiés du point de vue de leur coût-efficacité au chapitre des objectifs de traitement de l'effluent produit au cours d'une année.

Le procédé de pré-dénitrification des boues s'est révélé le plus efficace du groupe pour les besoins de Penticton. Le coût estimatif de l'installation de pré-dénitrification pour l'élimination du carbone et de l'azote était de 25 % supérieur à celui du traitement par boues activées (élimination du carbone seulement) et de 10 % supérieur à la nitrification biologique. On estimait que les deux procédés de nitrification-dénitrification et le procédé de post-dénitrification seraient plus coûteux de 20 % et de 6 %, respectivement, que la pré-dénitrification. Des solutions de rechange pour l'élimination de l'azote, comme l'épandage de boues sur le sol, le stripage de l'ammoniaque et le procédé d'échanges d'ions, seraient beaucoup plus coûteuses que les procédés biologiques étudiés.

Le procédé de pré-dénitrification proposé est fondé sur un temps de séjour des solides de 20 jours dans le cas du bassin de nitrification et de 10 jours pour le bassin de dénitrification à une température ambiante minimale de 8°C (46°F). Compte tenu du débit moyen annuel des eaux usées, le temps de séjour hydraulique dans les deux bassins a été de 12,1 et de 5,9 heures respectivement. Il aurait fallu prévoir du méthanol dans le bassin de dénitrification pour suppléer au carbone présent dans les eaux usées, et chauler le bassin de nitrification pour maintenir le pH entre six et sept.

L'étude recommande que l'on réalise des essais plus poussés dans une installation de démonstration à grande échelle, ce qui pourrait se faire en modifiant les bassins d'aération existants à Penticton.

ÉVALUATION PILOTE DU PROCESSUS BIOLOGIQUE SUR LIT FLUIDISÉ POUR LES STATIONS D'ÉPURATION MUNICIPALES

Consultant : Dearborn Environmental Consulting Services

Rapport : SCAT-11, décembre 1981

Le processus biologique oxygénique sur lit fluidisé est une modification de d'autres systèmes de traitement de l'eau effectués par biomasse en suspension, tels que les réacteurs à lit fixe et les biodisques, qui servent à l'oxydation du carbone et à la nitrification des eaux usées municipales. Le concept de base implique le passage de bas en haut des eaux usées dans un lit composé de matières granulaires, comme le sable, à une vitesse suffisante pour étendre le lit au-delà du point auquel la résistance de frottement est égale à la force descendante nette créée par la gravité. La vitesse d'ascension produit un mouvement fluidisé. Des micro-organismes forment un film qui se fixe à la surface du lit fluidisé. Des recherches antérieures faisaient ressortir les avantages de ce processus, tels que une plus forte concentration de la biomasse, un taux de transfert de la masse supérieur, des baisses de pression inférieures, peu de problèmes de colmatage, un moins grand besoin d'espace et la possibilité d'éliminer la clarification secondaire.

Des essais pilotes ont été menés au Wastewater Technology Centre de Burlington, en Ontario. On a découvert que la capacité du processus de retenir les particules en suspension limitait la charge organique possible. Bien que le processus pouvait produire un effluent traité renfermant une DBO₅ filtrable de 15 mg/L à un débit de charge d'un ordre de grandeur de plus que les installations traditionnelles à biomasse en suspension, il fallait, pour obtenir une concentration inférieure, faire fonctionner l'installation à des charges volumétriques s'apparentant aux installations traditionnelles. L'apport de substances chimiques pour faciliter la clarification par gravité s'est avéré une solution de rechange pouvant

permettre d'améliorer le taux de matières en suspension dans l'effluent, alors que la filtration sur lit double était efficace, mais nécessitait beaucoup plus d'espace.

Le lit fluidisé a répondu rapidement aux changements de la concentration et de la charge de l'influent, et les concentrations de carbone organique filtrable dans l'effluent ont moins varié qu'avec les processus par boues activées et biodisques. Cependant, la qualité de l'effluent s'est considérablement détériorée au chapitre de la concentration des matières en suspension dans des conditions de variation diurne de débit et de teneur.

Des études portant sur des stades distincts ont évalué les allégations de nitrification élevée faites lors de recherches antérieures. Les améliorations de plus d'un ordre de grandeur attendues pour le taux d'oxydation volumétrique de l'ammoniac, par rapport à d'autres installations biologiques, ne se sont pas manifestées. D'autres paramètres associés avec la nitrification étaient comparables à ceux donnés pour d'autres processus à biomasse en suspension. Exploiter ce processus selon un rapport carbone-azote élevé (environ 2:1) pourrait compenser des taux de nitrification inférieurs et entraînerait une réduction de volume de réacteur requis pour produire la qualité d'effluent souhaitée.

Même si les limites du processus à lit fluidisé pour l'enlèvement des matières en suspension restreignent son utilisation au traitement secondaire des eaux usées, l'étude permet d'espérer que ce processus puisse trouver des applications dans d'autres secteurs particuliers, par exemple : expansion d'une installation existante de traitement par biomasse en suspension; amélioration d'une installation existante de traitement secondaire destinée à fournir la nitrification par pré-traitement du lit fluidisé en vue de l'élimination du carbone organique ou de la dénitrification biologique; ainsi que le pré-traitement des déchets à haute résistance. On recommande d'effectuer de plus amples recherches ainsi que des essais à grande échelle dans ce domaine.

ÉTUDE PILOTE SUR LA COMMANDE INFORMATISÉE DU PROCESSUS DE BOUES ACTIVÉES

Consultant : *Centre technique des eaux usées,
Service de la protection de l'environnement,
Environnement Canada*

Rapport : *SCAT-12, décembre 1982*

Une étude portant sur une installation pilote a été menée au centre de traitement des eaux usées de la ville de Burlington, en Ontario, afin de déterminer s'il était possible, sur le plan technique et économique, d'utiliser des instruments en ligne ainsi qu'un système automatisé d'acquisition de données dans le but de surveiller en continu les paramètres du processus de traitement des eaux usées avec des boues activées et d'aider l'opérateur des installations à régler ce processus.

Les chercheurs ont mis à contribution des capteurs pour mesurer le débit, l'oxygène dissous, les matières en suspension dans la liqueur mixte, les matières en suspension dans les boues activées de recirculation et usées, la température de même que le pH. Bien que les capteurs aient permis d'obtenir des résultats acceptables en utilisation automatique continue, les recommandations suivantes ont été formulées : des exigences d'étalonnage et d'entretien doivent être établies pour chaque type d'instrument, et un programme d'entretien régulier doit être suivi; des instruments autonettoyants doivent être utilisés chaque fois que c'est possible, sinon il faut procéder en écoulement continu afin de réduire au minimum la formation d'un film biologique sur la surface des capteurs; on essaiera de trouver des moyens d'étalonner les instruments en ligne afin de réduire les travaux d'entretien requis; il faudra aussi chercher à vérifier en ligne l'intégrité du signal pour que l'on soit prévenu de la défaillance prochaine d'un instrument. L'affichage numérique des données de la station tirées des capteurs reliés au processus, en particulier la représentation graphique, s'est avéré efficace.

Les tests menés sur la commande automatique d'oxygène dissous ont révélé que l'air appliqué à l'installation pilote était réduit d'environ 27 % et qu'il était possible de réaliser des économies d'énergie. La commande automatique de l'oxygène dissous a aussi semblé entraîner une meilleure décantabilité des boues par rapport à la commande manuelle, comme en fait foi

l'indice de volume des boues. L'analyse en ligne de l'écoulement et des matières en suspension a mis en lumière une maîtrise efficace des solides bruts des boues activées. On n'a pu attribuer aucune amélioration de la qualité de l'effluent à la commande automatique dans cette étude.

RÉSEAU D'ÉGOUTS SOUS PRESSION DE TEMAGAMI

Consultant : *James F. McLaren Ltd.*

Rapport : *SCAT-13, 1984*

Jusqu'en 1978, la municipalité de Temagami, en Ontario, possédait des installations sanitaires très inappropriées. En 1977-1978, la municipalité a construit un réseau d'égout superficiel à faible pression afin de desservir 140 bâtiments. On a placé à l'extérieur ou à l'intérieur de chaque bâtiment une pompe broyeuse et un bac à eaux usées raccordé à l'égout principal au moyen de canalisations secondaires. Toutes les canalisations secondaires et les égouts collecteurs ont reçu des câbles chauffants pour qu'ils soient protégés du froid. Bien que fondée sur une technologie éprouvée, cette installation était considérée comme un prototype puisqu'elle était employée dans un contexte municipal aux conditions climatiques extrêmes. La performance de l'installation par temps froid et la fiabilité des pompes broyeuses étaient les principales préoccupations durant cette étude.

Pour contrôler la performance de l'installation d'évaluation des eaux usées, on a mis en place de l'équipement devant enregistrer des données sur la consommation d'énergie. On a calculé les frais énergétiques connexes concernant les canalisations dotées de câbles chauffants et chacune des pompes broyeuses. Les cycles des pompes, les températures au sol, l'écoulement de l'effluent, la température ambiante par temps froid, les températures et les pressions subies par l'égout principal ont également été contrôlés.

Les résultats obtenus révèlent que la consommation d'énergie était généralement inférieure à ce qu'on attendait. Le débit quotidien des eaux usées était aussi moins important que prévu. Les pressions mesurées ont confirmé un gradient hydraulique très similaire au gradient de calcul. L'installation s'est bien comportée par temps froid. La température à l'intérieur de l'égout principal est demeurée suffisamment au-dessus du point

de congélation pour offrir une réserve de chaleur suffisante en cas d'urgence, lors d'une panne de courant prolongée, par exemple. Les températures enregistrées au sol autour de l'égout superficiel indiquent que la canalisation isolée perdait très peu de chaleur. Les coûts d'entretien et de fonctionnement ont été jugés raisonnables, puisque le responsable local de l'installation était en mesure d'effectuer les réparations. On a pris des précautions particulières lors de l'installation des composants sensibles, comme les câbles chauffants. Le fonctionnement du système de contrôle s'est avéré essentiel pour maintenir la fiabilité de l'installation et pour anticiper les problèmes potentiels. En outre, l'entretien préventif et la préparation aux cas d'urgence ont été mentionnés comme des facteurs importants à prendre en considération. Ainsi, afin de garantir le bon fonctionnement des pompes broyeuses entreposées, il importe de procéder à leur entretien avant de les mettre en service.

Le programme de contrôle de 30 mois indique que ce type d'installation superficielle à faible coût est très fiable et convenait fort bien aux collectivités situées en terrain bas, rocaillieux, montagneux ou détrempe.

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la *Loi nationale sur l'habitation*, le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets *Le Point en recherche* et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement

700, chemin de Montréal

Ottawa (Ontario)

K1A 0P7

Téléphone : 1-800-668-2642

Télécopieur : 1-800-245-9274

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.