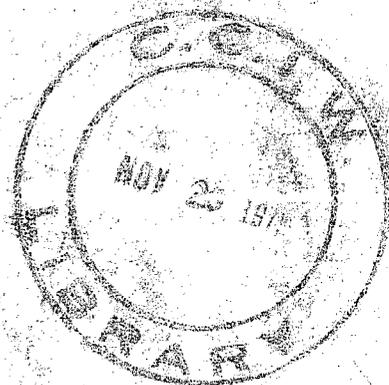


CANADA, IUD
SOCIAL SCIENCE SERIES
3 FRENCH

Donald M. Tate



GB
707
C336
no. 3F

ÉTUDE N° 3, SÉRIE DES SCIENCES SOCIALES

*DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES,
DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX),
OTTAWA, CANADA, 1973.*



Environnement
Canada

Environnement
Canada

Aspects économiques et financiers du traitement des eaux résiduaires dans le bassin de la rivière Yamaska, Québec

Donald M. Tate

ÉTUDE N° 3, SÉRIE DES SCIENCES SOCIALES

*DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES,
DIRECTION DE LA PLANIFICATION ET DE LA GESTION (EAUX),
OTTAWA, CANADA, 1973.*

©
Information Canada
Ottawa, 1974

No de cat. : En 36-507/3F

Contract No. KL 327-3-8060
Thom Press Limited

Table des matières

	Page
RÉSUMÉ	v
INTRODUCTION	1
Structure industrielle	1
Pollution domestique et industrielle des eaux	3
Critères concernant les priorités du traitement des eaux résiduaires	3
ZONES-PROBLÈMES DE LA QUALITÉ DE L'EAU	5
Besoins en traitement des eaux usées et choix possibles	5
COÛTS ET ORDRE DE PRIORITÉ DES TRAITEMENTS DES EAUX USÉES	6
FINANCEMENT DES SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EAUX RÉSIDUAIRES DU BASSIN DE LA RIVIÈRE YAMASKA	11
CONCLUSIONS	14
ANNEXÉ I. PARAMÈTRES DE LA QUALITÉ DES EAUX	17
Oxygène dissous	17
Bactéries coliformes	17
Couleur	19
Turbidité	19
ANNEXE II. ÉQUATIONS DES COÛTS DU TRAITEMENT DES EAUX RÉSIDUAIRES ..	20
ANNEXE III. CALCUL DES INTÉRÊTS	21

Tableaux

1a. Relevé des coûts du traitement des eaux usées et des systèmes d'évacuation pour les principales municipalités	v
1b. Coût des installations régionales de traitement et des canalisations intermunicipales ..	v
2a. Relevé des coûts amortis du traitement des eaux usées et des systèmes d'évacuation pour les principales municipalités	vi
2b. Coût amorti des installations régionales de traitement	vi
3. Évaluation des charges de déchets industriels et municipaux des principales munici- palités du bassin de la rivière Yamaska	4
4. Sommes dépensées en installations d'égouts et de traitement des déchets	7
5. Évaluation des coûts de construction d'installations de traitement des eaux usées pour desservir la population vivant dans les principales municipalités	9

Tableaux

	Page
6. Évaluation des coûts des installations pour l'épuration des effluents industriels dans les principales municipalités	9
7. Évaluation du coût total de construction des installations de traitement des eaux usées dans les principales municipalités	9
8. Évaluation du coût des égouts dans les principales municipalités	10
9. Évaluation du coût total des installations d'égouts et de traitement dans les principales municipalités	10
10. Évaluation des coûts de construction et d'exploitation d'installations combinées de traitement par boue activée des eaux usées de Granby et de Cowansville	10
11. Évaluation des coûts annuels d'exploitation et d'entretien des installations de traitement des eaux usées des principales municipalités	11
12. Évaluation des coûts de construction, d'exploitation et d'entretien des installations de traitement combiné pour l'ensemble des eaux usées de Saint-Hyacinthe et de ses environs	11
13. Coût du financement des systèmes de traitement des déchets domestiques et industriels des principales municipalités	13
14. Coûts annuels, par habitant, du financement des systèmes de traitement des eaux résiduaires domestiques et industrielles des principales municipalités	13
15. Coût du financement des systèmes de traitement des eaux résiduaires domestiques des principales municipalités	14
16. Coût annuel, par habitant, du financement des systèmes de traitement des déchets domestiques des principales municipalités	14
17. Coût du financement des systèmes régionaux de traitement des eaux résiduaires domestiques et industrielles	15
18. Coût annuel, par habitant, du financement des systèmes régionaux de traitement des eaux résiduaires domestiques et industrielles	15

Plan et graphiques

Figure 1. Bassin de la rivière Yamaska	2
Figure 2. Oxygène dissous	18
Figure 3. Bactéries coliformes/100 ml	18

Résumé

La rivière Yamaska se jette dans le fleuve Saint-Laurent, à 40 milles environ au nord-est de Montréal. À partir de son embouchure, le tracé de la rivière Yamaska suit une direction sud-est vers les Cantons de l'Est. Partie importante de la "zone touristique" et de la "zone de production laitière" de Montréal, le bassin de la rivière Yamaska est aussi un centre d'industrie textile et de diverses industries de fabrication légère.

La qualité de l'eau du bassin est généralement mauvaise en raison de l'insuffisance du traitement des eaux résiduaires industrielles et municipales. Ce rapport a pour objet l'étude du problème du traitement des eaux résiduaires du

bassin et tente de décrire l'importance du problème, à la fois sur le plan municipal et sur le plan industriel. À cette étude, s'ajoute une évaluation des coûts des diverses solutions de traitement des eaux résiduaires, laquelle est fondée sur l'hypothèse selon laquelle de nouvelles installations traiteraient à la fois les effluents municipaux et, après un premier traitement sur les lieux mêmes de l'usine, les effluents industriels. Le tableau 1 donne une récapitulation du total des coûts d'investissement, ainsi que des coûts annuels d'exploitation et d'entretien des systèmes de traitement primaire et secondaire, pour les cinq villes du bassin. Le tableau 2 est basé sur les coûts amortis de la construction des installations mentionnées dans le tableau

Tableau 1a. Relevé des coûts du traitement des eaux usées et des systèmes d'évacuation pour les principales municipalités (en milliers de dollars de 1971)

Municipalité	Coût de construction			Total ²		Coût annuel d'exploitation et d'entretien	
	Usines de traitement ¹		Systèmes d'évacuation			Primaire	À boues activées
	Primaire	À boues activées		Primaire	À boues activées		
Granby	1,822	3,291	804	2,626	4,095	97	146
St-Hyacinthe	1,126	2,007	1,775	2,901	3,782	57	93
Cowansville	966	1,718	883	1,849	2,601	48	80
Farnham	529	922	615	1,144	1,537	24	44
Acton Vale	355	613	453	808	1,066	19	35
Total	4,798	8,551	4,530	9,328	13,081	245	398
Coût moyen par habitant (en dollars)	59.91	106.71	56.53	116.45	163.20	3.06	4.97

Tableau 1b. Coût des installations régionales de traitement et des canalisations intermunicipales (en milliers de dollars)

Région de Granby-Cowansville-Farnham		
a) Installation mixte à boues activées à Granby (destinée à desservir Granby et Cowansville)	5,638	194
b) Installation mixte à boues activées à Cowansville (destinée à desservir Granby et Cowansville)	5,690	194
c) Installation mixte à boues activées, près de Farnham (destinée à desservir Granby, Cowansville et Farnham)	6,807	214
Région de St-Hyacinthe	6,187	120

1. Les coûts sont basés sur un traitement mixte des déchets domestiques et industriels. Ce tableau est établi en dollars constants.
2. On a tenu compte des fonds déjà versés (voir tableau 9).

**Tableau 2a. Relevé des coûts amortis du traitement des eaux usées
et des systèmes d'évacuation pour les principales municipalités¹**
(en milliers de dollars de 1971, sauf indication contraire)

Municipalité	Coût total de la construction ²		Coût annuel de construction par habitant (dollars)		Coût annuel d'exploitation et d'entretien	
	Primaire	À boues activées	Primaire	À boues activées	Primaire	À boues activées
Granby	3,786	6,190	5	7	97	146
St-Hyacinthe	4,081	5,524	7	9	57	93
Cowansville	2,629	3,856	9	14	48	80
Farnham	1,603	2,247	10	14	24	44
Acton Vale	1,117	1,539	10	14	19	35

Tableau 2b. Coût amorti des installations régionales de traitement

	Coût total de la construction (amorti)	Coût annuel de la construction (amorti)	Coût annuel d'exploitation et d'entretien
Région de Granby-Cowansville-Farnham			
a) Installation mixte à boues activées, à Granby (destinée à desservir Granby et Cowansville)	8,342	7	194
b) Installation mixte à boues activées, à Cowansville (destinée à desservir Granby et Cowansville)	8,401	7	194
c) Installation mixte à boues activées, près de Farnham, (destinée à desservir Granby, Cowansville et Farnham)	9,961	8	214
Région de St-Hyacinthe	8,770	10	120

1. Les prêts sont amortis à 7½% l'an, sur 25 ans. Les coûts sont basés sur un traitement mixte des déchets domestiques et industriels.
2. Les chiffres des coûts représentent les montants à verser par la municipalité elle-même, et englobent les allocations fédérales octroyées en vertu de la Loi nationale sur l'habitation.

1. Les modalités d'amortissement utilisées pour calculer les coûts figurant au tableau 2 sont expliquées en détail dans ce rapport.

On pense que les systèmes de traitement régionaux, destinés à desservir les régions de Granby, de Cowansville, de Farnham et de Saint-Hyacinthe, constituent des solutions viables qui remplaceraient les différentes installations de traitement des eaux résiduaires de chaque ville. Les coûts de construction et les coûts annuels d'exploitation et

d'entretien des installations régionales destinées à desservir ces deux régions figurent dans la partie inférieure des tableaux 1 et 2. Les coûts de construction des installations régionales englobent une somme, dont l'estimation est peut-être faible, prévue pour le raccordement des conduites des effluents à l'usine de traitement. En conclusion, le rapport mentionne que le coût d'un traitement régional peut être inférieur, pour les deux régions mentionnées, à celui qui est établi pour le traitement effectué par chaque usine municipale séparément.

Aspects économiques et financiers du traitement des eaux résiduaires dans le bassin de la rivière Yamaska, Québec

Étude préliminaire

Donald M. Tate

INTRODUCTION

La rivière Yamaska, affluent du fleuve Saint-Laurent, est située dans les Cantons de l'Est. Le bassin de la rivière Yamaska est à moins de 50 milles de Montréal et, avec les bassins de la rivière Richelieu et de la rivière Saint-François, constitue une partie intégrante de la «zone touristique» de la plus grande ville du Canada. Les principales municipalités du bassin de la rivière Yamaska sont Granby (33,750 habitants), Saint-Hyacinthe (24,277 habitants), Cowansville (11,300 habitants), Farnham (6,419 habitants), et Acton Vale (4,383 habitants).

Le présent rapport donne les coûts du traitement des eaux résiduaires du bassin de la rivière Yamaska, et a pour objet de déterminer les régions les plus appropriées à la réalisation d'investissements en installations de traitement. Ce rapport ne constitue qu'une analyse préliminaire, et s'appuie entièrement sur des données qui ont déjà été publiées. En conséquence, la base des données n'est pas suffisante pour pouvoir tirer des conclusions définitives, surtout en ce qui concerne les sources d'eaux résiduaires et le coût du transport de ces eaux jusqu'aux installations régionales de traitement. Il est évident que l'on aura besoin d'un plus grand nombre d'informations avant d'étudier un système global de traitement pour le bassin. L'objectif consiste ici à fournir un moyen de déterminer des priorités d'investissement pour le traitement des eaux résiduaires.

Le présent rapport a été préparé dans le cadre d'une étude plus vaste concernant la participation du gouvernement fédéral dans la lutte contre la pollution des eaux au Canada. Si l'on a choisi le bassin de Yamaska comme objet d'étude, c'est uniquement parce que l'on disposait d'un nombre de données relativement considérable, fondées sur une base systématique, et comme le bassin est de dimensions relativement petites, on a pensé qu'il offrait la possibilité d'entreprendre l'étude d'un cas concret établissant un rapport entre l'affectation de capitaux d'investissement et la qualité du cours d'eau récepteur.

La première partie du rapport concernera l'identification des principales sources des eaux résiduaires domestiques et industrielles dans le bassin. Les données quantitatives, relatives aux deux types de sources, ne sont

que des estimations basées sur l'utilisation de coefficients généralisés. La deuxième partie a pour objet l'identification des zones caractérisées par une mauvaise qualité de l'eau, et l'établissement d'un rapport entre la qualité de l'eau et les sources des eaux résiduaires identifiées dans la première partie. Les troisième et quatrième parties utilisent comme base les données des deux premières sections pour déterminer les coûts des systèmes de traitement des eaux résiduaires du bassin. Les diverses installations de traitement proposées sont classées par ordre approximatif d'importance, quant à leurs effets sur la qualité du cours d'eau récepteur.

Structure industrielle

Le tableau 3 montre la structure industrielle des principales municipalités du bassin. On estime que ce tableau couvre près de 90% de la totalité des emplois dans les industries polluant les cours d'eau du bassin. Il est évident que l'industrie textile, industrie fort ancienne et solidement implantée dans cette région des Cantons de l'Est, représente le plus gros employeur de la région. De nombreuses usines sont classées comme étant «plus anciennes» sur le plan technique¹. Les usines textiles sont les principaux responsables de la pollution des eaux dans le bassin de la rivière Yamaska. L'industrie laitière occupe également une place importante dans la région, pour deux raisons principales: plusieurs grandes municipalités du bassin créent une demande de produits laitiers, et, d'autre part, la proximité de la région par rapport à Montréal stimule la demande de produits laitiers. Ces laiteries sont la source d'un volume considérable de pollution. Cette dernière est également causée par quelques conserveries d'une importance moyenne et par des usines de conditionnement de la viande qui jouent un rôle important dans la structure industrielle de la région. Le reste de la structure industrielle consiste en diverses industries légères.

Le parcours entre cette région et Montréal s'effectue rapidement en voiture. C'est ainsi que le tourisme constitue une industrie tertiaire importante dans le bassin de la rivière

1. Ministère de l'Intérieur des États-Unis, «Textile Mill Products» F.W.P.C.A. *Cost of Clean Water, Industrial Waste Profile 4*, 1967.

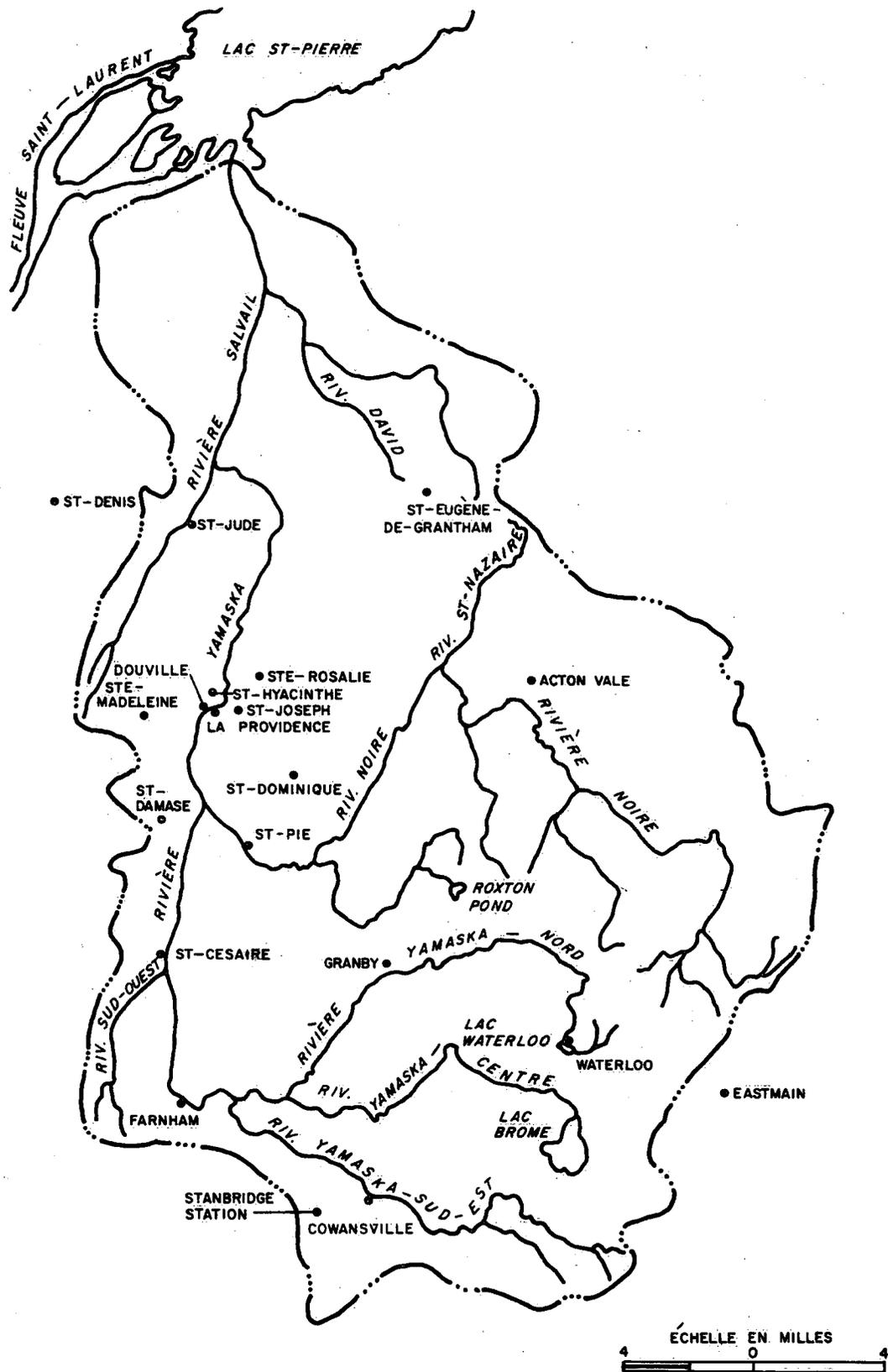


Figure 1. Bassin de la rivière Yamaska

Yamaska. Les deux lacs des branches de tête de la rivière, — le lac Brome et le lac Waterloo —, ont été sujets à un aménagement immobilier de plaisance intensif. Les résidus provenant des zones de ces lacs ont une grande importance dans l'étude de la qualité de l'eau de la région. L'approvisionnement excessif en sels nutritifs provenant des maisons et autres aménagements de plaisance est très difficile à évaluer quantitativement, car le phénomène des sels nutritifs n'a pas été soumis à l'analyse chimique comme l'ont été les autres paramètres qualitatifs, tels que la demande biochimique en oxygène (D.B.O.). Toutefois, il y aura lieu de ne pas négliger le problème des sels nutritifs au cours de l'examen qui va suivre.

Pollution domestique et industrielle des eaux

Le tableau 3 donne des estimations des charges de déchets pour les principales villes² du bassin de la rivière Yamaska. Les chiffres, pour les charges de la D.B.O. provenant des usines textiles, sont basés sur un rapport de la Régie des Eaux du Québec³. Toutes les autres charges de pollution industrielle, évaluées dans le tableau 3, ont été basées sur des coefficients établis à partir de sources secondaires⁴. La méthode des «coefficients» pose naturellement de nombreux problèmes. Le principal problème est le fait qu'un coefficient relatif à une industrie générale ne peut s'appliquer à une usine particulière. Toutefois, compte tenu de la rareté des données actuelles, la méthode des «coefficients» est la seule qui soit applicable. Cette méthode donnera une évaluation en ordre de grandeur des charges des déchets industriels.

Les deux paramètres de la qualité de l'eau, utilisés dans le tableau 3, ont été la D.B.O. et la minéralisation totale. Ces deux paramètres sont utilisables pour toutes les industries mentionnées dans l'étude. Il faut reconnaître que les diverses usines mentionnées dans l'étude peuvent produire un ou plusieurs polluants secrets, tels que le phosphate, le cyanure, l'ammoniaque, le phénol, etc. Ces substances sont plus difficiles à traiter avant leur évacuation, et leur

2. Les charges de pollution domestique ont été évaluées en prenant 0.17 liv. de D.B.O. par habitant par jour, et 0.20 liv. de matières solides par habitant par jour.

3. Régie des eaux du Québec. *L'industrie textile de la province de Québec: Rapport et résultats de l'enquête systématique sur la pollution industrielle de l'industrie primaire des textiles*, J.B. Nobert.

4. Les données sur l'emploi sont extraites de *Scott's Industrial Directory, Province of Quebec, 1969-1970*, Penstock Publications, Montréal, 1970. Les coefficients des charges de déchets ont été établis à partir de plusieurs sources données dans: U.S. Dept. of the Interior, F.W.P.C.A. *The Cost of Clean Water*, vol. 3, # 1 à 10, 1968; et *Maritime Provinces Water Resources Study*, «Industrial Water Demands», Annexe 3, 1969, de l'Office d'expansion économique de la région atlantique.

production varie considérablement suivant les usines, étant fonction des matières premières utilisées, des taux d'exploitation, du rendement de l'usine, etc. Non seulement il est plus difficile de trouver des coefficients pour ces polluants plus rares, mais il est également plus difficile de les appliquer à chaque usine. Pour cette raison, on n'a tenu compte, dans les évaluations qualitatives, que de la D.B.O. et de la production des solides dans les usines. La D.B.O. est représentée de deux façons, en tant que poids réel de D.B.O. produit et évacué par jour, et en tant que population équivalente.

Les estimations figurant dans le tableau 3 indiquent que, dans les principales municipalités, la charge de pollution industrielle est supérieure à la charge provenant de la population municipale. Les populations équivalentes pour l'industrie sont comprises entre 152% pour Cowansville, et 767% pour Saint-Damase. L'accroissement général de la population équivalente, à mesure que la population baisse, est dû surtout à l'importance décroissante de la population de base. L'emplacement de quelques industries textiles relativement importantes dans un certain nombre de municipalités plus petites est un autre facteur qui entraîne l'accroissement du rapport de la population équivalente. On peut mentionner, à ce sujet, l'exemple de la ville d'Acton Vale où une usine textile entraîne une D.B.O. qui est 2.29 fois supérieure à celle causée par la population municipale.

Critères concernant les priorités du traitement des eaux résiduaires

En ce qui concerne la prise des décisions relatives aux exigences portant sur l'amélioration de la qualité de l'eau dans le bassin de la rivière Yamaska, on a choisi un ou deux critères parmi ceux sur lesquels on disposait d'informations (voir annexe 1). Ces critères constituent la base de la discussion qui suit, portant sur les coûts et les priorités du traitement des eaux résiduaires. La plupart des données publiées dans ce domaine sont axées sur les caractéristiques de la D.B.O.-O.D. de la rivière. L'assimilation de la D.B.O. est mieux comprise que les autres paramètres de la qualité de l'eau. Les systèmes de traitement sont évalués le plus souvent en fonction de leur capacité d'assimiler la D.B.O. C'est pourquoi, aux fins de ce rapport, les caractéristiques de la D.B.O.-O.D. de la pollution de la rivière ont servi de référence principale pour les exigences du traitement des eaux résiduaires du bassin. On peut également faire quelques évaluations relativement sûres sur l'élimination des solides par divers procédés de traitement des déchets. Ainsi, on a utilisé le taux des solides de l'évacuation des effluents dans le but de compléter certaines des évaluations basées sur les données de la D.B.O.-O.D. L'autre paramètre important de la qualité de l'eau à utiliser dans la détermination des priorités d'investissement en installations

Tableau 3. Évaluation des charges de déchets* industriels et municipaux des principales municipalités du bassin de la rivière Yamaska

	Population (1970)	Emplois	Débit de l'effluent (Mgj)	Évaluation de la DBO (liv./jour)	Population équivalente (%)	Matières en suspension (liv./jour)	Principaux types d'industries
GRANBY Domestiques Industriels	33,750	2,985	3.375 3.972	5,737 12,330	72,484(215%)	6,750 3,937	Textiles Boissons gazeuses Produits laitiers Divers
SAINT-HYACINTHE Domestiques Industriels	24,277	2,316	2.428 1.581	4,127 6,313	37,134(153%)	4,655 3,235	Textiles, produits laitiers Conserverie de viande Boissons gazeuses Fonderie Divers
COWANSVILLE Domestiques Industriels	11,300	1,434	1.130 2.153	1,091 2,919	17,173(152%)	1,284 94	Textiles Divers
FARNHAM Domestiques Industriels	6,419	516	.642 .853	1,091 4,698	27,640(431%)	1,284 5,178	Textiles Divers
LA PROVIDENCE Domestiques Industriels	5,000	NÉANT	.500 NÉANT	850 NÉANT	NÉANT	1,000 NÉANT	NÉANT
ACTON VALE Domestiques Industriels	4,383	750	.438 .455	745 2,793	16,432(375%)	877 N.D.	Textiles
SAINT-JOSEPH-DE-SAINTE-HYACINTHE Domestiques Industriels	3,910	NÉANT	.391 NÉANT	665 NÉANT	NÉANT	782 NÉANT	NÉANT
DOUVILLE Domestiques Industriels	2,500	NÉANT	.250 NÉANT	425 NÉANT	NÉANT	500 NÉANT	NÉANT
SAINT-PIE Domestiques Industriels	1,472	80	.1472 .1038	250 698.8	4,112(279%)	294 300	Textiles Aliments préparés
SAINT-DAMASE Domestiques Industriels	965	225	.0965 .3898	164 1,258.4	7,401(767%)	193 498	Produits laitiers Aliments préparés

*Les chiffres des déchets industriels ne concernent que les industries sur lesquelles on dispose de données. Ainsi, la charge inscrite sous-évalue peut-être la quantité de déchets industriels pénétrant dans la rivière.

N.D.: On ne dispose pas d'informations sur lesquelles on puisse baser une évaluation.

NÉANT: Les principales industries polluantes ne sont pas situées dans cette municipalité.

de traitement des eaux résiduaires de la rivière Yamaska, est le taux de bactéries coliformes de la rivière. On trouvera, dans l'annexe 1, une description détaillée de plusieurs paramètres de la qualité de l'eau du bassin.

ZONES-PROBLÈMES DE LA QUALITÉ DE L'EAU

D'après les données rassemblées pour le bassin de la rivière Yamaska, dont une partie est exposée dans l'annexe 1, on peut distinguer cinq zones-problèmes de la qualité de l'eau. (Le problème de l'eutrophisation des lacs Waterloo et Brome n'est pas englobé ici, en raison du manque d'informations suffisantes.) La première zone caractérisée par une mauvaise qualité de l'eau est située au sud de la municipalité de Waterloo. Les déchets domestiques plus les déchets provenant d'une petite conserverie entraînent une grave dépression de la courbe de l'O.D. Le principal problème est la conserverie qui ne fonctionne que durant les mois d'été. La lourde charge de déchets résultant de cette exploitation crée un problème de qualité de l'eau auquel s'ajoute la pullulation des algues durant l'été. Le comptage des bactéries coliformes atteint un nombre élevé en été, en aval de Waterloo, mais ce nombre décroît rapidement à proximité de Granby. Toutefois, le comptage des bactéries coliformes est beaucoup trop élevé pour permettre la baignade dans la région.

La seconde des régions où se posent des problèmes se situe plus loin, en aval, sur la rivière Yamaska-Nord en partant de Waterloo (voir figure 1), dans la section de la rivière entre Granby et le confluent avec la branche centrale de la rivière Yamaska. Les effluents, tant de l'industrie que de la population urbaine de Granby, sont les principaux responsables de la mauvaise qualité des eaux, dans cette section de la rivière. Le nombre de bactéries coliformes présentes dans les eaux, pendant l'été, est très élevé dans cette région, et, de ce fait, la rivière est impropre à la baignade.

La troisième des régions où se posent des problèmes de qualité des eaux est située en aval de Cowansville. Les problèmes de qualité des eaux sont, dans cette section de la rivière, analogues à ceux de la Yamaska-Nord, en aval de Granby; à savoir: de basses teneurs en oxygène dissous (O.D.) résultant d'une forte D.B.O. de la population urbaine et des industries de Cowansville, et un nombre élevé de coliformes. On trouve, dans les seconde et troisième régions, les problèmes les plus graves de qualité des eaux de tout le bassin.

La rivière pose des problèmes dans une quatrième région, située entre Farnham et Saint-Césaire, et sur une certaine distance en aval de Saint-Césaire. La baisse de

l'O.D., dans cette section de la rivière, est provoquée par la concentration de l'industrie à Farnham. L'industrie textile compte, pour une large part, dans cette concentration industrielle. La baisse de l'O.D., en aval de Saint-Césaire, est due surtout à l'exploitation de deux conserveries situées dans le village. Ainsi, la diminution de la teneur en oxygène, en aval de Farnham, est aggravée par l'apport des eaux usées de conserverie déversées dans la rivière, à Saint-Césaire. En dehors des trois régions que nous venons de définir, la concentration en O.D., dans cette section de la rivière, ne descend pas au-dessous de 5 ppm, et remonte à environ 8.5 ppm en amont de Saint-Hyacinthe, 18 milles plus bas. Par rapport aux autres régions, le problème de la qualité des eaux n'est pas, ici, aussi grave. Bien que les bactéries coliformes ne posent pas de problèmes aussi importants dans cette région, la baignade n'y est sans doute pas sans risques.

La dernière des régions où se posent de gros problèmes de qualité des eaux est située dans la municipalité de Saint-Hyacinthe. Les teneurs en O.D. y sont élevées, en dépit du fait que Saint-Hyacinthe est un centre d'industries textiles. En aval de la ville, les teneurs en O.D. sont supérieures aux teneurs de saturation (c.-à-d. au-dessus de 10 ppm). Il semble, donc, qu'il y ait un problème d'éléments nutritifs dans cette section de la rivière. L'eutrophisation provoque une croissance active des algues qui, à son tour, entraîne une haute teneur en O.D. des eaux de la rivière. Ces conditions semblent se présenter seulement en été, bien que l'on ne dispose pas de chiffres relatifs aux mois d'hiver pour le confirmer.

Besoins en traitement des eaux usées et choix possibles

Il est, désormais, possible de proposer d'autres programmes de traitement des eaux usées pour les cinq régions où se posent des problèmes de qualité des eaux que nous venons d'énumérer. La plupart des municipalités du bassin ont besoin d'un traitement secondaire, bien qu'il n'y ait qu'un ou deux établissements industriels exigeant plus qu'une épuration primaire.

Dans la région de Waterloo, le besoin le plus important de traitement apparaît à la conserverie située en ville. Pour cette conserverie, on peut choisir entre un certain nombre de méthodes possibles de traitement des eaux usées. Une épuration primaire avec enlèvement des solides en suspension est une solution, mais les effets sur les teneurs en O.D. seront très faibles. La retenue des eaux usées, au cours des mois d'été, et leur évacuation aux périodes de hautes eaux, est une deuxième solution meilleure que la précédente. Ces solutions utilisent la capacité naturelle de la rivière comme système de traitement. Une troisième solution est un système complet de traitement secondaire pour l'usine. Une installation d'épuration primaire est

essentielle pour la ville elle-même, pour éviter que les eaux usées brutes de la ville ne se déversent dans la rivière. Ce traitement primaire favoriserait une diminution importante du nombre de bactéries coliformes en aval de Waterloo. Si l'on ajoutait, à ce premier traitement fait à Waterloo, une élimination des éléments nutritifs en additionnant de chaux les effluents de l'usine de traitement, on pourrait probablement obtenir une baisse importante des teneurs en éléments nutritifs des eaux à la sortie du lac Waterloo.

Les deuxième et troisième régions, respectivement en aval de Granby et de Cowansville, où se posent des problèmes que nous avons évoqués ci-dessus, sont les plus difficiles, en ce qui concerne la qualité des eaux. Une forte concentration industrielle (surtout d'industries textiles) s'ajoutant à des populations urbaines relativement importantes, combinent leur effets pour poser un problème grave de pollution des eaux. L'industrie textile installée à Cowansville est l'un des principaux responsables de cette pollution des eaux. Une usine seule, par exemple, modifie la D.B.O. 2.29 fois plus que l'ensemble de la population de Cowansville. Compte tenu de l'ampleur des problèmes de pollution des eaux dans cette région, il sera, sans doute, indispensable d'adopter une forme ou une autre de traitement secondaire. La retenue des déchets est une technique inapplicable, parce que les charges de déchets industriels sont importantes et les usines produisent de manière régulière pendant toute l'année. Parmi les méthodes de traitement secondaire utilisables, celle qui convient le mieux à cette région est celle des boues activées. La quantité de déchets et certains facteurs de milieu, comme le climat, ne permettent pas d'utiliser le système du lit bactérien, plus simple et moins cher. Il y a plusieurs solutions au problème de la localisation des usines de traitement. Tout d'abord, les villes de Cowansville et de Granby pourraient avoir, toute deux, leur propre installation de traitement secondaire combiné d'eaux résiduaires municipales et industrielles. Une autre solution consisterait à transporter, par une canalisation, les eaux usées municipales et industrielles jusqu'à l'autre ville pour leur faire subir un traitement combiné. Granby et Cowansville sont distantes, l'une de l'autre, de 13 milles; cette solution exigerait, donc, la construction d'une canalisation de 13 milles entre les deux villes. Une troisième solution consisterait à construire une usine de traitement combiné des eaux usées en aval des deux municipalités, sans doute près du confluent de la Yamaska-Sud-Est et de la branche principale de la Yamaska, ou peut-être près de Farnham. La dernière solution, une usine de traitement combiné à Farnham, ou près de cette ville, a l'avantage de pouvoir servir au traitement des charges moyennes d'eaux usées produites à Farnham. À l'heure actuelle, comme nous l'avons indiqué ci-dessus, cette dernière catégorie d'eaux usées est déversée, sans être traitée, dans la rivière Yamaska,

provoquant un abaissement important de la courbe de l'O.D.

L'altération de la qualité de l'eau, à Saint-Césaire, est provoquée surtout par deux conserveries. Les possibilités décrites pour la conserverie de Waterloo pourraient également être valables ici. Comme nous l'avons déjà indiqué, le problème de la qualité des eaux, dans le cours inférieur de la rivière, paraît être posé en raison des conditions eutrophiques. Les teneurs en oxygène dissous sont élevées dans la rivière en aval de Saint-Hyacinthe, malgré la présence de plusieurs usines textiles dans la municipalité. Le problème de la teneur en oxygène de la rivière n'est donc pas aussi grave que dans les autres parties du bassin, même pendant la période des basses eaux d'été. On suppose que la teneur élevée en éléments nutritifs, dans cette section de la rivière, provoque une forte croissance des algues, qui, à leur tour, produisent de l'oxygène. L'oxygène produit dans la rivière est assez abondant pour alléger toutes les surcharges de D.B.O. et, en plus, pour faire monter les teneurs en O.D., dans le cours inférieur de la rivière, à un niveau souvent supérieur à la saturation (c.-à-d. 10 ppm). Ainsi, en ce qui concerne l'implantation d'installations de traitement des eaux usées dans la région de Saint-Hyacinthe, il faut tenir compte d'un ensemble de faits. D'après les renseignements dont nous disposons, il semble nécessaire de procéder à un traitement secondaire. La quantité d'eaux usées produite semble être trop importante pour qu'il suffise d'une simple épuration primaire, bien que l'on puisse construire une installation de ce genre comme première étape d'un projet à plus long terme. Les recherches effectuées en vue de cette étude montrent qu'une installation de traitement secondaire (sans doute par la méthode des boues activées), à Saint-Hyacinthe, pourrait être agrandie pour traiter les eaux usées des municipalités environnantes de Saint-Damase, de Saint-Pie, de Saint-Joseph, de Sainte-Rosalie et de La Providence.

COÛTS ET ORDRE DE PRIORITÉ DES TRAITEMENTS DES EAUX USÉES

On peut évaluer le coût du traitement des eaux usées, pour les municipalités du bassin de la rivière Yamaska, en utilisant des formules tirées de sources secondaires. L'annexe 2 indique les formules de coûts utilisées dans cette étude. De manière générale, ces formules utilisent une technique de régression linéaire, où le coût des divers types de traitement des eaux usées sont des fonctions linéaires des capacités nécessaires des usines de traitement. Les tableaux 4 à 11 montrent les coûts des divers types d'usines de traitement dans le bassin. Ces coûts sont donnés en dollars constants de 1971. Le chapitre suivant traitera des aspects financiers de la construction d'installations de traitement des eaux usées dans le bassin.

L'usine de traitement, elle-même, est un élément de l'installation intégrée de traitement. L'autre élément important est le réseau d'égouts. Il est plus difficile d'évaluer le coût d'un réseau d'égouts pour des municipalités, en raison de la diversité des conditions locales (p. ex. la topographie) qui rend toute généralisation un peu plus délicate, que l'évaluation des coûts d'une usine de traitement. Dans son étude et ses prévisions de dépenses pour le traitement des eaux usées, la Société centrale d'hypothèques et de logement (SCHL) a estimé que, pour chaque dollar dépensé en installations de traitement au Québec, il faut compter 0.64 dollar pour les réseaux d'égouts. Ce chiffre ne concerne que les parties de réseau d'égouts ouvrant droit à une aide financière de la SCHL⁵. Ces parties comprennent, en général, le réseau collecteur principal, mais les égouts secondaires et les branchements individuels en sont exclus. Se basant sur un échantillon de municipalité canadienne, la Fédération canadienne des maires et des municipalités (F.C.M.M.) estime qu'il faudrait calculer, pour ce réseau d'égouts, \$1.50 par dollar dépensé en usine de traitement⁶. Grava⁷ a calculé qu'aux États-Unis, il faudrait compter 1.6 dollar, pour le réseau d'égouts, par dollar dépensé en usine de traitement. Pour la région d'Ottawa, Maclaren et Richards⁸ ont calculé que, pour les dix ans à venir, le rapport entre les dépenses pour le réseau d'égouts et les dépenses pour le traitement des eaux usées était de 1:1.

Le rapport entre les dépenses pour le réseau d'égouts et les dépenses pour le traitement des eaux usées est donc très variable, selon la région et l'organisme qui établit les évaluations. L'évaluation de la SCHL, compte tenu du fait qu'elle n'étudie que les dépenses ouvrant droit à une aide fédérale, est sans doute trop faible pour les buts qui nous intéressent dans cet article. En raison du coût élevé du système d'égouts, dans le coût général de la lutte contre la pollution des eaux, il est important que l'on tienne compte du coût des égouts dans les municipalités étudiées. Afin de ne pas sous-estimer cet élément du coût, on utilisera, dans cet article, le rapport donné par la FCMM, soit 1.5 dollar de dépense, pour le réseau d'égouts, par dollar dépensé en usine de traitement.

Lorsqu'on établit un projet de travaux pour l'épuration des eaux usées pour les années à venir, il faut faire attention de traiter à la fois les eaux usées urbaines et les eaux usées industrielles. Les évaluations de coûts, dans cet article, sont

5. Voir la Loi nationale sur l'habitation, partie VIII, pour avoir une définition précise des travaux ouvrant droit à cette aide.

6. Entretien avec le personnel de recherche de la FCMM.

7. Grava S., *Urban Planning Aspects of Water Pollution Control*, Presses de l'Université de Columbia, 1969, p. 108.

8. Maclaren J.W., J.L. Richards et collaborateurs, *Report and Technical Discussion on Master Plan of Water Works and Waste Water Control for the Regional Municipality of Ottawa-Carleton*, 1970.

faites en fonction de recherches sur les problèmes et les solutions en vue d'un traitement conjoint. On a trouvé que, pour la plupart des établissements industriels du bassin, les problèmes de traitement des eaux usées étaient fondamentalement les mêmes que ceux qui se posaient à la municipalité environnante (c.-à-d. élimination des solides en suspension agissant sur la D.B.O.). L'industrie se heurte au problème de la séparation des eaux usées contenant d'autres déchets, et devra probablement supporter, toute seule, le coût de cette séparation. Cependant, la majeure partie des eaux usées pourrait être mélangée avec les eaux usées domestiques. Nous étudions, dans cet article, la possibilité de construire de telles installations de traitement combiné ou conjoint. La plupart des évaluations de coûts, données ci-dessous, sont basées sur des effluents domestiques et industriels mélangés.

Au point de vue géographique, Farnham, Granby et Cowansville forment un triangle équilatéral d'environ 15 milles de côté. À elles trois, ces municipalités réunissent la plus grande concentration de déchets liquides d'usines textiles de tout le bassin. Une des possibilités qui s'offrent, dans la construction d'installations de traitement d'eaux usées, est l'érection d'une usine régionale de traitement pour ces trois municipalités. Cette possibilité sera étudiée ci-après. Nous étudierons également une possibilité analogue pour Saint-Hyacinthe et les localités avoisinantes: Saint-Pie, Saint-Damase, Douville, La Providence et Saint-Joseph.

Tableau 4. Sommes dépensées en installations d'égouts et de traitement des déchets* (en milliers de dollars)

Municipalités	Prêts SCHL	Coûts totaux	Types d'installation
Région de Granby	834	1,264	Collecteurs, intercepteurs
Waterloo	214	324	Collecteur
Cowansville	50	75	Collecteur
Stanbridge station	36	55	Installation de traitement
			Collecteur
Douville	97	148	Usine à boues activées
			Collecteurs
Sainte-Madeleine	82	124	Usine de traitement
			Collecteurs
Sainte-Rosalie	102	155	Usine de traitement
			Collecteurs
Saint-Dominique	54	82	Collecteur
Total	1,469	2,227	

*Les sommes mentionnées ci-dessus n'ont fait l'objet d'aucun ajustement pour tenir compte de la dévaluation du dollar. Un tel ajustement est fait, dans le tableau 9, pour les chiffres qui doivent être utilisés ultérieurement pour l'analyse des coûts.

Lors du calcul du coût des installations de traitement des eaux usées du bassin de la rivière Yamaska, il faut tenir compte des dépenses déjà engagées. Le tableau suivant donne le montant des sommes investies par la SCHL dans le bassin depuis 1961. Les sommes versées par la SCHL entrent pour 66% dans le total des dépenses faites pour le traitement des déchets. Lors du calcul des investissements nécessaires, nous avons tenu compte de l'ensemble des sommes dépensées jusqu'à la fin de 1970.

Les renseignements figurant dans les deux premiers chapitres seront regroupés ici pour déterminer les coûts des installations de traitement du bassin de la rivière Yamaska. Le chapitre précédent définit les sections de la rivière les plus atteintes au point de vue de la qualité des eaux. Nous avons essayé de classer ces différentes sections selon la gravité des problèmes de qualité des eaux. On pense obtenir l'effet maximal sur la qualité des eaux de la rivière en traitant, en premier lieu, la section la plus atteinte. (En fait, cette affirmation est une hypothèse que nous ne pouvons pas sérieusement confirmer sans avoir plus de renseignements et sans une étude plus approfondie. Cependant, c'est une hypothèse admissible.) Le terme «priorité», au sens où nous l'utilisons ici, vise uniquement à faire ressortir la gravité du problème de la pollution et, par suite, compte tenu de l'hypothèse, l'ordre dans lequel les installations devraient être construites. Ces «priorités» ont été établies uniquement de l'étude des données figurant dans ce texte, et ne visent pas à suggérer une politique quelconque; nous ne proposons pas, dans cet article, des politiques en ce qui concerne les différentes phases de traitement des eaux usées du bassin.

Les régions les plus sérieusement atteintes, en ce qui concerne la pollution des eaux du bassin, sont celles qui se trouvent en aval de Granby et de Cowansville. Une population rurale assez importante et une concentration industrielle relativement forte, dans ces municipalités, sont les facteurs essentiels qui causent les problèmes de qualité des eaux. Les installations de traitement desservant Granby et Cowansville devraient avoir le plus d'influence sur la qualité des eaux. Compte tenu de l'importance des eaux usées produites, on doit faire appel à des installations secondaires de traitement à boues activées. Les tableaux 5 et 6 indiquent les coûts de construction tant des installations de traitement primaires que secondaires. Le tableau 5 concerne le coût des installations nécessaires pour desservir la population, tandis que le tableau 6 concerne les installations nécessaires pour le traitement des eaux usées industrielles. Les coûts sont additionnés dans le tableau 7. Ce dernier montre que le coût moyen de construction d'usines à boues activées distinctes, à Granby et à Cowansville, serait, au total, légèrement supérieur à 5 millions de dollars. En tenant compte du montant de 1.5 million de dollars déjà dépensé à Granby pour les réseaux d'égouts

(voir tableau 9), et en considérant les dépenses supplémentaires à engager pour les réseaux d'égouts dans chacune des deux municipalités (voir tableau 8), le coût total des installations de traitement et d'égouts séparées serait d'environ 6.7 millions de dollars (d'après le chiffre donné dans le tableau 9).

Comme nous l'avons indiqué, on a évalué les coûts d'un traitement régional des eaux usées de la partie méridionale du bassin. Les deux premières possibilités rassemblent les eaux usées (domestiques et industrielles) de Cowansville et de Granby pour les traiter dans une usine régionale. Comme l'indique le tableau 10, le coût de traitement, dans les deux cas, est d'environ 4 millions de dollars. Ainsi, le traitement des eaux usées de ces deux municipalités dans un centre régional de traitement est meilleur marché d'environ 1 million de dollars que des installations séparées pour desservir chacune des localités. Les 4 millions de dollars ne comprennent pas les coûts des égouts qui sont les mêmes, quelle que soit la méthode de traitement adoptée.

Dans la partie méridionale du bassin, l'autre ville qui a un volume important d'eaux usées est Farnham. Les problèmes de qualité des eaux, dans la région de Farnham, sont les mêmes que ceux des régions de Granby et de Cowansville. Les analyses présentées ci-dessus montrent qu'un traitement secondaire, est probablement nécessaire pour Farnham. Le coût de cette méthode de traitement, indiqué dans le tableau 7, est d'environ 0.92 million de dollars, auquel il faut ajouter une somme de 0.62 million de dollars, nécessaire pour les installations d'égouts (voir tableau 8). Les municipalités de Granby, de Cowansville et de Farnham sont situées dans une zone de forme triangulaire, dans la partie méridionale du bassin. On a cherché à établir les coûts de construction d'une installation régionale pour desservir ces trois municipalités. Le coût pour recueillir les égouts de ces trois municipalités, en vue de leur traitement dans une installation commune, atteint une valeur moyenne de 4.5 millions de dollars, comme l'indique la troisième hypothèse du tableau 10. L'emplacement de cette installation régionale se situerait dans la région de Farnham, de manière à profiter des eaux qui s'écoulent en aval de Granby et de Cowansville. Cette troisième hypothèse permettrait une économie de coût de 0.4 million de dollars sur les installations nécessaires à Farnham, c.-à-d. une augmentation de 0.5 million de dollars du coût des installations régionales par rapport au coût d'une usine séparée de traitement à boues activées à Farnham, évalué à 0.92 million de dollars. Ainsi, une usine régionale dans la région de Farnham, pour traiter les eaux usées de Granby, de Cowansville et de Farnham, paraît, d'après cette étude, plus intéressante, par suite d'une économie de coût de 1.4 million de dollars sur des installations séparées de traitement pour chacune des municipalités.

Tableau 5. Évaluation des coûts de construction d'installations de traitement des eaux usées pour desservir la population vivant dans les principales municipalités

Municipalité	Population	Débit de l'effluent (Mgj)	Coût de construction des installations de traitement (milliers de dollars)					
			Primaire			À boues activées		
			O.W.R.C.*	Eckenfelder†	Moyenne	O.W.R.C.	Eckenfelder	Moyenne
Granby	33,750	3.375	811	896	853	1,364	1,713	1,538
St-Hyacinthe	24,277	2.428	621	700	661	1,035	1,331	1,183
Cowansville	11,300	1.130	335	395	365	544	741	643
Farnham	6,419	0.642	212	258	235	338	481	410
Acton Vale §	4,383	0.438	155	194	175	245	359	302

*Évaluations basées sur les chiffres fournis par l'Ontario Water Resources Commission. *A Guide on Estimating Sewage Treatment Plant Construction Costs in the Province of Ontario*, O.W.R.C. 1967.

†Évaluations basées sur les courbes de régression linéaire qui se trouvent dans Eckenfelder, W.W., *Water Quality Engineering for Practising Engineers*, Barnes & Noble, 1970, chapitre 13.

§ La municipalité d'Acton Vale n'a pas été étudiée dans ce texte, en raison de l'absence de renseignements sur la qualité de ses eaux.

Tableau 6. Évaluation des coûts des installations pour l'épuration des effluents industriels dans les principales municipalités

Municipalité	Effluent industriel (Mgj)	Coûts de construction des installations de traitement (milliers de dollars)					
		Primaire			À boues activées		
		O.W.R.C.	Eckenfelder	Moyenne	O.W.R.C.	Eckenfelder	Moyenne
Granby	3.972	925	1,013	969	1,564	1,941	1,753
St-Hyacinthe	1.581	431	499	465	707	941	824
Cowansville	2.153	562	640	601	935	1,214	1,075
Farnham	.853	267	320	294	429	595	512
Acton Vale	.455	160	200	180	253	369	311

Tableau 7. Évaluation du coût total de construction des installations de traitement des eaux usées dans les principales municipalités

Municipalité	Coût de construction des installations de traitement (milliers de dollars)					
	Primaire			À boues activées		
	O.W.R.C.	Eckenfelder	Moyenne	O.W.R.C.	Eckenfelder	Moyenne
Granby	1,736	1,909	1,822	2,928	3,654	3,291
St-Hyacinthe	1,052	1,199	1,126	1,742	2,272	2,007
Cowansville	897	1,035	966	1,479	1,955	1,718
Farnham	479	578	529	767	1,076	922
Acton Vale	315	394	355	498	728	613

Tableau 8. Évaluation du coût des égouts dans les principales municipalités (en milliers de dollars)

Municipalité	Pour desservir la population*	Pour desservir les établissements industriels
Granby	2,307	n.d.
St-Hyacinthe	1,775	n.d.
Cowansville	965	n.d.
Farnham	615	n.d.
Acton Vale	453	n.d.

*Basé sur le coût moyen de construction d'une installation de traitement par boue activée.
n.d.: Renseignements non disponibles.

Si l'on considère l'importance du volume de l'ensemble des eaux usées tant domestiques qu'industrielles, la région de Saint-Hyacinthe vient au deuxième rang pour l'urgence des besoins de traitement. Il est difficile de déterminer le degré et le type de traitement qu'exige cette région, parce que l'étude qui précède n'a pas objectivement défini le problème que pose la qualité des eaux. Compte tenu de

l'importance du volume de l'ensemble des polluants tant domestiques qu'industriels, il paraît évident qu'il sera nécessaire de prévoir un traitement secondaire. Le tableau 7 montre qu'une évaluation moyenne du coût d'un traitement par boue activée (pour le traitement des eaux usées tant domestiques qu'industrielles) dépasserait de peu la somme de 2 millions de dollars, et que le coût d'un réseau d'égouts serait de l'ordre de 1,775 million de dollars (voir tableau 8). Ainsi, le coût d'une installation satisfaisante de traitement des eaux usées (traitement plus égouts), pour Saint-Hyacinthe, est évalué à 3,8 millions de dollars environ. Aucune subvention de la SCHL n'a été accordée à Saint-Hyacinthe.

Comme pour la partie méridionale du bassin, on a étudié la possibilité de créer des installations régionales de traitement dans la région de Saint-Hyacinthe, pour desservir à la fois la ville et les municipalités avoisinantes. Les études de coûts ont porté, en plus de la ville elle-même, sur les municipalités plus petites de Saint-Pie, de Saint-Damase, de La Providence et de Saint-Joseph. Comme le montre le

Tableau 9. Évaluation du coût total des installations d'égouts et de traitement dans les principales municipalités (en milliers de dollars)

Municipalité	Population	Coût du traitement*		Coût des égouts†	Total des dépenses antérieures§	Coût total estimé		Coût par habitant (\$)	
		Prim.	Second.			Prim.	Second.	Prim.	Second.
Granby	33,750	1,822	3,291	2,307	1,503	2,626	4,095	78	121
St-Hyacinthe	24,277	1,126	2,007	1,775	0	2,901	3,782	120	156
Cowansville	11,300	966	1,718	965	82	1,849	2,601	164	230
Farnham	6,419	529	922	615	0	1,144	1,537	178	240
Acton Vale	4,383	355	613	453	0	808	1,066	184	243

*À partir des coûts moyens calculés au tableau 7.

†Ne comprend pas le coût des égouts collecteurs d'eaux usées industrielles.

§ Valeur actuelle, en utilisant le coût des matériaux de la construction non domiciliaire, fourni par Prix et indices des prix, Statistique Canada, 62-002.

Tableau 10. Évaluation des coûts de construction et d'exploitation d'installations combinées de traitement par boue activée des eaux usées de Granby et de Cowansville (en milliers de dollars)

Possibilités de localisation	Débit (Mg)	Coût des canalisations	Coût total de construction			Coût annuel d'exploitation
			O.W.R.C.	Eckenfelder	Moyenne	
a. Usine régionale à boue activée située à Granby (desservant Granby et Cowansville)	10.6	104	3,677	4,225	3,951	193.7
b. Usine régionale à boue activée située à Cowansville (desservant Granby et Cowansville)	10.6	156	3,729	4,277	4,003	193.7
c. Usine régionale à boue activée située à Farnham (desservant Granby, Cowansville et Farnham)	12.1	235	4,225	4,785	4,505	214.0

*Eaux usées domestiques et industrielles.

NOTE: Le coût des installations d'égouts n'est pas compris dans les coûts calculés dans ce tableau, puisque ces coûts doivent être supportés quel que soit le mode de traitement. Les coûts des installations d'égouts sont indiqués dans le tableau 7.

tableau 12, le coût moyen de construction d'installations régionales de traitement par boue activée est évalué à 2.93 millions de dollars, y compris les coûts des canalisations joignant les municipalités éloignées aux installations de traitement. L'emplacement le plus probable de ces installations serait situé à Saint-Hyacinthe, d'où proviendrait la plus grande partie des eaux usées à traiter.

Tableau 11. Évaluation des coûts annuels d'exploitation et d'entretien des installations de traitement des eaux usées des principales municipalités

Municipalité	Population	Débit total (Mgj)	Évaluation des coûts d'exploitation et d'entretien (milliers de dollars/an)	
			Primaire	Boue activée
Granby	33,750	7.3	97	146
St-Hyacinthe	24,277	4.0	57	93
Cowansville	11,300	3.3	48	80
Farnham	6,419	1.5	24	44
Acton Vale	4,383	.9	19	35

La troisième région, dans l'ordre des installations plus intéressantes pour investir dans le traitement des eaux usées, serait Waterloo, pour y construire des installations de retenue des eaux usées à la conserverie. La retenue des eaux usées, avec décharge au cours des périodes de hautes eaux, paraît répondre aux besoins, dans ce cas. Le coût de la retenue des eaux usées, à cette fin, est calculé en utilisant la formule:

$$\log C = 1.15385 + 0.6525 \log X$$

où C = coût en milliers de dollars

X = volume du bassin d'épandage en Mgj

Cette formule conduit à un coût d'environ 194,000 dollars pour cette installation.

La construction d'installations de traitement à Acton Vale paraît se classer en quatrième urgence, au point de vue des effets qu'elles pourraient avoir sur la qualité des eaux des cours d'eau récepteurs. Bien que nous ne disposions d'aucun renseignement sur la qualité des eaux dans cette

région, l'importance du problème de la pollution industrielle dans cette municipalité est manifeste dans le tableau 3. Il faut y installer une usine de traitement secondaire, afin de résoudre le problème de la D.B.O. Le traitement des effluents municipaux et industriels provenant d'Acton Vale est à un rang relativement éloigné sur la liste des priorités; au moment où l'affluent sur lequel est bâtie la ville se jette dans le cours principal de la rivière Yamaska, la teneur en oxygène dissous est relativement élevée, ce qui montre que les processus d'épuration naturelle ont joué pour purifier la rivière dans une large mesure.

La construction d'une installation de traitement des eaux usées, pour les deux petites conserveries de Saint-Césaire, est prévue comme cinquième zone, dans l'ordre des urgences des investissements en installations de traitement des eaux usées. La retenue des eaux usées produites pendant la période des débuts estivaux, pour les déverser pendant les périodes de hautes eaux, résoudrait en grande partie le problème. En traitant ensemble les eaux usées des deux conserveries, le coût estimé du bassin de retenue est de 89,000 dollars.

FINANCEMENT DES SYSTÈMES DE TRAITEMENT DES EAUX RÉSIDUAIRES DU BASSIN DE LA RIVIÈRE YAMASKA

Les coûts du traitement des eaux résiduares, dans les principales municipalités du bassin, tels qu'ils ont été déterminés plus haut, sont évalués en dollars constants de 1971. Trois systèmes de base ont été considérés: traitement des déchets domestiques seulement; traitement combiné des déchets domestiques et industriels; et traitement combiné, à l'échelle régionale, des déchets domestiques et industriels de plusieurs municipalités. Les systèmes doivent être financés sur une période à long terme. Cette section exposera les méthodes utilisées dans la détermination des coûts du financement par habitant.

Il fallait envisager un certain nombre d'hypothèses, dans l'établissement du coût du financement. La principale

Tableau 12. Évaluation des coûts de construction, d'exploitation et d'entretien des installations de traitement combiné pour l'ensemble des eaux usées de Saint-Hyacinthe et de ses environs (en milliers de dollars)

Origine de l'effluent	Débit (Mgj)	Coût des canalisations	Coût total de construction			Coût annuel d'exploitation et d'entretien
			O.W.R.C.	EWT	Moyenne	
St-Hyacinthe	4.009	0				
St-Pie	.251	204				
St-Damase	.486	235				
La Providence	.500	33				
St-Joseph	.391	29				
Total	5.637	501	2,714	3,142	2,928	120

hypothèse consistait à supposer que l'on trouverait des conditions de financement semblables à celles qui sont accordées par la S.C.H.L. pour financer les parties des systèmes de traitement des eaux résiduaires non couvertes par la S.C.H.L. Cette solution ne représente naturellement qu'une des diverses possibilités financières, dont la totalité ne peut être étudiée ici. L'hypothèse formulée ici simplifie les calculs, mais permet toutefois d'exposer la méthodologie que l'on peut appliquer dans l'élaboration des calculs financiers.

Au Canada, la S.C.H.L. est la source de capitaux la plus vaste, en ce qui concerne la construction de systèmes de traitement des eaux résiduaires. Aux termes de la Partie VIII de la Loi nationale sur l'habitation, la S.C.H.L. peut consentir un prêt à une province, à une municipalité, ou à une corporation municipale de système d'égout, pour faciliter la construction ou l'agrandissement d'un projet de traitement des eaux d'égout. Deux types de projets peuvent bénéficier de cette aide: la construction ou l'agrandissement d'une usine centrale d'épuration, et la construction de collecteurs principaux⁹. Dans le projet de loi C-122 présenté au Parlement, on propose de considérer les systèmes régionaux de captage (c'est-à-dire les dispositifs collecteurs reliant plusieurs municipalités à une usine régionale d'épuration) comme des projets pouvant bénéficier des clauses de cette Loi. Les systèmes régionaux de captage ont été considérés, dans ce rapport, comme des dépenses admissibles. Si le projet est autorisé, la S.C.H.L. consent des prêts à faible intérêt, dont le montant ne doit pas excéder les deux tiers du coût du projet. La période d'amortissement des prêts est fixée à 50 ans au maximum, et varie en fonction des possibilités financières de chaque municipalité. Le taux actuel d'intérêt de ces prêts est de 7½%. Outre le consentement de prêts à faible intérêt, la Loi prévoit l'annulation partielle de la dette concernant les projets achevés, ou dont le déroulement des travaux est satisfaisant au 31 mars 1975. En vertu de cette dernière clause, l'organisme fédéral renonce au paiement par l'emprunteur de 25% du principal et de 25% de l'intérêt accumulé au cours de la construction du projet.

Les tableaux 13 à 16 récapitulent les calculs financiers effectués pour les principales municipalités du bassin de la rivière Yamaska. Les tableaux 13 et 14 présentent les coûts du traitement combiné des déchets domestiques et industriels. Les tableaux 15 et 16 traitent des mêmes coûts, mais seulement pour le traitement des déchets domestiques. En exposant en détail les calculs, les tableaux 13 et 14, montrent comment on a obtenu les coûts d'amortissement.

Il ressort, du tableau 9, que l'investissement total requis

9. Pour la définition de ce que l'on entend par «collecteur principal», voir S.C.H.L., L.N.H. 13, *Prêts destinés à des projets de traitement d'eau d'égout*, 1971, p. 1-2.

a été obtenu. En utilisant les critères de la S.C.H.L., on a évalué le montant de l'investissement requis bénéficiant d'un financement fédéral. Dans le cas de toutes les municipalités principales, le coût total des systèmes de traitement bénéficie de l'aide financière. En ce qui concerne les systèmes de captage, on a évalué que le financement de la S.C.H.L. équivalait à \$30 par habitant pour les collecteurs principaux, etc. Dans le cas des municipalités où aucun travail n'a été effectué dans le passé pour les systèmes de captage, le montant total bénéficiant du financement de la S.C.H.L. a été ajouté au coût de l'usine d'épuration, afin d'obtenir le montant bénéficiant d'un financement fédéral. Par exemple, à Saint-Hyacinthe, \$728,000 dollars (\$30 par habitant x 24,277) représentent la partie du coût du système de captage qui serait financée par la S.C.H.L. À ce montant, on a ajouté le coût de l'usine d'épuration, tel qu'il figure sur le tableau 9 (\$1,126,000 pour l'installation primaire et \$2,007,000 dollars pour l'installation à boues activées), afin d'obtenir le montant total bénéficiant du financement fédéral. Dans le cas de Granby et de Cowansville, le financement a déjà été effectué pour la réalisation partielle du système de captage. Pour obtenir le montant bénéficiant d'un financement fédéral, on a tenu compte des dépenses précédentes. Par exemple, à Cowansville, des sommes pour un total de \$82,000 (valeur actuelle) ont été dépensées, depuis 1961, pour des systèmes de captage. Le montant total bénéficiant d'un financement pour les systèmes de captage a été évalué à \$339,000. Ainsi, le montant de l'investissement bénéficiant encore du financement de la S.C.H.L. s'élève à \$257,000 dollars. Ce montant a été ajouté au coût d'un système de traitement (\$969,000 dollars pour l'installation primaire, et \$1,717,000 dollars pour l'installation à boues activées), tel qu'il figure au tableau 9, en vue d'obtenir le montant total bénéficiant d'un financement fédéral. Le montant du prêt fédéral représente 66.67% du montant admissible.

Le coût total de l'amortissement a été calculé au taux de 7½% sur 25 ans¹⁰. Ainsi qu'on l'a mentionné plus haut, on a supposé dans ces calculs: a) que la partie de l'investissement requis, imputable à l'industrie, pouvait être financée dans des conditions semblables à celles qui sont accordées par la S.C.H.L.; et b) que la partie ne bénéficiant pas d'un investissement fédéral pourrait être financée dans les mêmes conditions. Ces hypothèses peuvent ne pas refléter exactement les conditions de financement en vigueur au moment de la construction. Toutefois, on pourra facilement les remplacer par les conditions réelles de financement, au moment de procéder à un nouveau calcul du coût total des systèmes de traitement des eaux résiduaires, lors de la construction. Le total peut être légèrement modifié, si l'on change les conditions de financement:

10. Voir annexe 3.

toutefois, l'ordre de grandeur du coût total ne sera pas touché par ces modifications.

Pour obtenir le coût total, pour la municipalité, des systèmes de traitement proposés, on a déduit le montant de la remise fédérale du coût total du projet. Ainsi qu'on l'a exposé plus haut, la remise partielle de la dette est calculée comme suit: 25% du prêt plus 25% de l'intérêt accumulé au cours de la construction, en supposant que le projet sera achevé au 31 mars 1975. Le montant total de la remise fédérale, déterminé de cette façon, représente approximativement 28.75% du prêt initial. Le coût total des systèmes de traitement des eaux résiduaires, imputable aux municipalités du bassin, figure dans les deux dernières

colonnes du tableau 13. Le tableau 14 donne la moyenne de ces coûts par habitant, par année.

On peut constater, dans le tableau 14, que les économies d'échelle s'accroissent en fonction de la population. En ce qui concerne Granby, la plus grande municipalité, le coût annuel par habitant est respectivement de \$5 et \$7 pour le système primaire et celui à boues activées. Ceci s'oppose aux coûts correspondants de \$10 et \$14 pour Acton Vale, municipalité dont la population ne représente que 13% de celle de Granby¹¹.

11. L'effet de l'économie d'échelle est légèrement faussé par les dépenses antérieures. On considère que la distorsion n'est pas grande.

Tableau 13. Coût du financement des systèmes de traitement des déchets domestiques et industriels des principales municipalités (en milliers de dollars)

Municipalité	Investissement total requis*		Montant admissible au financement fédéral**		Montant du prêt fédéral‡		Frais d'intérêt‡		Coût total		Remise fédérale††		Coût total pour la municipalité	
	Prim.+	B.A.§	Prim.	B.A.§	Prim.	B.A.	Prim.	B.A.	Prim.	B.A.	Prim.	B.A.	Prim.	B.A.
Granby § §	2,626	4,095	1,822	3,291	1,215	2,194	1,509	2,726	4,135	6,821	349	631	3,786	6,190
St-Hyacinthe	2,901	3,782	1,854	2,735	1,236	1,824	1,535	2,266	4,436	6,048	355	524	4,081	5,524
Cowansville	1,849	2,601	1,223	1,975	817	1,317	1,015	1,636	2,864	4,237	235	378	2,629	3,859
Farnham	1,144	1,537	722	1,115	481	744	597	924	1,741	2,461	138	214	1,603	2,247
Acton Vale	808	1,066	486	744	324	496	402	616	1,210	1,682	93	143	1,117	1,539

* Voir Tableau 9.

+ Prim. = Traitement primaire.

§ B.A. = Traitement aux boues activées.

** Les chiffres donnés ici sont basés sur l'hypothèse suivant laquelle on peut obtenir des conditions de prêt semblables à celles qui sont accordées par la S.C.H.L., pour les usines de traitement combinant les déchets domestiques et industriels. Les montants bénéficiant d'un financement fédéral englobent: 1) tous les coûts de construction pour les usines de traitement, et 2) une indemnité de \$30 par habitant, pour les systèmes de captage prévus aux termes de la partie VIIIb de la Loi nationale sur l'habitation. On a déduit, des montants admissibles ainsi obtenus, la valeur actuelle des ouvrages déjà terminés.

‡ 66 2/3% du montant admissible.

‡ Les prêts sont amortis à 7 1/2%, taux actuel de prêt de la S.C.H.L., sur une période de 25 ans.

†† Conformément à l'article VI b de la Loi nationale sur l'habitation, si la construction est achevée d'ici le 31 mars 1975, 25% du montant du prêt et 25% de l'intérêt accumulé jusqu'à l'achèvement de la construction.

§ § Pour Granby, les dépenses antérieures faites pour les systèmes de captage sont supérieures au montant admissible au financement fédéral. Par conséquent, aucune indemnité n'a été prévue pour la construction des systèmes de captage.

Tableau 14. Coûts annuels, par habitant, du financement des systèmes de traitement des eaux résiduaires domestiques et industrielles des principales municipalités

Municipalité	Coût de construction total (amorti) (milliers de dollars)		Coût annuel moyen par habitant (\$)*	
	Primaire	À boues activées	Primaire	À boues activées
Granby	3,786	6,190	5	7
St-Hyacinthe	4,081	5,524	7	9
Cowansville	2,629	3,859	9	14
Farnham	1,603	2,247	10	14
Acton Vale	1,117	1,539	10	14

*En fonction de la population de 1970.

Tableau 15. Coût du financement des systèmes de traitement des eaux résiduaires domestiques des principales municipalités (en milliers de dollars)

Municipalité	Investissement total requis		Montant bénéficiant du financement fédéral		Montant du prêt fédéral		Frais d'intérêt	
	Prim.	B.A.	Prim.	B.A.	Prim.	B.A.	Prim.	B.A.
Granby	1,657	2,342	874	1,559	583	1,039	724	1,291
St-Hyacinthe	2,436	2,958	1,389	1,911	926	1,274	1,150	1,583
Cowansville	1,248	1,526	622	900	415	600	516	745
Farnham	850	1,025	428	603	285	402	354	499
Acton Vale	628	755	306	433	204	289	253	359

Municipalité	Coût total		Remise fédérale		Coût total pour la municipalité	
	Prim.	B.A.	Prim.	B.A.	Prim.	B.A.
Granby	2,381	3,633	168	299	2,213	3,334
St-Hyacinthe	3,586	4,541	266	366	3,320	4,175
Cowansville	1,764	2,271	119	173	1,645	2,098
Farnham	1,204	1,524	82	116	1,122	1,408
Acton Vale	881	1,114	59	83	822	1,031

Les tableaux 15 et 16 sont calculés de la façon exposée plus haut, mais en omettant la partie des coûts du traitement imputable à l'industrie. Ici encore, le tableau souligne les économies d'échelle résultant d'une population plus grande.

Les tableaux 17 et 18 donnent le coût amorti des installations régionales de traitement figurant au tableau 11. Les données des tableaux 17 et 18 ont été calculées conformément aux indications données ci-dessus pour les tableaux 13 et 14. Pour le centre régional de Granby - Cowansville - Farnham, le coût par habitant, par année, s'élève en moyenne entre 7 et 8 dollars. Ce chiffre par habitant est un peu plus élevé que le coût correspondant établi pour les installations de traitement destinées à desservir uniquement Granby, mais est considérablement inférieur aux coûts de Cowansville et de Farnham. Le résultat net est une baisse considérable du coût total, comparativement à l'installation de systèmes distincts dans chaque municipalité. Le coût annuel, par habitant, des installations régionales proposées pour la région de Saint-

Hyacinthe s'élève, en moyenne, à 41 dollars. Cette usine régionale serait plus petite que celle qui serait prévue pour la région de Granby - Cowansville - Farnham. Ainsi, les économies d'exploitation sur une grande échelle ne sont pas aussi considérables, et le coût total s'en trouve accru. Toutefois, compte tenu des sources des eaux résiduaires à traiter dans le système régional de Saint-Hyacinthe, les coûts (de l'usine régionale) sont considérablement inférieurs à ceux qui sont prévus pour des installations distinctes dans chaque municipalité.

CONCLUSIONS

Ce rapport a pour objet l'exposé d'une méthode de détermination des coûts et des priorités pour le traitement des déchets du bassin de la rivière Yamaska. En se basant sur le peu de données disponibles, on a identifié les principales sources de pollution des eaux du bassin. Pour la majeure partie, ces sources peuvent être qualifiées de sources «ponctuelles», puisque l'on peut identifier de façon précise, le point où les déchets se déversent dans la rivière. L'objet de l'étude concernait uniquement les principales sources ponctuelles de déchets provenant des municipalités et industries plus importantes du bassin. Ainsi, on n'a pas établi de liste complète de toutes les sources de pollution ponctuelles. Une des conclusions de cette partie est que la pollution causée par les industries, représentée par les populations équivalentes du tableau 3, est beaucoup plus élevée que celle qui est causée par la population domestique.

Le rapport n'avait nullement pour objet l'étude des sources de pollution étendues ou «non ponctuelles», telles que le ruissellement agricole ou la pollution résultant

Tableau 16. Coût annuel, par habitant, du financement des systèmes de traitement des déchets domestiques des principales municipalités

Municipalité	Coût de construction total (amorti) (milliers de dollars)		Coût annuel moyen par habitant (\$) *	
	Prim.	B.A.	Prim.	B.A.
Granby	2,213	3,334	3	4
St-Hyacinthe	3,320	4,175	5	7
Cowansville	1,645	2,098	6	8
Farnham	1,122	1,408	7	9
Acton Vale	822	1,031	8	9

*En fonction de la population de 1970.

Tableau 17. Coût du financement des systèmes régionaux de traitement des eaux résiduaires domestiques et industrielles (en milliers de dollars)

Système	Investissement total requis	Montant bénéficiant d'un financement fédéral	Montant du prêt fédéral	Frais d'intérêt	Coût total	Remise fédérale	Coût total pour la municipalité
Région Granby-Cowansville-Farnham							
Solution A Tableau 10	5,638	4,208	2,805	3,510	9,148	806	8,342
Solution B Tableau 10	5,690	4,260	2,839	3,527	9,217	816	8,401
Solution C Tableau 10	6,807	4,955	3,303	4,104	10,911	950	9,961
Région de St-Hyacinthe	6,187*	4,057	2,704	3,360	9,547	777	8,770

*Englobe une indemnité pour le coût des égouts des municipalités entourant St-Hyacinthe.

d'activités de loisir, causée par le suraménagement des lacs des branches de tête. L'analyse présente de grosses lacunes du fait du manque de données complètes sur ces sources de pollution non ponctuelles. Il est important de réunir un plus grand nombre d'informations sur ces sources, en puissance, de pollution des eaux pouvant entraîner de graves nuisances.

Les principales sources de pollution ayant été identifiées, on a étudié l'effet de ces sources sur le cours d'eau récepteur. D'après cette base, on a identifié les cinq tronçons les plus gravement pollués de la rivière Yamaska. En supposant qu'en ce qui concerne le traitement, la priorité soit accordée à la région la plus gravement polluée, ces cinq tronçons ont été classés comme suit, par ordre de priorité: la région de Granby - Cowansville - Farnham; la région de Saint-Hyacinthe; la région en aval de Waterloo; la région d'Acton Vale; et la région en aval de Saint-Césaire. Des systèmes de traitement ont été proposés dans le but de lutter contre la pollution des eaux dans ces régions. En général, on a établi que la région de Granby - Cowansville

- Farnham, celle de Saint-Hyacinthe, et celle d'Acton Vale, nécessitent un traitement secondaire, probablement sous forme de boues activées. À Waterloo et à Saint-Césaire, la conserverie est le principal agent responsable de la mauvaise qualité de l'eau. Le traitement sous forme de bassins de retenue des eaux résiduaires, avec écoulement au moment des hautes eaux de la rivière, permettrait de remédier à une grande partie du problème de la pollution des eaux, dans ces deux régions.

Les coûts du traitement requis dans les principales municipalités ont été évalués à partir d'équations de coûts, déduites de sources secondaires. On a ajouté, à l'évaluation de ces coûts, le coût de l'installation de systèmes de collecteurs dans ces municipalités. En ce qui concerne l'évaluation du coût du traitement, on a étudié deux possibilités. Premièrement, on a évalué uniquement le coût du traitement des déchets domestiques. Par la suite, on a constaté que l'effluent industriel était la principale source de pollution des eaux du bassin. Ainsi, le traitement des déchets domestiques du bassin ne contribuerait pas à améliorer, de beaucoup, la qualité de l'eau de la rivière. Pour cette raison, on a éliminé la première solution. On a établi que, pour la majeure partie, les effluents domestiques et industriels pouvaient être traités dans des installations communes. On a utilisé ce principe pour établir la principale série d'estimations de coûts données dans le rapport. Le coût total moyen du traitement combiné des effluents domestiques et industriels des principales municipalités s'élève, d'après les calculs, à près de \$60 par habitant pour le traitement primaire et à près de \$107 par habitant pour le traitement secondaire, avec un supplément de \$56 pour les systèmes collecteurs. On a constaté que l'on pourrait réaliser d'importantes économies avec l'installation de systèmes régionaux de traitement destinés à desservir la région de Granby - Cowansville - Farnham et celle de Saint-Hyacinthe, par suite de l'effet des économies d'échelle. Les principes d'un traitement combiné des effluents domestiques et industriels et d'un traitement

Tableau 18. Coût annuel, par habitant, du financement des systèmes régionaux de traitement des eaux résiduaires domestiques et industrielles

Système	Coût de construction total (amorti) (milliers de dollars)	Coût annuel moyen par habitant (\$)
Région de Granby Cowansville- Farnham		
Solution A Tableau 10	8,342	7
Solution B Tableau 10	8,401	7
Solution C Tableau 10	9,961	8
Région de St-Hyacinthe	8,770	10

régional présentent des avantages sur le plan économique, et méritent une étude plus approfondie.

Les coûts des diverses solutions proposées pour le traitement ont été évalués pour un amortissement de 7½% sur 25 ans. Les effets des économies d'échelle, dans les grandes municipalités, sont révélés dans ces calculs. À Granby, les coûts annuels amortis de la construction, pour

les traitements primaire et à boues activées (y compris les coûts de captage), sont évalués respectivement à \$5 et \$7 par habitant, tandis que les coûts correspondants de l'installation régionale de Granby – Cowansville – Farnham sont évalués à près de \$8 par an, par habitant; le coût annuel correspondant, par habitant, pour l'usine régionale proposée pour la région de Saint-Hyacinthe, est évalué à \$10.

ANNEXE I

PARAMÈTRES DE LA QUALITÉ DES EAUX

Oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous (O.D.) d'un cours d'eau est l'un des indices les plus importants de la qualité de l'eau. La vie n'est possible, dans un cours d'eau, que si le taux d'O.D. est de 5 ppm. Une concentration de 10 ppm (ou au voisinage de cette valeur, selon la température) représente le point de saturation de l'O.D. Une charge de déchets non traités d'égout municipal ou industriel entraîne une contrainte sur la teneur en O.D. du cours d'eau, d'où une dépression de la courbe de l'O.D. au-dessous du niveau de saturation. Le taux qui provoque la dépression de la courbe varie en fonction des caractéristiques hydrologiques de la rivière et de la qualité des déchets qui s'y déversent. Le point bas de la courbe de l'O.D. correspond à ce qu'on appelle la "courbe en sac". La norme relative à la qualité de l'eau de la rivière en question ne sera vraisemblablement pas respectée dans la partie de la courbe en sac. Bien que la rivière joue le rôle d'un système de traitement et récupère son O.D. en aval de la source des eaux résiduaires, à condition qu'il n'y ait pas de nouvel apport de ces eaux, le traitement doit se faire à des endroits clés, le long du cours de la rivière, dans le but de prévenir toute diminution d'O.D. au-dessous des normes acceptables.

Au déversoir du lac Waterloo, l'O.D. varie entre 8 ppm en mai et 9.5 ppm en août. La pullulation des algues en été, dans le lac Waterloo, résultant d'un enrichissement de sels nutritifs, augmente la concentration de l'O.D., de sorte qu'en août, l'eau du déversoir du lac est sursaturée d'oxygène dissous. Dans les mois d'été, l'augmentation de la D.B.O., provenant d'une conserverie et de la municipalité elle-même, entraîne une dépression de la courbe de l'O.D. au-dessous de 5 ppm à Waterloo. La rivière récupère près de 7 ppm au-dessus de Granby. Durant le mois de juillet, tandis que le débit de la rivière est faible, le surcroît de D.B.O. industrielle et municipale à Granby, représenté sur le tableau 3, réduit le taux de l'O.D. à 0 p.p.m., en aval, jusqu'à Saint-Alphonse-de-Granby. Au confluent du bras nord de la rivière Yamaska et du tronçon principal de la rivière, la concentration en O.D. tombe au-dessous de 3 ppm; cette chute importante de la courbe de l'O.D. résulte de l'apport d'eau pauvre en oxygène provenant du voisinage de Granby.

Le bras central de la rivière Yamaska, depuis le lac Brome jusqu'au confluent du bras nord et du bras central, accuse un taux d'O.D. suffisant pour assurer la vie dans l'eau. L'eau du lac, enrichie de sels nutritifs, est souvent sursaturée d'O.D. Il existe, par conséquent, au lac Brome un

problème d'eutrophisation semblable à celui qui se pose pour le lac Waterloo.

Le bras sud-est, de sa source jusqu'au point situé juste au nord de Cowansville, présente une concentration en O.D. comprise entre 8 et 9 ppm. Les charges de D.B.O. municipale et industrielle se déversant dans la rivière, à Cowansville, entraînent une dépression de la courbe de l'O.D. jusqu'à 0 ppm durant les mois d'été, en aval de Cowansville. Au sud du confluent du bras nord et du principal tronçon de la rivière Yamaska, la qualité de l'eau s'améliore pour atteindre une valeur comprise entre 8 et 10 ppm. L'apport de matières polluantes industrielles et municipales, provenant de la ville de Farnham, provoque de nouveau une diminution des taux d'O.D. de la rivière.

Au sud de la ville de Saint-Césaire, les niveaux d'O.D. diminuent pour atteindre près de 5 ppm. Cette réduction est due au déversement des eaux résiduaires des deux conserveries du village. Au sud de Saint-Césaire, la rivière récupère lentement son taux d'O.D. jusqu'au voisinage de Saint-Hyacinthe, où il atteint près de 7.5 ppm.

De Saint-Hyacinthe au Saint-Laurent, le taux d'O.D. est élevé. La courbe d'O.D. révèle la présence d'un problème d'eutrophisation dans la section inférieure de la rivière. Les égouts municipaux de plusieurs petites villes et villages se déversent dans cette partie de la rivière. Comme aucune grande industrie n'est située à cet endroit pour augmenter la D.B.O. de la rivière, l'activité des algues résultant des sels nutritifs des eaux résiduaires municipales entraîne l'augmentation du taux de O.D. au-dessus du point de saturation.

Bactéries coliformes

Les colibacilles de l'homme ou de l'animal révèlent la présence de déchets animaux et humains dans l'eau. L'"Ontario Water Resources Commission" a fixé une limite maximale admissible de cent bactéries coliformes par cent millilitres de déchets, au-delà de laquelle la baignade n'est pas autorisée. Compte tenu de cette norme, le problème des bactéries coliformes dans la rivière Yamaska est grave, surtout en été où le taux de 300,000 bactéries coliformes par cent millilitres est courant.

Il est difficile de juger de la qualité de l'eau par le nombre de bactéries coliformes qui s'y trouvent, ce nombre variant considérablement en fonction des conditions atmosphériques, des conditions de captage, du débit de la rivière, de l'endroit où s'opère l'échantillonnage, etc. Parce qu'on

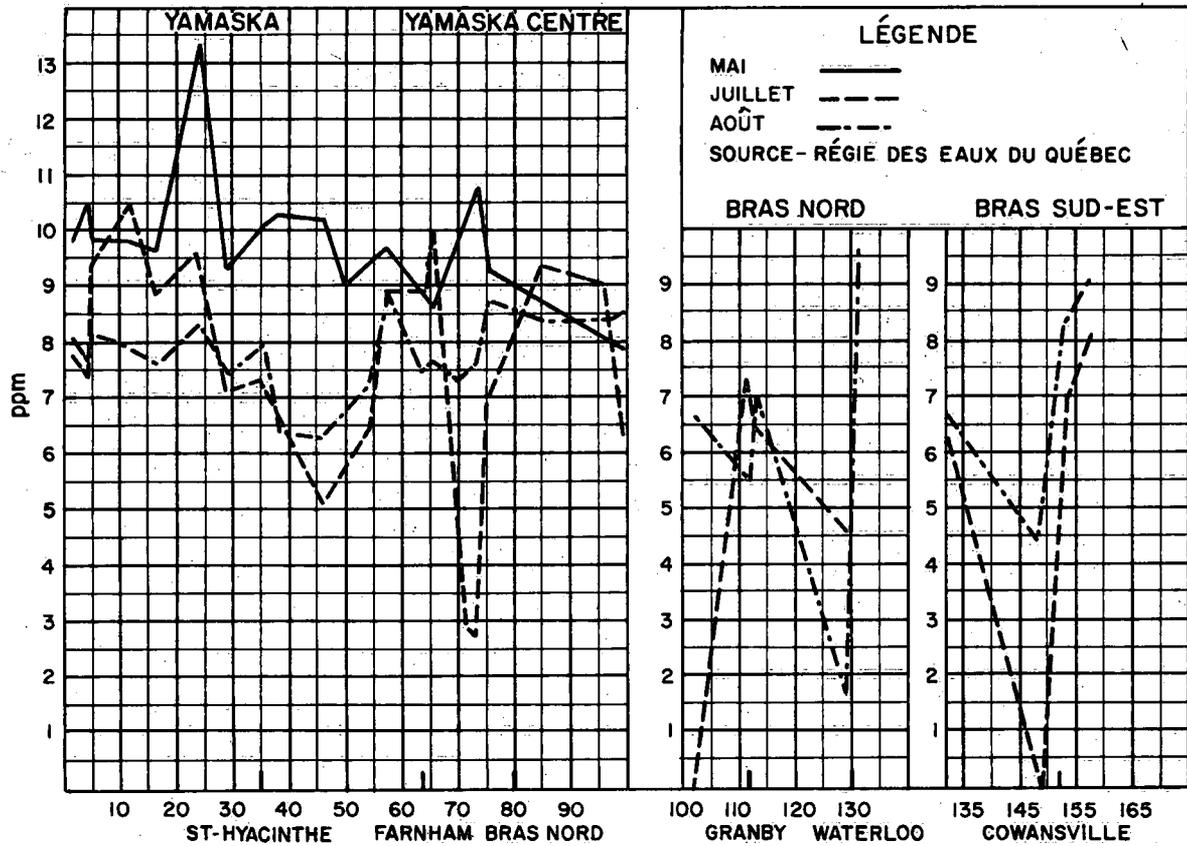


Figure 2. Oxygène dissous

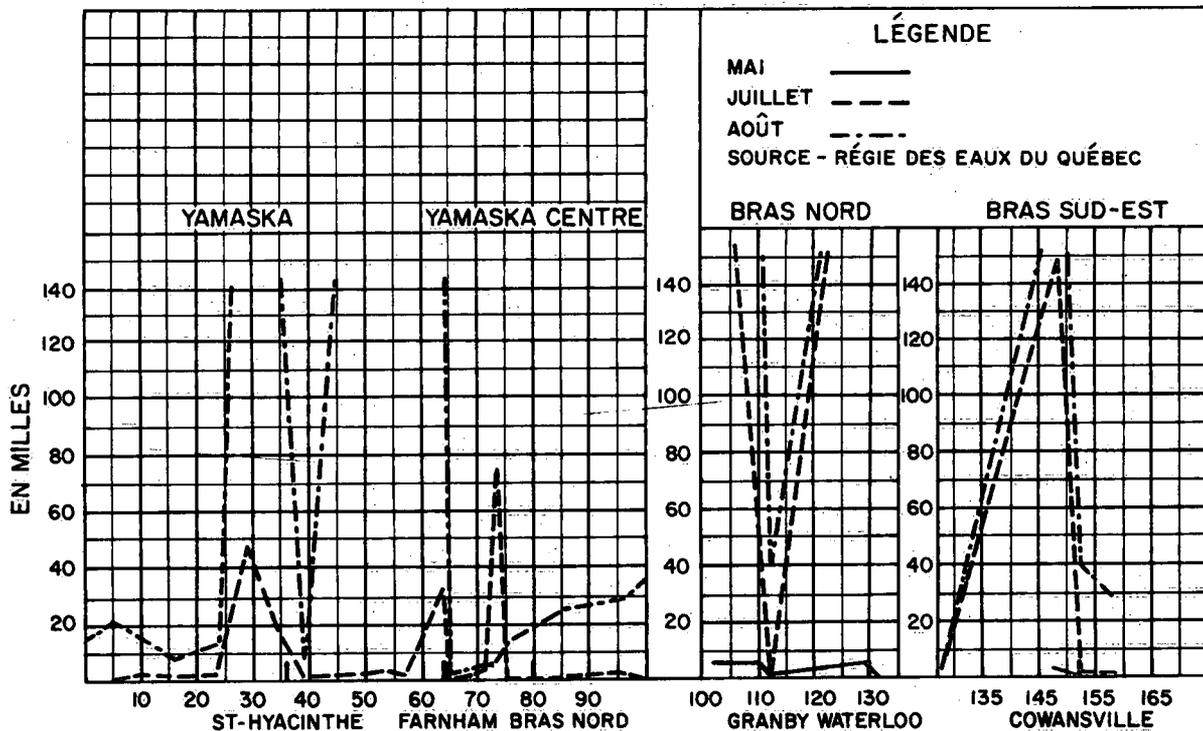


Figure 3. Bactéries coliformes/100 ml

ne peut pas se fier au nombre de bactéries coliformes dans l'eau, on ne s'en est pas servi comme critère principal dans la détermination des priorités du traitement des eaux résiduaires du bassin de la rivière Yamaska.

Couleur

La couleur indique la présence de matières organiques, telles que le tannin, l'acide humique et le bois. Le ministère de la Santé publique des États-Unis a fixé à quinze couleurs différentes la limite qualitative acceptable. Dans le bassin de la rivière Yamaska, ce nombre est dépassé en maint endroit. Mis à part l'aspect inesthétique de la rivière qui présente une grande diversité de couleurs, il est difficile de fonder les jugements qualitatifs de l'eau sur ce critère. Par conséquent, la couleur n'a pas été considérée comme un critère essentiel dans ce rapport.

Turbidité

La turbidité est un indice de la quantité de matières en suspension dans l'eau. La charge solide se déversant dans la rivière et provenant des principales municipalités du bassin est représentée dans le tableau 3. La turbidité d'un fleuve est très variable et dépend, par exemple, du volume et de la vitesse d'écoulement, de la grosseur des matières, etc. En ce qui concerne la rivière Yamaska, la courbe de turbidité croît dans chaque ville, et décroît en aval de la ville au fur et à mesure que les matières en suspension se déposent. De même que pour la couleur et le nombre de bactéries coliformes, il est difficile de porter un jugement valable en se fondant sur la turbidité de l'eau. En conséquence, cette dernière ne sera pas considérée comme critère essentiel dans ce rapport.

ANNEXE II

ÉQUATIONS DES COÛTS DE TRAITEMENT DES EAUX RÉSIDUAIRES

Les coûts du traitement des eaux résiduaires ont été évalués d'après des sources secondaires. L'*Ontario Water Resources Commission* (O.W.R.C.) a déterminé les coûts du traitement pour les municipalités de l'Ontario. D'après cette source, le coût de construction des installations de traitement des eaux résiduaires est une fonction (logarithmique) de la capacité prévue (c'est-à-dire le volume que l'installation devra traiter). Plus précisément, en ce qui concerne le traitement primaire:

$$\log C = 2.4815 + 0.8094 \log Q \quad (1)$$

où: C = coût total de construction de l'usine
Q = capacité prévue en millions de gallons par jour
les logs sont à base 10

Pour le traitement secondaire par les boues activées:

$$\log C = 2.69095 + 0.8403 \log Q \quad (2)$$

Une publication d'Eckenfelder donne les équations pour le même type de coûts que celles qui ont été données par l'O.W.R.C. Elles s'écrivent comme suit:

Traitement primaire

$$\log C = 2.5563 + 0.7500 \log Q \quad (3)$$

Traitement secondaire

$$\log C = 2.8293 + 0.7657 \log Q \quad (4)$$

Eckenfelder donne également une équation relative aux coûts annuels d'exploitation et d'entretien, pour les traitements primaire et à boues activées, qui s'écrit comme suit:

Traitement primaire

$$\log M = 1.2305 + 0.875 \log Q \quad (5)$$

Traitement aux boues activées

$$\log M = 1.512 + 0.7556 \log Q \quad (6)$$

En utilisant les deux séries d'équations susmentionnées, il est possible d'évaluer les coûts du traitement des eaux résiduaires dans les principales municipalités du bassin.

Les coûts de construction des canalisations, pour une installation régionale, ont été évalués en utilisant:

$$C = 46.433 L \sqrt{Q}$$

où C = coût en dollars; Q = capacité en millions de gallons par jour;

L = longueur des canalisations en milles

ANNEXE III

CALCUL DES INTÉRÊTS

Pour calculer les intérêts, on a utilisé les hypothèses suivantes:

- un taux d'intérêt de 7.5%
- une période de 25 ans
- 25 versements égaux effectués par la municipalité

Les intérêts sont alors la différence entre le montant remboursé et le montant du prêt ou:

$$Ic = (P \times t) - L$$

où Ic représente les intérêts, P les versements annuels, t le nombre des années, et L le montant du prêt.

Pour déterminer le montant des versements annuels, on a utilisé la formule suivante:

$$P = L \times \left[\frac{i}{1 - \frac{1}{(1+i)^t}} \right]$$

où i représente le taux d'intérêt, P les versements annuels, et t le nombre des années.

Par exemple, les versements annuels, pour un prêt de 100 dollars à 7½% pendant 25 ans, seraient:

$$P = 100 \times \left[\frac{.075}{1 - \frac{1}{(1 + .075)^{25}}} \right] = 8.97$$

Le montant total versé est alors:

$$P \times t = 8.97 \times 25 = 224.25$$

Par conséquent, les intérêts s'élèvent à:

$$Ic = 224.25 - 100 = 124.25$$

Environment Canada Library, Burlington



3 9055 1017 3258 3