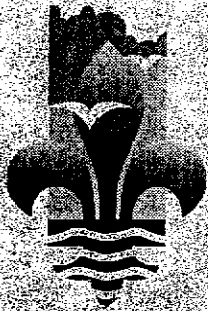


Écosystèmes aquatiques



ENVIRONNEMENT
ET FAUNE
QUÉBEC

Le bassin de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique

1995



ERRATUM

Veillez remplacer la page 5.24 par la feuille ci-jointe.

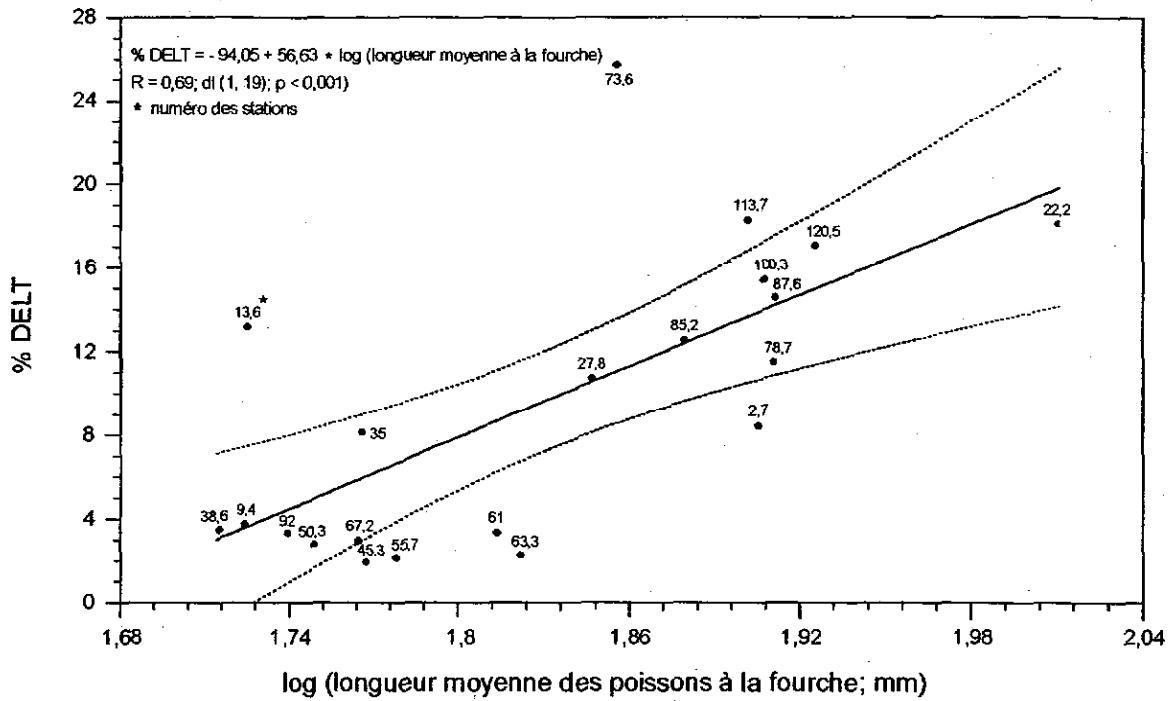


Figure 13 Relation entre la taille moyenne de la communauté ichthyologique à chacune des stations de la rivière Richelieu et le pourcentage d'anomalies de type "DELT"

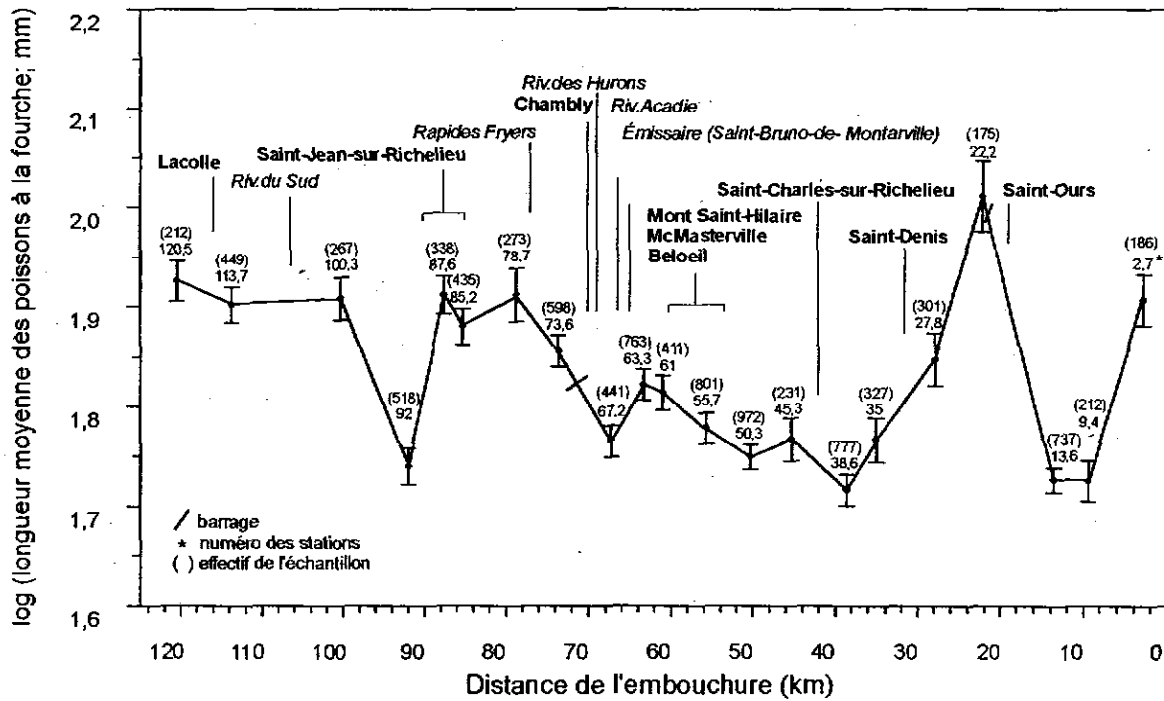


Figure 14 Variation spatiale de la taille moyenne de la communauté ichthyologique de la rivière Richelieu. Les barres indiquent les erreurs-types associées à chacune des moyennes

PRÉFACE

Le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF) a pour mission de s'assurer, dans une perspective de développement durable, de la protection de l'environnement ainsi que de la conservation et la mise en valeur de la faune et de ses habitats. Il a plus précisément comme mandat d'élaborer et de mettre en œuvre des politiques visant, entre autres, la protection des écosystèmes et de la biodiversité, la prévention, la réduction ou la suppression de la contamination de l'eau et la réalisation d'activités liées à l'observation et la connaissance du milieu naturel.

Cette étude dresse un portrait des connaissances scientifiques acquises au MEF sur l'état de l'écosystème aquatique de la rivière Richelieu et de ses principaux tributaires. Elle comprend les sections suivantes :

- **Faits saillants;**

- **Section 1 :** *Le bassin de la rivière Richelieu : profil géographique, sources de pollution, interventions d'assainissement et qualité des eaux, 1995;*

- **Section 2 :** *Le bassin de la rivière Richelieu : contamination de l'eau par des métaux et certaines substances organiques toxiques;*

- **Section 3 :** *Le bassin de la rivière Richelieu : contamination du poisson par des métaux et certaines substances organiques toxiques;*

- **Section 4 :** *Le bassin de la rivière Richelieu : les communautés benthiques et l'intégrité biotique du milieu;*

- **Section 5 :** *Le bassin de la rivière Richelieu : les communautés ichtyologiques et l'intégrité biotique du milieu.*

Cette étude a été réalisée dans le cadre du plan d'action Saint-Laurent vision 2000. Une synthèse vulgarisée est également disponible sous le titre :

État de l'écosystème aquatique du bassin versant de la rivière Richelieu — Synthèse 1998.

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 1998

ISBN 2-550-33225-3

Envirodoq : EN980604

EA-13

FAITS SAILLANTS

À l'été 1995, le cours principal de la rivière Richelieu compris entre Lacolle et Sorel a été l'objet d'une campagne d'échantillonnage. Celle-ci a permis de colliger des données sur la composition physico-chimique de l'eau (paramètres conventionnels), la contamination de l'eau par des métaux et certaines substances toxiques, la contamination de la chair de poissons de même que l'intégrité des communautés benthiques (invertébrés aquatiques) et piscicoles. L'analyse et l'interprétation de toutes ces données ont permis de brosser le portrait de l'état de l'écosystème aquatique de la rivière Richelieu.

Les faits saillants de cette étude sont :

1. En 1995, contrairement à plusieurs autres bassins versants du Québec, l'état d'avancement du Programme d'assainissement des eaux dans le bassin de la rivière Richelieu était peu avancé. Seulement 30 % de la population raccordée à des réseaux d'égouts était desservie par des stations d'épuration. Les résultats de 1995 sur la qualité de l'eau sont synthétisés à l'aide d'un indice de qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP) basé sur des paramètres conventionnels. Celui-ci indique que la qualité de l'eau est satisfaisante à Lacolle, près de la frontière américaine. Plus en aval sur le bassin, l'IQBP signale des problèmes de pollution microbienne, d'enrichissement en phosphore et même parfois de turbidité en aval des villes dont les eaux usées ne sont pas traitées. Ainsi, la qualité de l'eau est jugée très mauvaise en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu, de même qu'en aval Beloeil et des environs, et de Saint-Charles-sur-Richelieu. Les stations situées en aval des tributaires agricoles importants que sont les rivières du Sud, des Hurons et L'Acadie affichent des valeurs d'IQBP qui correspondent à des eaux de qualité douteuse. Dans le cas des rivières des Hurons et de L'Acadie, l'IQBP indique respectivement des eaux de très mauvaise qualité et de mauvaise qualité qui témoignent de l'impact des activités agricoles dans ces sous-bassins. En raison des nombreux rejets urbains et industriels non traités et de la pollution diffuse d'origine agricole, la rivière Richelieu termine son parcours en affichant une qualité d'eau douteuse.
2. La situation du Richelieu est préoccupante en ce qui a trait à sa contamination par les substances toxiques. À l'aide des mousses aquatiques et des cellules à dialyse, on a décelé une grande diversité de substances toxiques qui se compare à celle des rivières Saint-Maurice et Yamaska et qui surpasse celle des rivières Chaudière et Châteauguay. C'est par le nombre élevé de substances toxiques détectées à plusieurs endroits, plutôt que par les concentrations mesurées, que la rivière Richelieu se démarque des autres rivières étudiées jusqu'à présent. Saint-Jean-sur-Richelieu avec ses 12 entreprises susceptibles de déverser des toxiques et ses nombreux endroits où le sol est contaminé par les activités industrielles se révèle un point chaud pour le Richelieu. Un total de 43 substances toxiques différentes, dont plusieurs congénères de BPC, présentent des concentrations plus élevées en aval de cette municipalité qu'en amont. Chambly se démarque par une pollution aux HAP et à l'octachlorodioxine. Les rivières des Hurons et L'Acadie sont des sources de pesticides et, dans le deuxième cas, de HAP. McMasterville se révèle une source de BPC, d'hexachlorobenzène et de toluènes. Le ruisseau Beloeil déverse notamment dans le Richelieu, des BPC et certains composés organiques semi-volatils. Tous ces contaminants sont détectés dans un tronçon de rivière relativement court (moins de 40 km), directement dans l'habitat du chevalier cuirvé : une espèce de poisson unique au Québec et menacée d'extinction, dont les seules frayères connues se situent dans le Richelieu et dont la reproduction semble compromise par des substances toxiques.

3. Sur les 117,8 km de rivière Richelieu échantillonnés, l'indice biologique global normalisé (IBGN) permet d'évaluer l'intégrité biotique de l'écosystème aquatique à partir des communautés benthiques (larves d'insectes, mollusques et autres organismes qui vivent au fond des cours d'eau). Celui-ci indique une cote excellente sur 7 km de rivière (6 % de son parcours), bonne sur 24,5 km (21 %), moyenne sur 76,3 km (65 %) et faible sur 10 km (8 %). La station située à Lacolle près de la frontière américaine affiche une intégrité biotique moyenne; une situation qui pourrait s'expliquer par les pressions de pollution exercées dans la partie américaine du bassin, laquelle totalise 84 % du territoire. Les rejets urbains non traités dans les secteurs de Saint-Jean-sur-Richelieu et Beloeil nuisent aux communautés benthiques. On observe une baisse du nombre d'espèces polluosensibles et l'IBGN montre, pour ces secteurs, une cote moyenne et faible respectivement. En aval des tributaires agricoles des Hurons et L'Acadie, on enregistre aussi une diminution de l'intégrité biotique et une perte notable des espèces dont tous les polluosensibles. De Saint-Marc-sur-Richelieu jusqu'à l'embouchure, l'intégrité biotique demeure moyenne en raison des pressions agricoles, urbaines et industrielles qui persistent dans ce secteur.
4. L'indice d'intégrité biotique (IIB) basé sur les communautés de poissons est bon sur 34 km de rivière (28 % de son parcours), moyen sur 66 km (56 %) et faible sur 18,5 km (16 %). Le pourcentage des poissons affectés par des anomalies externes est particulièrement alarmant dans la rivière Richelieu. Les secteurs les plus touchés se situent entre Lacolle et Chambly ainsi qu'en aval de Saint-Denis et de Saint-Ours où 10 % à 26 % des poissons sont atteints. Au delà d'une proportion de 5 % d'anomalies, la santé de la communauté est jugée précaire. L'érosion des nageoires domine les anomalies chez les poissons capturés entre Lacolle et Chambly, tandis que les poissons pêchés dans le secteur aval présentent une plus grande variété d'anomalies (déformations, érosion des nageoires, lésions et tumeurs). L'état des communautés de poissons se dégrade en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu; zone de rejet des eaux usées non traitées de 61 000 personnes. L'IIB atteint une cote faible. Le bassin de Chambly favorise probablement la sédimentation de certains contaminants ce qui améliore la condition de la communauté piscicole; l'intégrité biotique est bonne. À Beloeil, l'IIB chute encore une fois et ce jusqu'en aval de Saint-Ours. En aval de Saint-Denis et Saint-Ours, l'intégrité biotique est comparable à celle observée à Saint-Jean-sur-Richelieu.
5. Dans la chair des poissons, 15 % des spécimens capturés ont des teneurs en mercure supérieures à 0,50 mg/kg (directive de Santé Canada), soit 27 % des dorés jaunes, 15 % des grands brochets et près de 7 % des achigans à petite bouche. Des BPC sont détectés dans ces trois espèces, mais les teneurs sont bien au-dessous de la directive de Santé Canada (2000 µg/kg) et même sous le seuil des valeurs jugées faibles (100 µg/kg). Dans le bassin de Chambly, l'apparition de BPC moins persistants dans la chair des poissons signale la proximité d'une source probablement encore active. Il s'agit certainement de Saint-Jean-sur-Richelieu dont les rejets n'étaient pas encore traités en 1995. Les teneurs en plomb dans le poisson entier révèlent une contamination importante (plus de 0,50 mg/kg) dans les secteurs du bassin de Chambly (rive gauche), dans la rivière L'Acadie et à Beloeil. Enfin, l'atrophie inexplicquée du foie des meuniers noirs capturés à Lacolle constitue une situation anormale.
6. En 1998, l'assainissement urbain a grandement progressé avec la mise en service de la station d'épuration de la vallée du Richelieu (Beloeil, Mont Saint-Hilaire, Otterburn Park et McMasterville) et de celle de la Régie d'assainissement des eaux du Haut-Richelieu (Saint-Jean-sur-Richelieu, Saint-Luc, Iberville, Saint-Athanse et L'Acadie). Ce sont maintenant les eaux usées de plus de 75 % de la population raccordée à un réseau d'égouts qui sont traitées. Trois autres projets majeurs d'assainissement, soit ceux de Saint-Mathias, Carignan et Saint-Bruno-de-Montarville-Saint-Basile-le-Grand, sont prévus pour 1998 et 1999, ce qui fera passer ce pourcentage à 98 %.

7. La détection de plusieurs substances toxiques à plusieurs endroits le long de la rivière Richelieu vient souligner l'impact des rejets industriels dans le bassin. Même si plusieurs des entreprises industrielles susceptibles de déverser des contaminants dans le milieu aquatique sont raccordées à des réseaux d'égouts et que leurs eaux usées sont présentement traitées ou le seront prochainement avec les rejets domestiques, il faut souligner que les stations d'épuration municipales ne sont pas conçues pour traiter ce type de pollution. Compte tenu de l'importance du problème, il faudra identifier la source des substances toxiques décelées dans le milieu aquatique et s'assurer que la pollution résiduelle, en aval des municipalités qui reçoivent des rejets industriels, sera tolérable. Il en est de même pour les entreprises qui déversent directement leurs effluents à la rivière.

8. La mauvaise qualité de l'eau des rivières du Sud, des Hurons et L'Acadie et, en particulier, l'impact des deux derniers tributaires sur les communautés benthiques de la rivière Richelieu démontrent que les activités agricoles contribuent à la dégradation de l'écosystème aquatique. Par conséquent, il faudra poursuivre et intensifier les efforts déployés jusqu'à présent en vue d'adopter des pratiques agroenvironnementales qui permettent de diminuer les apports d'éléments nutritifs, de matières en suspension et de pesticides dans les cours d'eau.

LE BASSIN DE LA RIVIÈRE RICHELIEU : PROFIL GÉOGRAPHIQUE, SOURCES DE POLLUTION, INTERVENTION D'ASSAINISSEMENT ET QUALITÉ DES EAUX, 1995

Isabelle Piché¹ et Marc Simoneau²

Adresses : ¹ Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement et de la Faune, 5199, rue Sherbrooke Est, bureau 4701; Montréal (Québec), H1T 3X3; ² Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement et de la Faune, 675, boul. René-Lévesque Est, 7^e étage, (Québec), G1R 5V7.

PICHÉ, I. et M. SIMONEAU, 1998. « Le bassin de la rivière Richelieu : profil géographique, sources de pollution, intervention d'assainissement et qualité des eaux, dans *Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique — 1995*, ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN980604, rapport n° EA-13, section 1.

² Auteur pour correspondance

RÉSUMÉ

Cette étude, effectuée en 1995, porte surtout sur le tronçon principal de la rivière Richelieu, qui draine une région relativement plane de 2 506 km². L'agriculture occupe une place importante (56 % du territoire), notamment en raison des conditions pédologiques et climatiques favorables. La plupart des établissements industriels (38 sur 50) ont terminé leurs travaux d'assainissement. Saint-Jean-sur-Richelieu, le centre industriel le plus important du bassin, regroupe à lui seul 34 % des établissements retenus pour intervention d'assainissement. Contrairement aux autres bassins versants, l'assainissement urbain y est peu avancé; seulement 30 % de la population raccordée à un réseau d'égout est desservie par une station d'épuration.

La qualité de l'eau varie grandement en fonction des activités humaines (agricoles, industrielles et urbaines) qui ont lieu tout au long de la rivière Richelieu. L'indice de qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP) de l'eau, basé sur des paramètres conventionnels, signale une qualité d'eau

satisfaisante à Lacolle, près de la frontière américaine. Plus en aval, l'IQBP indique des problèmes de pollution microbienne, d'enrichissement en phosphore et même parfois de turbidité (en aval des villes dont les eaux usées ne sont pas traitées). Ainsi, la qualité de l'eau est jugée très mauvaise en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu et des agglomérations avoisinantes, de même qu'en aval des municipalités de Beloeil et des environs et de Saint-Charles-sur-Richelieu. Les stations situées en aval des tributaires agricoles importants que sont les rivières du Sud, des Hurons et L'Acadie affichent des valeurs d'IQBP qui correspondent à des eaux de qualité douteuse. Dans le cas des rivières des Hurons et L'Acadie, l'IQBP indique respectivement des eaux de très mauvaise qualité et de mauvaise qualité, qui témoignent de l'impact des activités agricoles dans ces sous-bassins. En raison des nombreux rejets urbains non traités et de la pollution d'origine agricole et industrielle (agro-alimentaire), la rivière Richelieu termine son parcours en affichant une qualité d'eau douteuse.

En 1998, la population raccordée à un réseau d'égout et dont les eaux usées sont traitées atteint 75 %, en raison notamment de la mise en service des stations d'épuration des agglomérations voisines de Beloeil et de Saint-Jean-sur-Richelieu. L'ampleur de la population qui sera desservie par une station d'épuration devrait permettre d'améliorer la qualité de l'eau.

Mots clés : Rivière Richelieu, bassin versant, hydrographie, hydrologie, démographie, municipalités, agriculture, cheptel, industries, assainissement, pollution, épuration, azote, phosphore, coliformes, physicochimie, Programme d'assainissement des eaux, étude d'impact, assainissement.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1.2
Description du bassin	1.2
Profil physique	1.2
Portrait socio-économique	1.6
La portion américaine du bassin hydrographique	1.10
Le Programme d'assainissement des eaux	1.18
Assainissement urbain	1.19
Assainissement industriel	1.19
Assainissement agricole	1.23
Qualité des eaux de surface	1.24

Matériel et méthode	1.24
Variation spatiale de la qualité de l'eau (du réseau biologique).....	1.26
Indice de qualité bactériologique et physico chimique.....	1.28
Conclusion	1.34
Remerciements	1.35
Références bibliographiques	1.35

INTRODUCTION

Qu'un cours d'eau trouve sa source dans le ruissellement des eaux de surface, dans les eaux souterraines, dans un lac ou dans d'autres cours d'eau, sa composition physico-chimique est influencée par son origine. Cependant, au fur et à mesure que l'eau s'écoule, elle finit par refléter davantage le milieu qu'elle traverse et les conditions météorologiques récentes que la géologie de son bassin (UNESCO et WHO, 1978).

Le climat de la région et les caractéristiques physiques du cours d'eau et de son bassin versant sont les facteurs naturels qui affectent la composition de l'eau. De plus, l'utilisation du territoire d'un bassin versant exerce une profonde influence sur le milieu aquatique. Les activités humaines, telles que l'agriculture, l'urbanisation et l'exploitation forestière, qui modifient l'aspect naturel des bassins versants, peuvent détériorer par endroits la qualité du milieu aquatique en favorisant l'apport de substances polluantes (MES, matière organique, substances nutritives, pesticides et bactéries). Selon la nature des activités, la pollution est tantôt ponctuelle et constante (émissaires urbains et industriels), tantôt diffuse et irrégulière, lorsqu'elle se manifeste au gré des précipitations (en territoire agricole).

Selon l'approche *pression—état—réponse* adoptée pour la préparation de ce document (OCDE, 1994), l'ensemble des activités humaines prenant place à l'échelle du bassin versant exercent des *pressions* sur le milieu aquatique, qui sont susceptibles d'en détériorer l'état. Cette prise de conscience entraîne des *réponses* de la part de la société, visant à corriger la situation (politiques, lois, règlements et programme d'assainissement).

Afin de documenter l'ensemble des activités humaines (ou pressions) susceptibles d'influencer la qualité des eaux de la rivière Richelieu et de ses principaux tributaires, nous présentons ici la répartition spatiale de la population du bassin, la liste des entreprises industrielles retenues pour étude ou pour intervention

d'assainissement, de même que la répartition spatiale des cultures et du cheptel dans le bassin. Pour faciliter l'interprétation des résultats des différentes études regroupées dans ce document, les données sont présentées globalement pour l'ensemble du bassin, tantôt par municipalité, tantôt par secteur ou zone.

Les objectifs de ce rapport sont de :

- décrire physiquement le bassin versant de la rivière Richelieu;
- faire l'inventaire des pressions industrielles, agricoles et urbaines exercées sur le milieu aquatique du bassin versant de la rivière Richelieu;
- déterminer l'état d'avancement des travaux d'assainissement des eaux dans les différents domaines d'activités humaines;
- caractériser sur le plan spatial la qualité de l'eau de la rivière Richelieu, à partir des données recueillies au cours de l'été 1995;
- interpréter les variations spatiales de la qualité de l'eau à partir des données socio-économiques, des données d'utilisation du territoire et de l'état d'avancement des interventions d'assainissement urbain, industriel et agricole.

DESCRIPTION DU BASSIN

Profil physique

Situation géographique et physiographie

Avec son bassin versant d'une superficie de 23 720 km², la rivière Richelieu constitue à juste titre le plus important tributaire de la rive sud du fleuve Saint-Laurent. La majeure partie de son territoire (84 %) est située en territoire américain (figure 1). Cette étude se concentre sur le tronçon principal du bassin de la rivière Richelieu, lequel draine une région de 2 506 km². Elle exclut le sous-bassin de la baie Missisquoi (figure 2). Le bassin de la rivière Richelieu s'inscrit à l'intérieur d'un quadrilatère dont les coordonnées géographiques vont du 73°00' au 73°37' de longitude ouest et du 45°00' au 46°05' de latitude nord. Il est borné à l'est par le bassin de la rivière Yamaska et le sous-bassin de la baie Missisquoi et, à l'ouest, par le fleuve Saint-Laurent et le bassin de la rivière Châteauguay.



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Environnement
et de la Faune
Direction des écosystèmes aquatiques

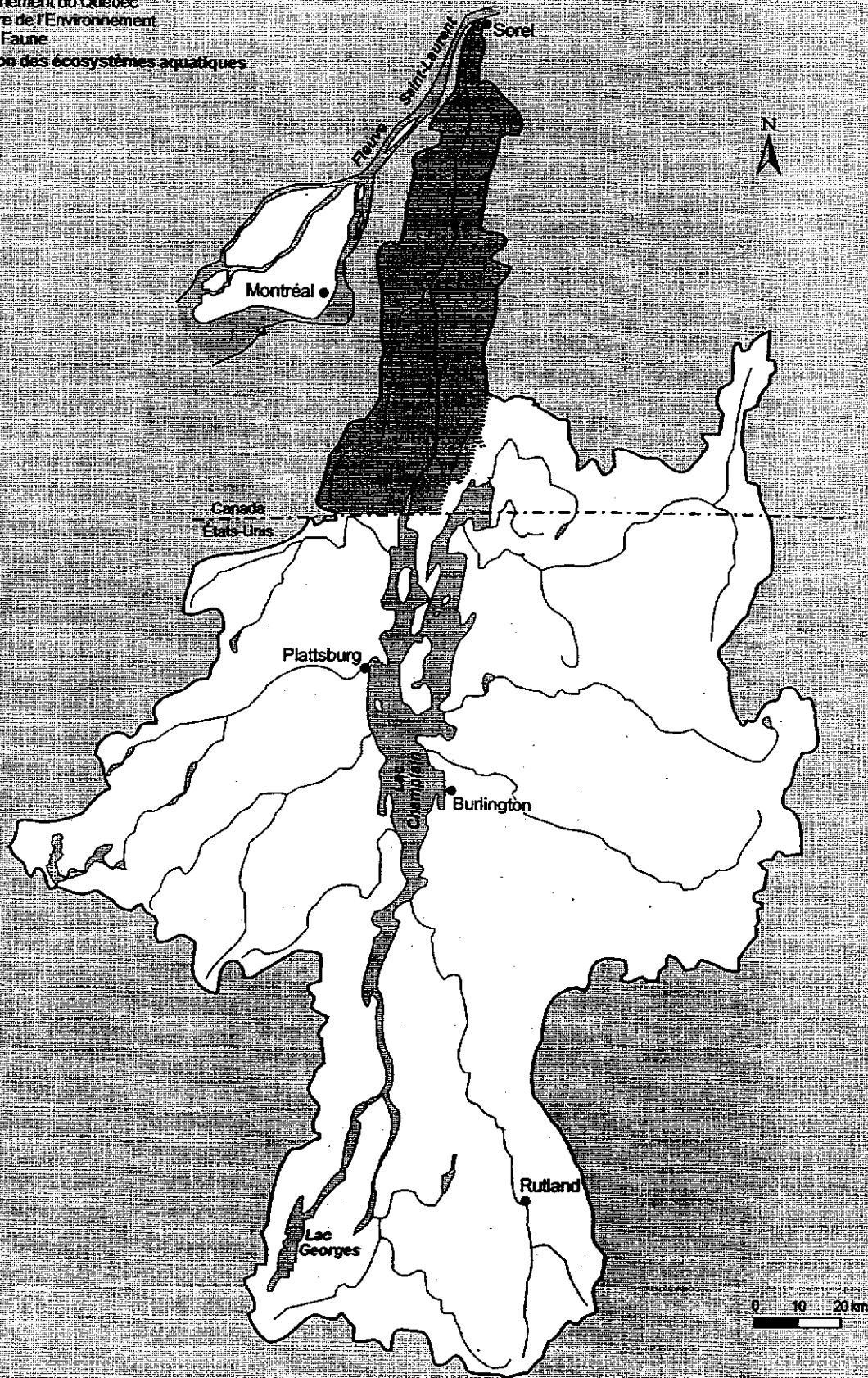


Figure 1 Bassin versant de la rivière Richelieu

Au Québec, le bassin de la rivière Richelieu repose essentiellement sur la région des basses-terres du Saint-Laurent. La présence de quatre collines montréalaises, soit les monts Saint-Hilaire (411 m), Rougemont (381 m), Saint-Grégoire (287 m) et Saint-Bruno (218 m), vient rompre la monotonie du relief très plat (0-75 m) qui le caractérise de la tête à l'embouchure.

Hydrographie

La rivière Richelieu prend sa source au sud dans le lac Champlain, dont la plus grande partie est située dans les États de New York et du Vermont. Elle coule vers le nord sur une distance d'environ 124 kilomètres, pour aller se jeter dans le fleuve Saint-Laurent juste en amont des îles de Sorel. Ses

principaux tributaires sont la rivière du Sud et la rivière des Hurons, sur la rive est; la rivière Lacolle et la rivière L'Acadie, sur la rive ouest.

La rivière Richelieu présente une pente moyenne de 0,19 m/km, de la tête à son embouchure (figure 3). La dénivellation est négligeable (30 cm) sur le premier tronçon de 35 kilomètres, qui s'étend de la frontière à la ville de Saint-Jean-sur-Richelieu, et elle s'accroît nettement entre Saint-Jean-sur-Richelieu et Chambly, où elle totalise environ 25 mètres en l'espace de 12 kilomètres (figure 3). Du bassin de Chambly à l'embouchure, la pente s'adoucit de nouveau, et le seul changement de niveau important prend la forme de rapides à la hauteur de Saint-Ours. Les principaux tributaires du Richelieu possèdent une pente moyenne qui se situe autour de 1 m/km, sauf la

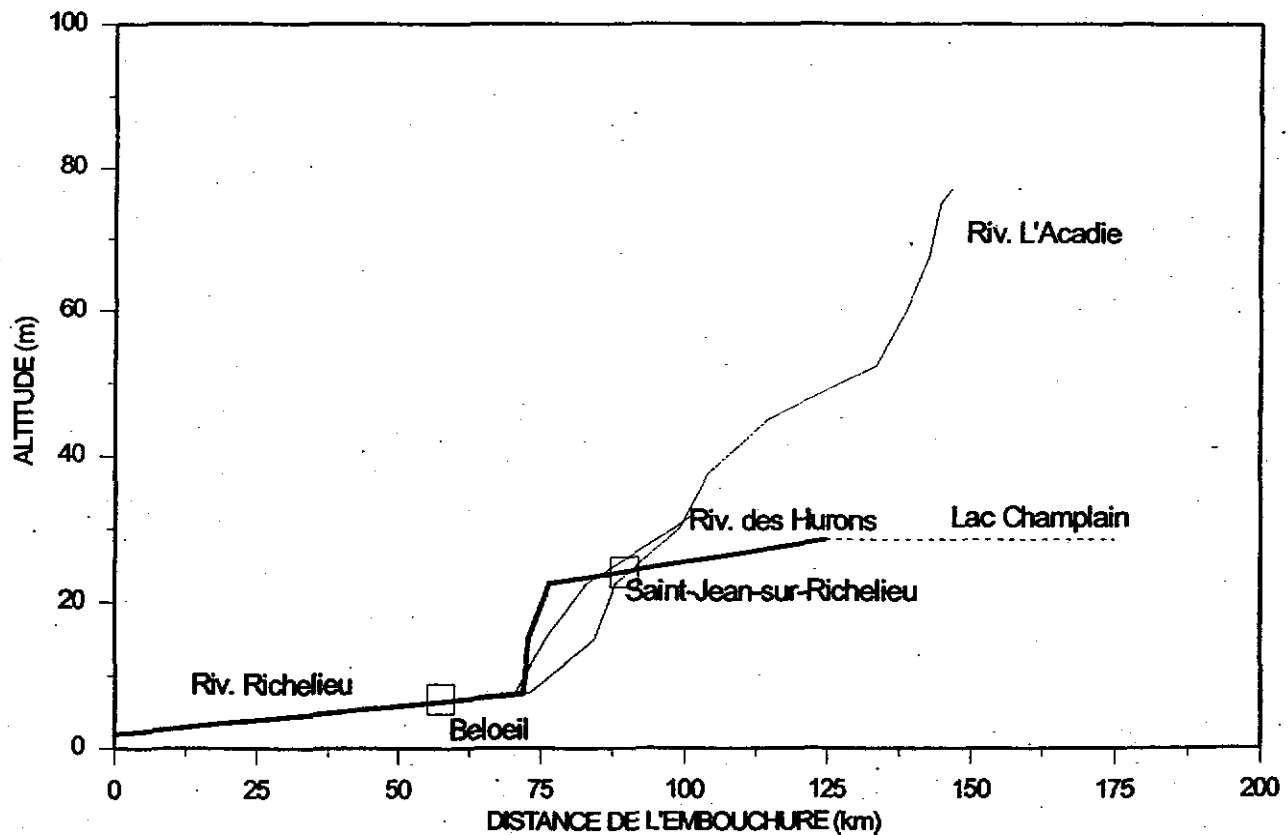


Figure 3 Profil en long de la rivière Richelieu et de ses principaux tributaires

rivière Lacolle (2 m/km), qui coule en terrain un peu plus accidenté (tableau 1).

Hydrologie

Le débit dans le tronçon principal de la rivière Richelieu a été analysé à partir des données de la station hydrométrique (station 030401) située aux rapides Fryers (figure 4). La répartition de l'écoulement annuel révèle que la période de crue printanière a habituellement lieu en avril-mai, tandis que la période d'étiage estival est à son minimum en septembre. Au cours de la période de 1979 à 1996, le débit moyen annuel (361,6 m³/s) s'est avéré légèrement supérieur au débit moyen historique de 341 m³/s observé entre 1937 et 1996. En 1995 – année pendant laquelle les campagnes d'échantillonnage ont été effectuées (eau, benthos, poissons, toxiques) – le débit de la rivière était particulièrement faible aux mois d'avril, mai, juin et juillet, soit un débit moyen annuel de 297 m³/s, ce qui est inférieur au débit moyen historique. Le tableau 2 résume les caractéristiques hydrologiques de la rivière Richelieu et de ses principaux tributaires.

Portrait socio-économique

Le bassin versant de la rivière Richelieu a été divisé en deux grands secteurs : le haut Richelieu et le bas Richelieu. Le haut Richelieu correspond à la partie sud du bassin, entre la frontière canado-américaine et le bassin de Chambly inclusivement. Il comprend entre autres sous-bassins ceux des rivières du Sud et des Hurons. Le bas Richelieu s'étend de l'exutoire du bassin Chambly jusqu'à l'embouchure de la rivière Richelieu et inclut le sous-bassin de la rivière L'Acadie.

Pour faciliter l'analyse des données qui concernent les communautés biologiques (benthos et poissons), la rivière Richelieu a été subdivisée en autant de zones qu'il y avait de stations de mesures biologiques. Seules les statistiques agricoles et démographiques sont présentées pour chacune de ces zones. Leur agrégation a été réalisée par l'intermédiaire d'un système d'information géographique (SIG). La carte topographique numérique du bassin de la rivière Richelieu à l'échelle 1:50 000 a été utilisée dans le SIG Atlas*GIS (version 3.03 de Windows 95) pour définir les limites des zones à chacune des stations de mesures biologiques. Les zones ainsi créées ont été superposées à la carte numérique des limites

municipales du Québec, laquelle avait été géocodée au préalable avec les statistiques agricoles de 1991 (Statistique Canada, 1992) et démographiques de 1996 (MAM, 1997). Cette opération a permis de produire une nouvelle carte numérique des municipalités incluant le découpage par zone. Les statistiques municipales ont ainsi été calculées en proportion de la superficie de chaque zone.

Utilisation du territoire

L'utilisation du territoire à l'échelle du bassin versant et à l'intérieur de chacun des secteurs d'étude est résumée au tableau 3. On note que l'agriculture occupe une superficie importante du territoire (56 %), en raison des caractéristiques pédologiques et climatiques privilégiées retrouvées dans cette région des basses-terres du Saint-Laurent. Le haut et le bas Richelieu sont très comparables quant à l'utilisation de leur territoire, étant tous deux situés dans la même région naturelle.

Densité humaine

Dans le contexte de la présente étude, 54 municipalités sont répertoriées sur l'ensemble du bassin versant de la rivière Richelieu (tableau 4). Il s'agit là d'agglomérations dont le territoire est situé en totalité dans les limites du bassin ou dont les eaux usées se déversent dans le réseau hydrographique de la rivière Richelieu. Ainsi, bien que les municipalités de Sorel et de Tracy soient situées en partie dans le bassin de la rivière Richelieu, elles ne sont pas considérées dans ce rapport parce que leurs eaux usées sont rejetées dans le fleuve. À l'opposé, le village de Hemmingford, situé dans le bassin de la rivière Châteauguay, est retenu dans l'étude, puisque ses eaux usées aboutissent dans la rivière L'Acadie.

Le bassin versant de la rivière Richelieu compte en 1996 une population d'un peu plus de 276 000 habitants, ce qui constitue un accroissement de 9,3 % par rapport à 1990 (ministère des Affaires municipales, 1991, 1997). Cette hausse est observée dans chacun des deux secteurs du bassin de façon à peu près égale (tableau 4). La densité humaine du bassin se chiffre à 110 habitants par km². Les données démographiques détaillées sont présentées à l'annexe 1 pour les municipalités du bas et du haut Richelieu et par zone (figure 7c).

Tableau 1 Caractéristiques hydrographiques de la rivière Richelieu et de ses principaux tributaires

Rivière	Longueur (km)	Superficie (km ²)	Pente moyenne ¹ (m/km)
Richelieu	124	2 506	0,19
L'Acadie	82	530	0,90
Des Hurons	33	334	0,88
Du Sud	34	145	0,98
Lacolle	24	126	1,99

¹ Source : Environnement Canada, 1976

Tableau 2 Données hydrologiques de la rivière Richelieu et de ses principaux tributaires

Station hydrométrique (numéro)	Bassin versant (km ²)	Débits ^{1,2} (m ³ /s)		
		Étiage estival Q ₇₋₂	Étiage annuel Q ₇₋₂	Débit moyen annuel
Richelieu, aux rapides Fryers (030401)	22 000	122,4	104,7	361,6
Des Hurons, au pont-route 229 en aval du ruisseau St-Louis (030415)	309	0,148	0,129	4,76
L'Acadie, à 3,0 km en amont du pont de l'autoroute 10 (030421)	345	0,125	0,104	3,48

¹ Q₇₋₂ : débit moyen à l'étiage mesuré sur sept jours consécutifs, avec une récurrence de deux ans.

² Les débits d'étiage ont été calculés à partir de l'ensemble des données disponibles pour chaque station, le débit moyen de la rivière Richelieu correspond à la période 1979-1996, tandis que ceux des deux tributaires correspondent à la période 1979-1990.

Source : Direction du milieu hydrique (1991) et Environnement Canada, Division de l'hydrométrie (1998)

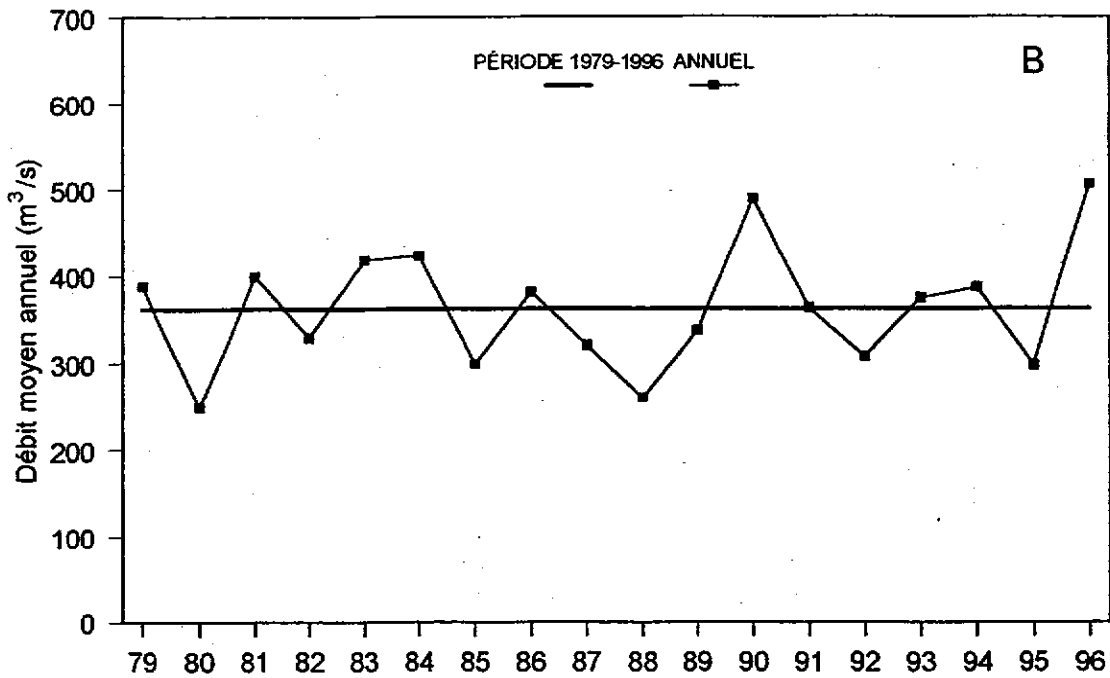
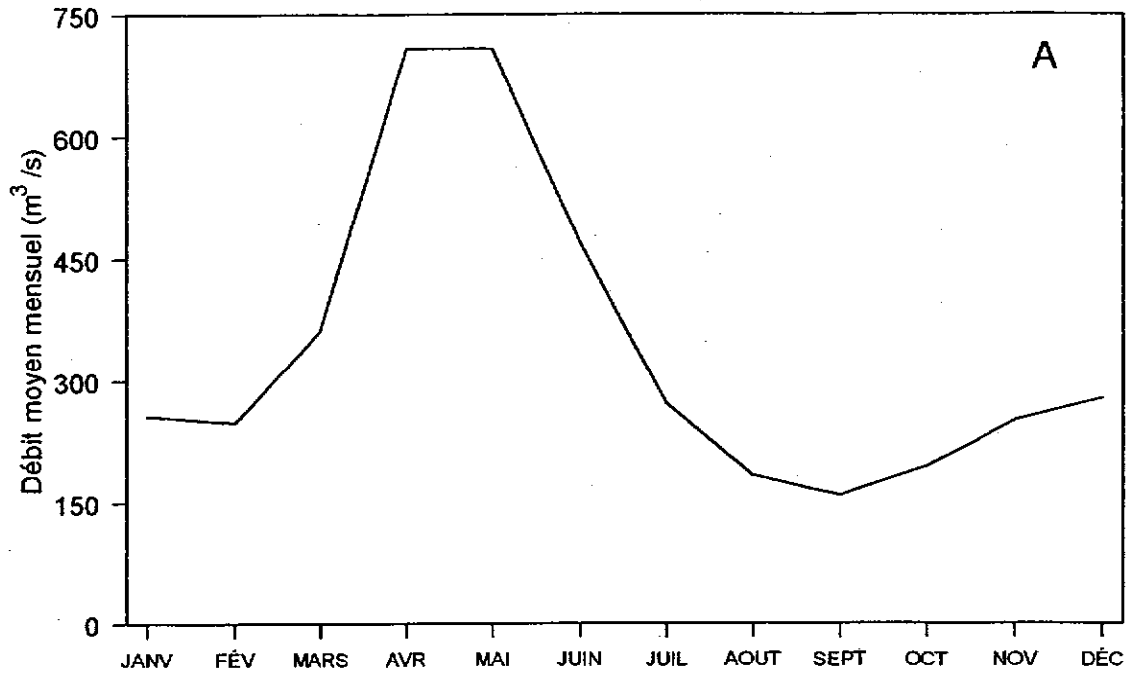


Figure 4 Répartition de l'écoulement annuel (A) et évolution du débit moyen annuel (B) à la station du barrage de Fryers en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu

Tableau 3 Caractéristiques physiques et utilisation du territoire dans les secteurs du bassin de la rivière Richelieu

	Haut Richelieu	Bas Richelieu	Total
<i>Caractéristiques physiques</i>			
Superficie (km ²)	1 205	1 301	2 506
(%)	48,1	51,9	100
Longueur du tronçon (km)	56	68	124
Pente moyenne (m/km)	0,37	0,08	0,19
<i>Utilisation du territoire¹</i>			
Forêts (%)	33,3	37,2	35,3
Terres agricoles améliorées (%)	56,4	56,3	56,3
Autres ² (%)	10,2	6,5	8,4

¹ basé sur les statistiques agricoles de 1991

² terres agricoles non améliorées, eau et zones urbaines

Tableau 4 Caractéristiques socio-économiques du bassin de la rivière Richelieu, par secteur d'étude

	SECTEURS		
	Haut Richelieu	Bas Richelieu	Total
<i>Démographie</i>			
Population 1990 ¹	122 390	130 320	252 710
Population 1996 ¹	135 086	141 210	276 296
Variation de la population	12 696	10 890	23 586
(%)	10,4	8,4	9,3
Densité 1996 (habitants/km ²)	112	109	110
% de la population totale (1996)	48,9	51,1	100
Population saisonnière ²	27 481	3 412	30 893
Nombre de municipalités	28	26	54
<i>Secteur industriel</i>			
Nombre d'entreprises manufacturières ³	310	211	521

¹ MAM, répertoire des municipalités, éditions 1991 et 1997

² MAM, Service des systèmes, 1991

³ MEF, Direction des politiques du milieu industriel, 1996

Outre sa population permanente importante, le bassin de la rivière Richelieu accueille en été plus de 30 000 personnes, ce qui hausse la population totale à plus de 306 000 habitants, soit une augmentation de 11 %. Ces chiffres soulignent l'attrait qu'exerce le bassin auprès des adeptes de villégiature. La population saisonnière se concentre principalement dans le secteur qui offre le meilleur potentiel récréotouristique, soit le haut Richelieu (89 %). La villégiature, les sports nautiques, la navigation de plaisance et la pêche sportive ne sont que quelques exemples des nombreuses activités qui ont lieu dans le bassin.

Industries

La municipalité de Saint-Jean-sur-Richelieu constitue le pôle de l'activité industrielle du bassin du Richelieu, avec 23 % des 521 entreprises recensées sur l'ensemble du territoire. Notons toutefois que les villes de Sorel et de Tracy ne sont pas incluses dans ce territoire. La répartition des industries par secteur se fait comme suit : 60 % pour le haut Richelieu, comparativement à 40 % pour le bas Richelieu (tableau 4).

Les entreprises manufacturières touchent des domaines variés, comme les produits métalliques, le matériel de transport, les aliments et boissons, les appareils électriques, le textile, la confection de vêtements et de tapis, les produits chimiques, les plastiques, les meubles, l'imprimerie et les produits non métalliques (MEF, 1996).

Agriculture

Les statistiques agricoles de 1991 (Statistique Canada, 1992) indiquent que le bassin versant de la rivière Richelieu totalise quelque 2 068 fermes (tableau 5). Près de 141 000 hectares de superficie en culture sont répartis assez également entre les deux secteurs du bassin. Dans chacun d'eux, on retrouve des endroits où les superficies cultivées sont plus grandes, tels que le sous-bassin de la rivière du Sud et des Hurons, dans le haut Richelieu, ainsi que le sous-bassin de L'Acadie dans le bas Richelieu (figure 5). Par ailleurs, le haut Richelieu revendique à lui seul 48 600 des 77 800 unités animales du bassin, ce qui fait grimper la densité animale de ce secteur à 0,72 U.A./ha comparativement à 0,40 U.A./ha pour le bas Richelieu. La densité animale la plus élevée se trouve surtout du côté est du secteur du haut Richelieu (figure 6). À l'aide de la géomatique, les

pressions agricoles entre chaque station du réseau biologique ont été calculées (figures 7 et 8). Les plus fortes densités animales sont situées dans les zones en aval des tributaires agricoles (rivières du Sud, des Hurons et L'Acadie). Par ailleurs, la zone voisine de Saint-Jean-sur-Richelieu (stations 92, 87,6 et 85,2) possède néanmoins une densité animale non négligeable, parce qu'elle inclut le secteur est (à forte densité animale), qui s'étend de Lacolle à Chambly (figure 7). Les zones les plus agricoles sont situées en aval des tributaires agricoles (rivières du Sud, des Hurons et L'Acadie). Par ailleurs, le pourcentage relativement élevé (plus de 50 %) de terres cultivées observé dans plusieurs autres zones de la rivière Richelieu confirme l'importance de l'agriculture dans ce bassin (figure 8).

En comparant les statistiques agricoles de 1991 et 1996, on constate que le cheptel a diminué de 2,7 %, tandis que l'ensemble des superficies cultivées a augmenté de 3 % (annexes 2 et 3). Les cultures à grand interligne (maïs et soja) ont augmenté de 24 % en superficie. Les cultures en maïs sont passées de 65 600 à 68 600 hectares, tandis que celles en soja ont presque triplé de superficie, passant d'environ 8 000 à 22 600 hectares. Les cultures à interligne étroit (autres céréales) et les cultures fourragères ont chuté respectivement de 38 % et 15 %. Du côté de l'élevage, seul le cheptel porcin a augmenté au cours de cette période (3 700 U.A. en plus), et cela, au détriment des autres animaux. Les changements observés à l'échelle du bassin (figure 9) se reflètent également dans chacun des secteurs (figure 10).

La portion américaine du bassin hydrographique

La fraction américaine du bassin de la rivière Richelieu correspond à la quasi-totalité du bassin versant du lac Champlain, soit un vaste territoire de 19 845 km² réparti à 60 % dans l'État du Vermont et à 40 % dans l'État de New York. Le bassin est bordé à l'ouest par les montagnes Adirondack et à l'est par les montagnes Vertes, et il est traversé au centre par la large vallée de Champlain. D'une longueur de 201 km, d'une largeur maximale de 21 km et d'une profondeur maximale de 122 m (NYSDEC et VSDEC, 1989), le lac Champlain, qui renferme 25,8 km³ d'eau, constitue –à l'exclusion des Grands Lacs– le quatrième plus grand lac naturel d'eau douce des États-Unis (Van Der Leeden *et al.*, 1990).

La portion américaine du bassin enferme une population permanente de plus d'un demi-million

Tableau 5. Situation de l'agriculture et de l'élevage en 1991 dans les deux secteurs du bassin de la rivière Richelieu

CARACTÉRISTIQUES	SECTEURS		
	Haut Richelieu	Bas Richelieu	Total
Agriculture			
Superficie totale cultivée (ha)	67 953	73 223	141 176
(%)	48,1	51,9	100
- Grand interligne ¹ (%)	58,8	55,4	57,0
- Interligne étroit ² (%)	11,5	18,7	15,3
- Fourrage ³ (%)	27,8	23,9	25,8
- Autres ⁴ (%)	1,9	2,0	2,0
Élevage			
Cheptel (U.A.)	48 595	29 221	77 816
(%)	62,4	37,6	100
- Bovins (%)	68,4	67,8	68,2
- Porcs (%)	21,5	15,2	19,1
- Volailles (%)	8,5	10,1	9,1
- Autres ⁴ (%)	1,7	7,0	3,7
Densité animale (U.A./ha)	0,72	0,40	0,55
Nombre de fermes	933	1 135	2 068

¹ Principalement maïs-grain, maïs fourrager, pommes de terre, soya et légumes

² Avoine-grain, avoine fourragère, orge, blé, seigle, céréales mélangées

³ Luzerne, pâturages améliorés et autres cultures fourragères

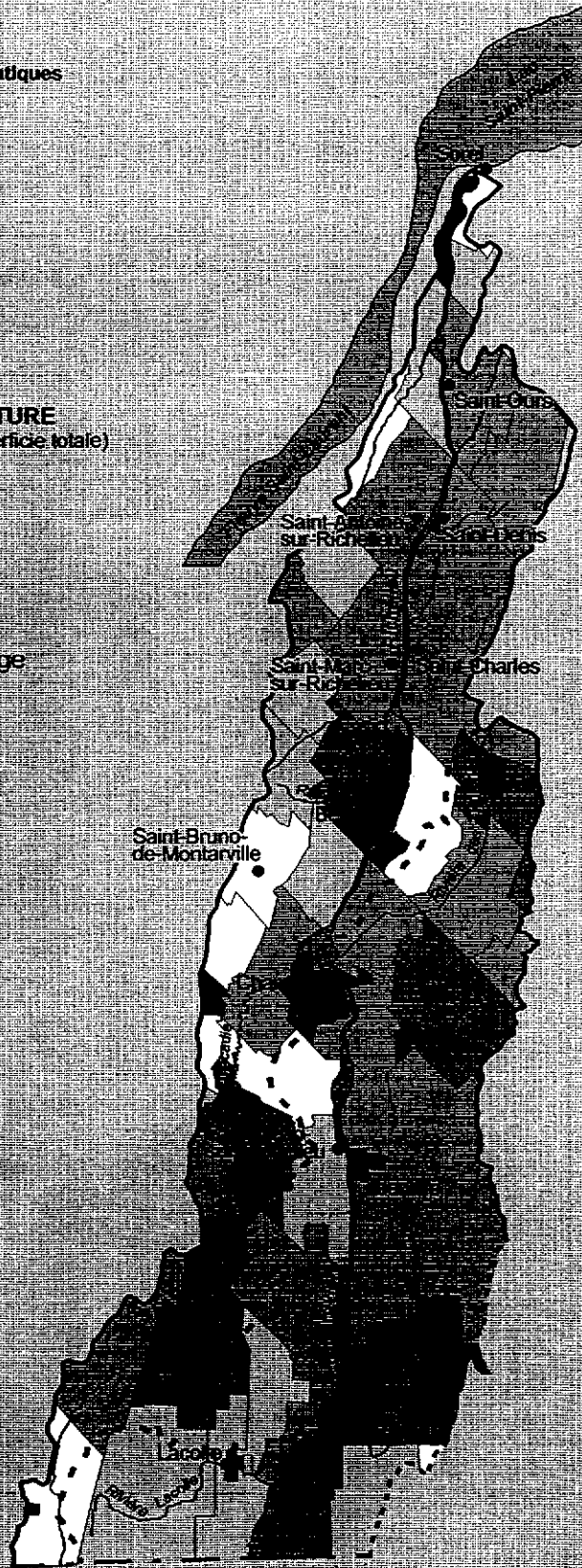
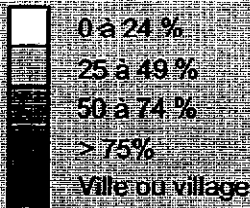
⁴ Cultures en serre, pépinières, vergers, etc.

Source : Statistique Canada, 1992



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Environnement
et de la Faune
Direction des écosystèmes aquatiques

SUPERFICIE EN CULTURE
(Superficie cultivée / Superficie totale)



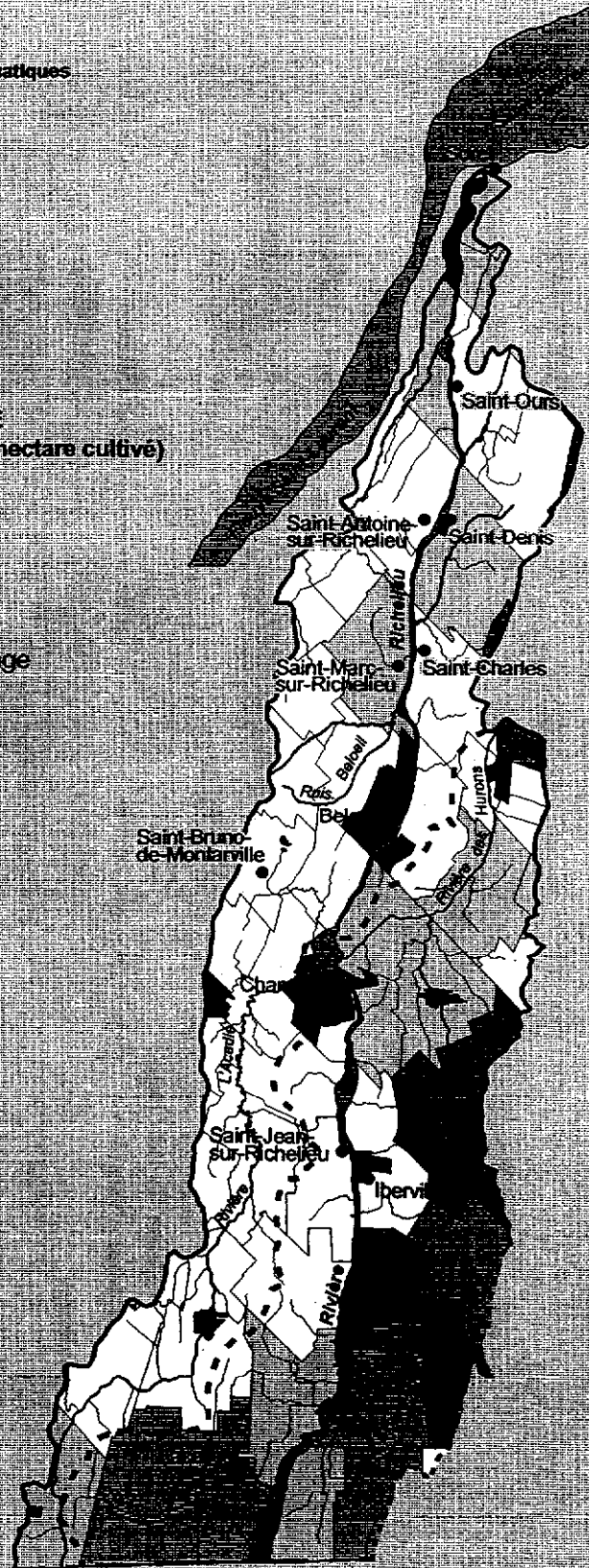
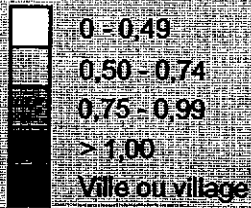
source: Statistique Canada, 1991

Figure 5 Pourcentage des terres cultivées dans le bassin de la rivière Richelieu en 1991



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Environnement
et de la Faune
Direction des écosystèmes aquatiques

DENSITÉ ANIMALE
(Unités animales / hectare cultivé)



source: Statistique Canada, 1991

Figure 6 Densité animale dans le bassin de la rivière Richelieu en 1991

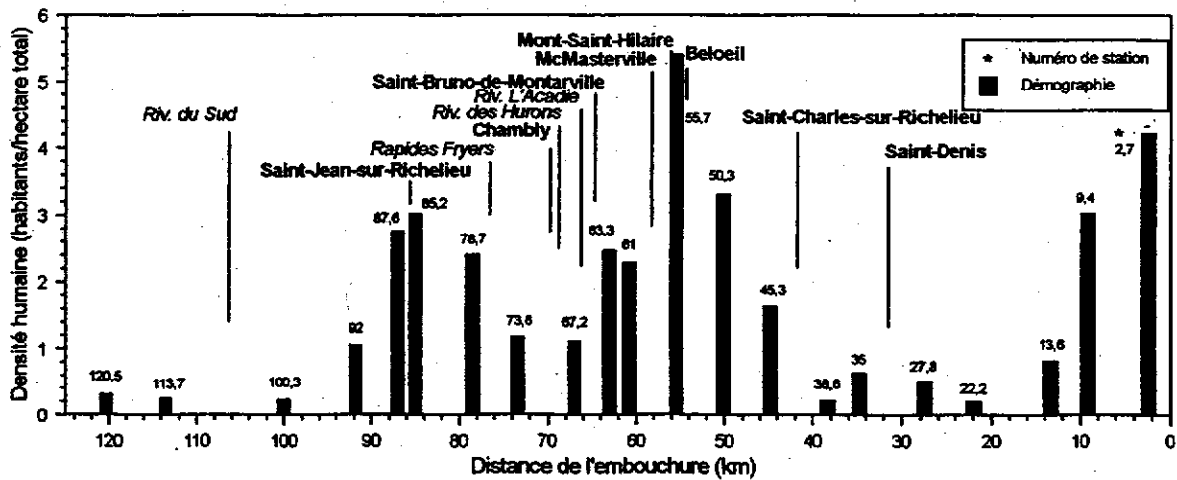
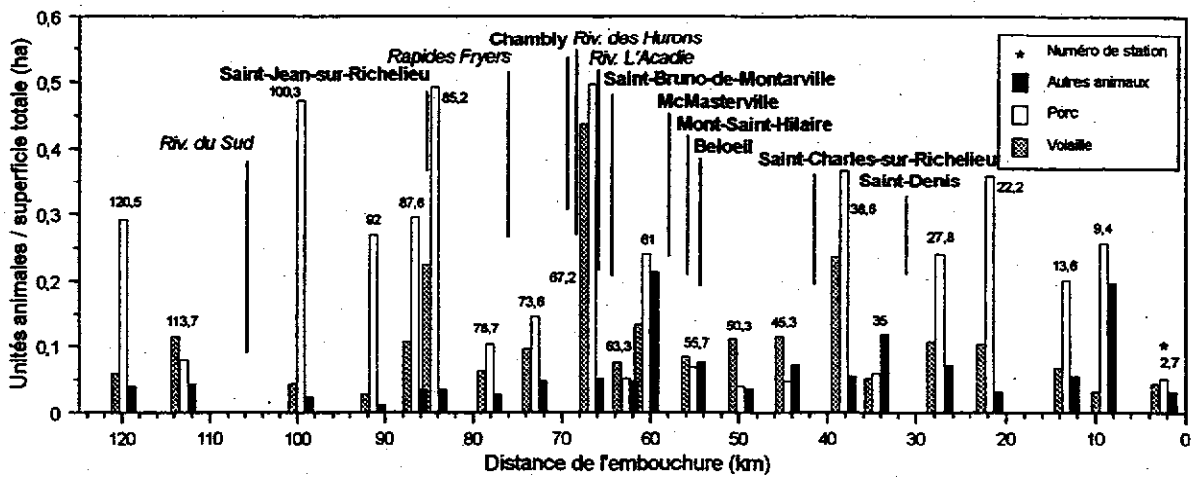
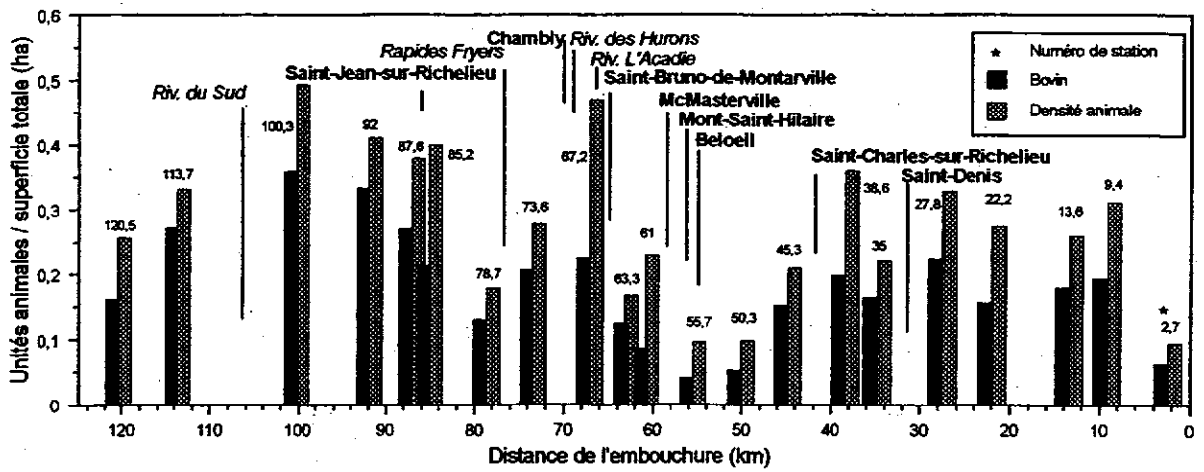


Figure 7 Profil des pressions associées à la densité animale et à la densité humaine, pour chaque zone de la rivière Richelieu délimitée par les stations d'échantillonnage biologique (1995)

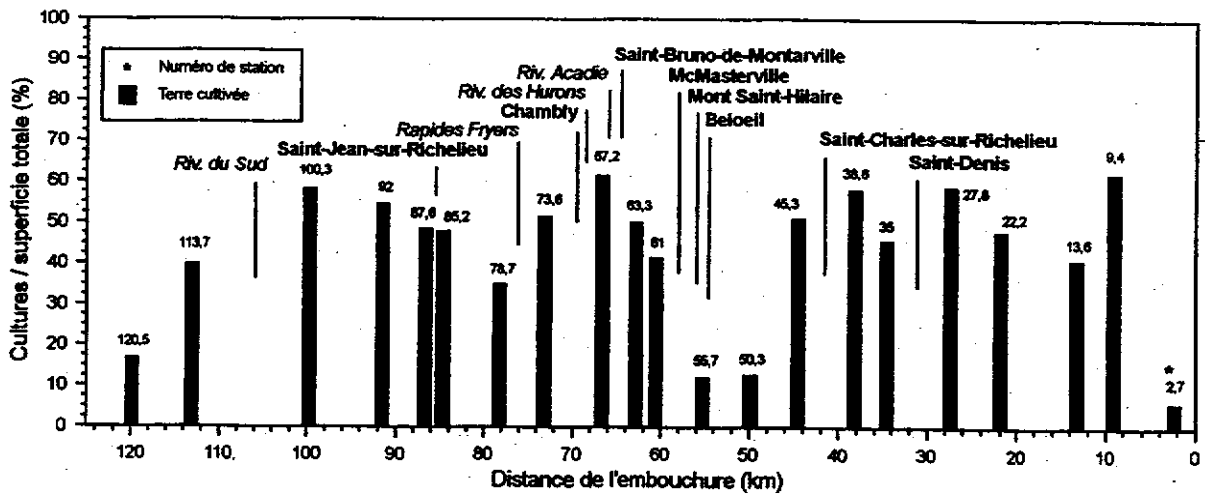
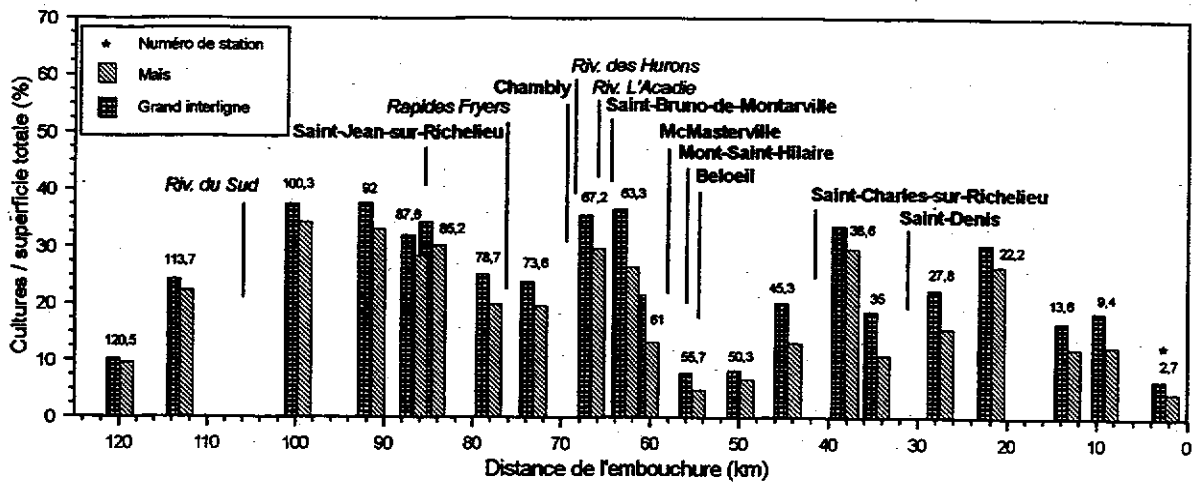
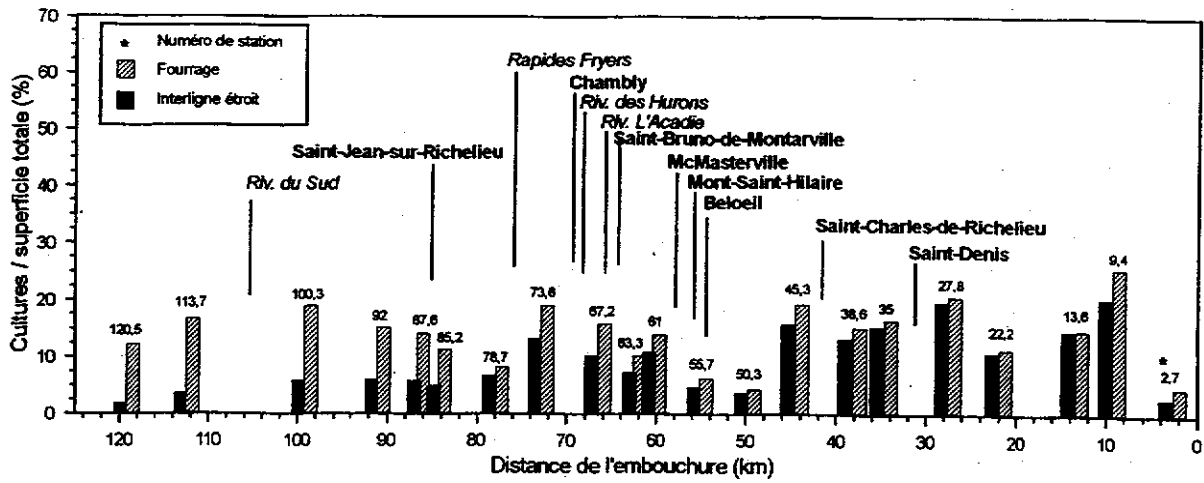
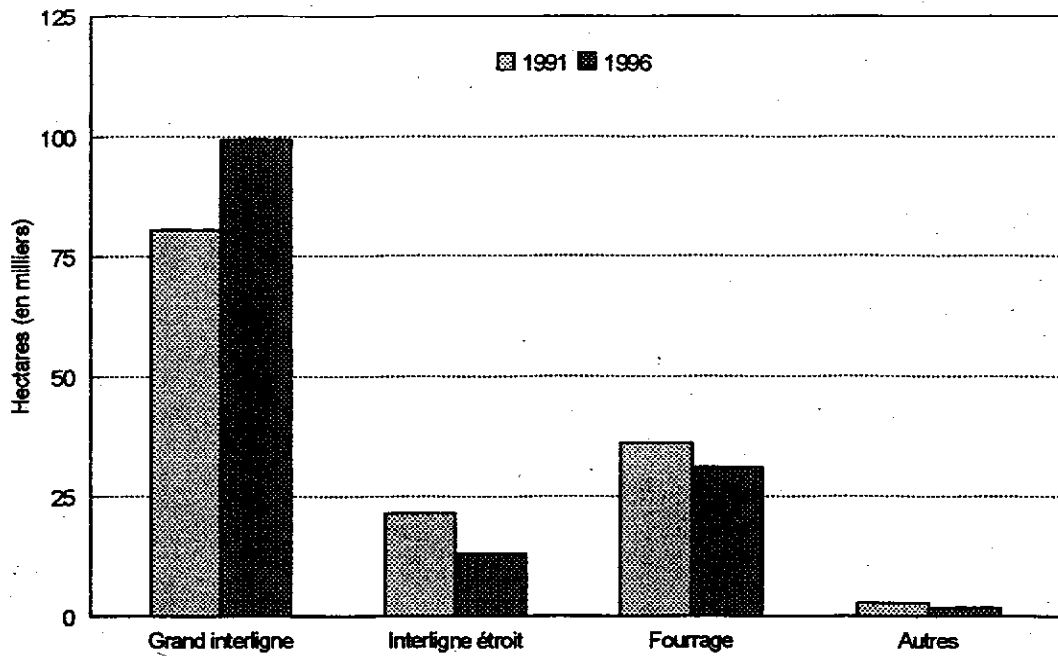


Figure 8 Profil des pressions agricoles associées aux superficies cultivées pour chaque zone de la rivière Richelieu délimitée par les stations d'échantillonnage biologiques (1995)

Évolution des cultures dans l'ensemble
du bassin du Richelieu



Évolution du cheptel dans l'ensemble
du bassin du Richelieu

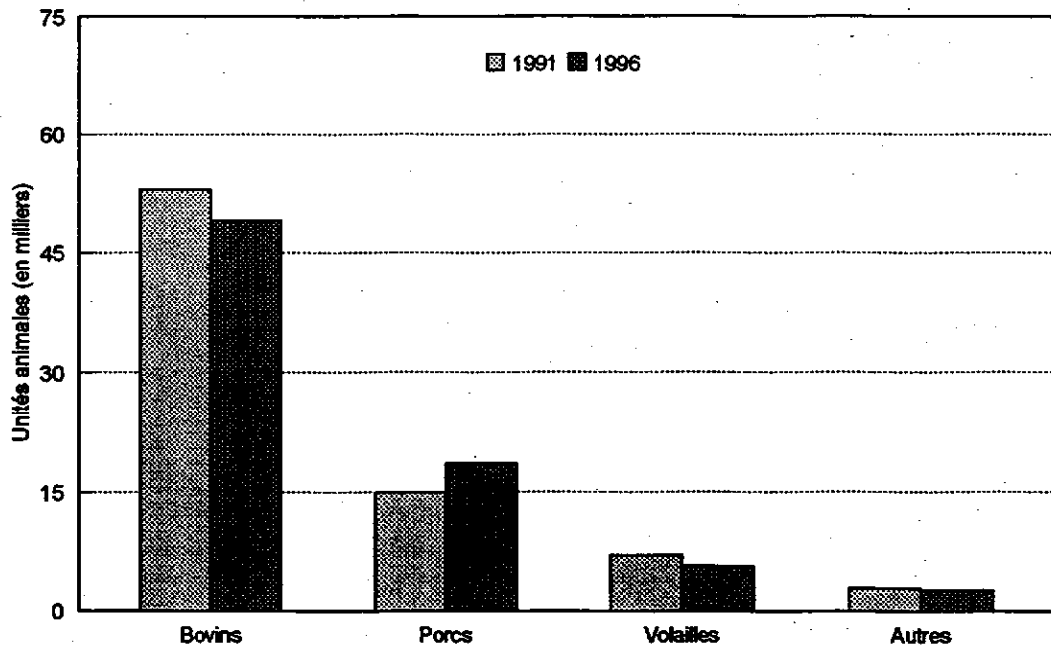


Figure 9 Évolution temporelle de la répartition des cultures et du cheptel, de 1991 à 1996, dans l'ensemble du bassin du Richelieu

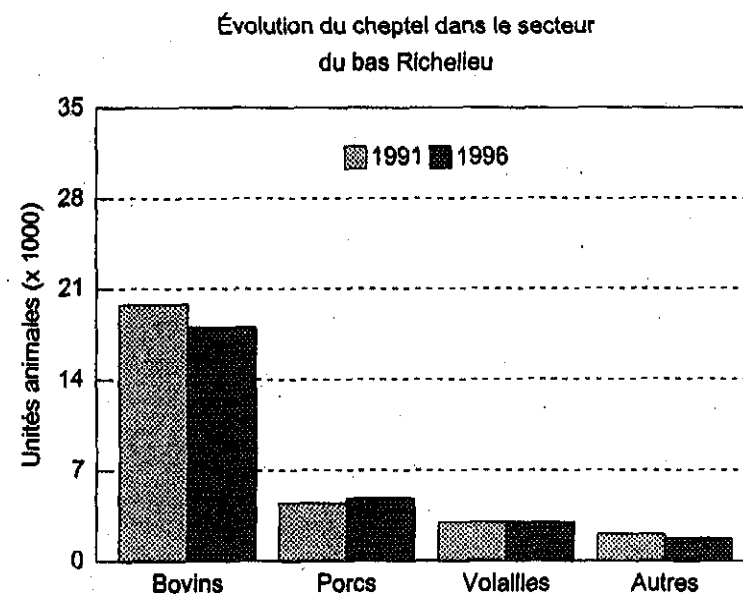
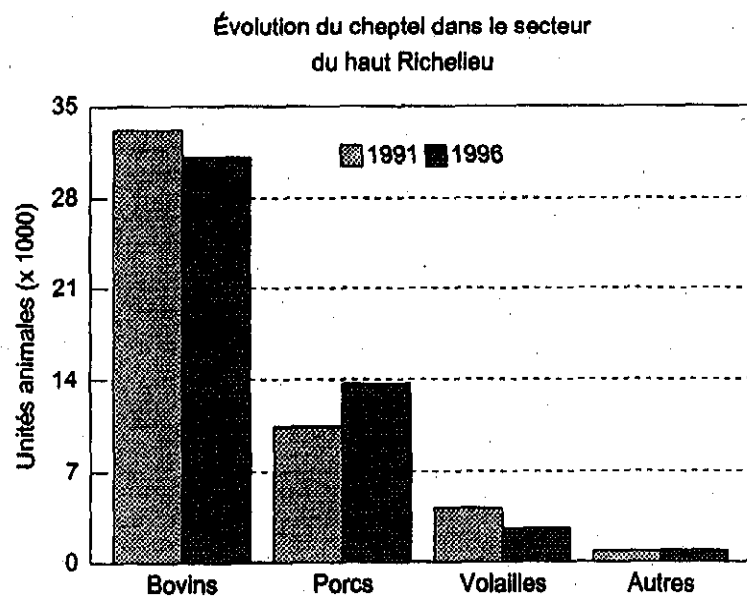
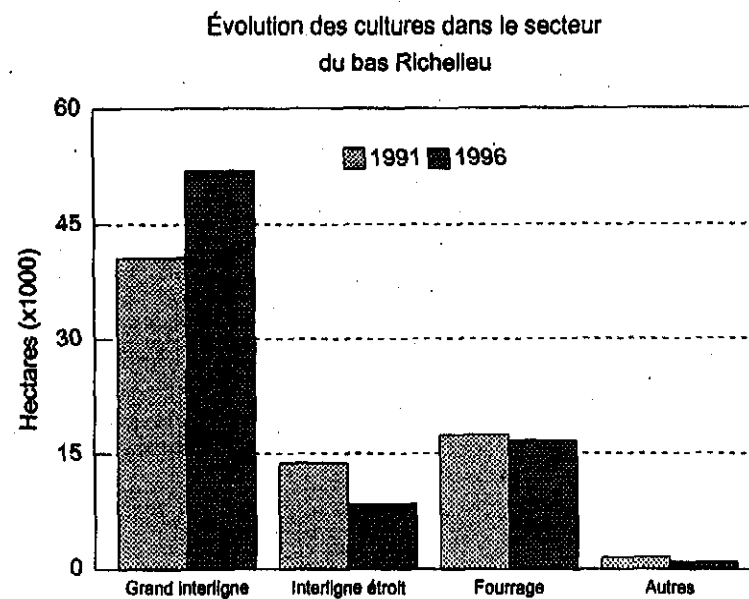
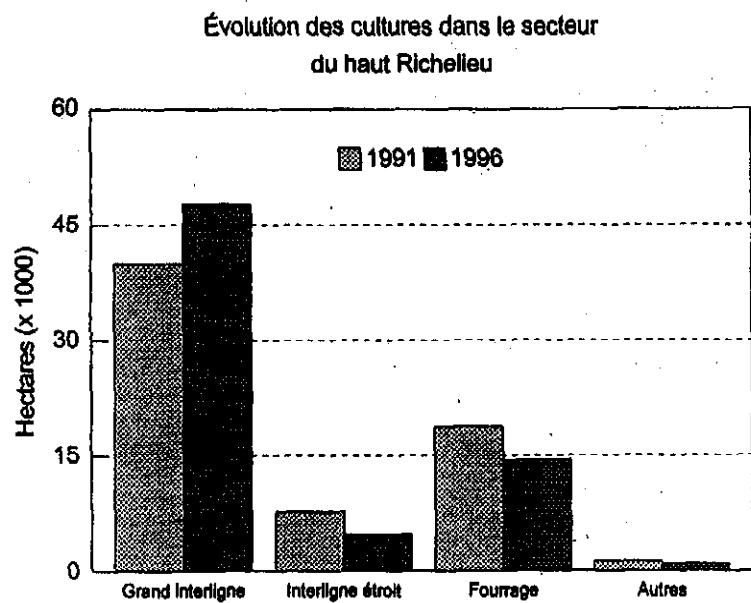


Figure 10 Évolution temporelle de la composition des cultures et du cheptel, de 1991 à 1996, dans le haut et le bas Richelieu

d'habitants et accueille chaque année un million de visiteurs. En plus d'offrir une vaste sélection d'activités récréatives, le lac Champlain sert de source d'eau potable à plus de 200 000 personnes et supporte une pêche commerciale limitée (McIntosh, 1989).

Selon LCC (1990), la portion américaine du bassin contient 66 stations d'épuration. En 1987, dans le contexte d'un vaste plan de réduction des apports de phosphore, de sources ponctuelles et diffuses, les États de New York et du Vermont proposaient notamment de procéder à la déphosphatation aux principales stations d'épuration existantes, situées dans le bassin du lac Champlain. L'État du Vermont envisageait l'adoption d'une loi pour y parvenir (Vermont Point Source Phosphorus Reduction Law).

Ainsi, 28 stations d'épuration du Vermont étaient visées par ce plan de réduction subventionné en totalité par le gouvernement. En 1998, selon le Lake Champlain Basin Program (LCBP, 1998), 18 stations d'épuration ont maintenant des équipements de déphosphatation qui leur permettent de réduire les concentrations en phosphore de l'effluent à 0,80 mg/l ou moins. Les autres stations devraient être pourvues des équipements nécessaires d'ici 2001.

En incluant la papeterie International Paper Company, située à Ticonderoga, dans l'État de New York, le bassin du lac Champlain compte sept rejets directs d'origine industrielle. Chacune des stations d'épuration et des entreprises industrielles possède un permis les autorisant à rejeter certaines concentrations de substances toxiques dans le milieu aquatique (LCC, 1990). À titre d'exemple, la papeterie International Paper Company de Ticonderoga déverse du chloroforme, du phtalate de di-n-butyl, de même que du 2,4-dichlorophénol et du 2,4,6-trichlorophénol. De plus, 96 sites d'enfouissement et 34 sites de déchets dangereux se trouvent dans le bassin. Une étude récente sur la contamination des sédiments du lac Champlain (McIntosh *et al.*, 1997) démontre que la baie de Cumberland est contaminée par des teneurs élevées en BPC, HAP, cuivre et zinc. L'analyse des sédiments de la baie Outer Mallets confirme la présence de fortes teneurs en métaux lourds (arsenic, nickel et manganèse). Par ailleurs, les résultats provenant de Inner Burlington Harbor indiquent des concentrations en métaux lourds (plomb, mercure, argent et zinc) et en HAP qui dépassent parfois les

critères. Enfin, bien que l'agriculture n'occupe que 10 % de la superficie totale, elle est à l'origine d'une pollution diffuse importante, qui se manifeste par des apports de substances nutritives et de matières en suspension. Ces apports affectent la qualité de l'eau de plusieurs ruisseaux et rivières et éventuellement celle du lac Champlain (McIntosh, 1989).

LE PROGRAMME D'ASSAINISSEMENT DES EAUX

La qualité de l'eau d'une rivière s'évalue en fonction des usages qu'elle permet. Les interventions d'assainissement urbain, industriel et agricole effectuées ou à venir visent toutes à récupérer ou à préserver des usages associés au milieu aquatique, ainsi qu'à protéger la vie aquatique. Dans ce but, plusieurs programmes ont été mis en place : le programme d'assainissement des eaux (PAEQ) et son successeur, le programme d'assainissement des eaux municipales (PADEM); le programme d'aide à l'amélioration de la gestion des fumiers (PAAGF), maintenant remplacé par le programme d'aide à l'investissement en agroenvironnement (PAIA) et, finalement, le programme de réduction des rejets industriels (PRRI).

Dans le bassin versant de la rivière Richelieu, le bassin de Chambly et la rivière elle-même permettent de pratiquer les activités récréatives, telles que la baignade, la planche à voile, le ski nautique et la navigation de plaisance. La beauté naturelle du Richelieu entraîne la création de parcs, d'aires de pique-nique et de pistes cyclables sur ses berges. En plus, une bonne partie des municipalités de ce bassin (environ 32) dépendent des eaux de surface pour s'alimenter en eau potable.

Bien qu'elle ne constitue pas à proprement parler un usage de l'eau, la vie aquatique est considérée comme tel. En améliorant et en maintenant la qualité des eaux et en protégeant les habitats naturels, on vise ainsi à maintenir un écosystème en santé dans le bassin de la rivière Richelieu. En 1995, on dénombrait 48 espèces de poissons (Saint-Jacques, 1998). Parmi les espèces propres au bassin du Richelieu, on compte le malachigan et le chevalier cuivré. La reconnaissance du caractère particulier de certains tronçons et tributaires de la rivière Richelieu pour la survie de plusieurs espèces de poissons a

mené à la création de sanctuaires de pêche visant la protection de sites de frai.

Assainissement urbain

Dans le bassin de la rivière Richelieu, 41 municipalités du bassin possédaient un réseau d'égout. En février 1998, 25 d'entre elles étaient desservies par 16 stations d'épuration construites dans le contexte du PAEQ (tableau 6). Parmi ces 16 stations 11 ont reçu un avis de conformité, c'est-à-dire qu'elles respectent les exigences environnementales. Les municipalités de Saint-Mathieu-de-Beloeil et Saint-Amable déservent une partie de leur population par des fosses septiques communautaires. Ainsi, plus des deux tiers de la population totale du bassin est raccordée à un réseau d'égout, et les eaux usées de 44 % de cette proportion de la population sont traitées (près de 87 000 personnes).

Des 14 agglomérations avec réseau sanitaire non encore desservies, neuf le seront d'ici la fin de 1999 (PAEQ et PADEM) grâce à la mise en service de quatre nouvelles stations d'épuration (figure 11 et annexe 1). À ce moment, 193 000 personnes seront desservies par une station d'épuration, soit 98 % de la population raccordée. Par ailleurs sept municipalités ont fait une demande de subvention au PADEM. La station d'épuration conjointe de Saint-Jean-sur-Richelieu, Iberville, Saint-Luc, Saint-Athanase et L'Acadie (Régie d'assainissement des eaux du haut Richelieu), mise en exploitation au printemps 1998, traitera les eaux usées de plus de 61 000 personnes, soit 31 % de la population raccordée du bassin du Richelieu. La réalisation de ce projet viendra compléter, à peu de choses près, l'assainissement urbain du haut Richelieu. Du même coup, il fera progresser l'assainissement industriel, puisque plusieurs entreprises industrielles importantes sont situées dans ces grands centres urbains et déversent leurs eaux résiduaires dans les réseaux d'égout municipaux. Un autre projet sera amorcé, dans le sous-bassin de la rivière des Hurons à l'été 1998, soit le remplacement de la station peu efficace de Sainte-Madeleine par des étangs aérés, qui permettront aussi de traiter les eaux usées de Sainte-Marie-Madeleine. Dans le bas Richelieu, l'usine d'épuration desservant les municipalités de Beloeil, Mont-Saint-Hilaire, Otterburn Park et McMasterville a démarré en février 1998 et traite les eaux usées de près de 36 000 personnes. Trois autres projets majeurs d'assainissement, soit d'une part le projet conjoint

des agglomérations de Saint-Bruno-de-Montarville et de Saint-Basile-le-Grand (prévu pour 1999), et d'autre part ceux des municipalités de Saint-Mathias-sur-Richelieu et de Carignan (prévus pour 1998), permettront de traiter les eaux usées de 19,4 % de la population du bassin raccordée à un réseau d'égout. Lorsqu'ils seront terminés, tous ces projets feront progresser l'assainissement urbain du bas Richelieu. Notons enfin que les fosses septiques communautaires qui desservent des secteurs des municipalités de Saint-Mathieu-de-Beloeil et de Saint-Amable sont inadéquates, car des problèmes majeurs de salubrité et d'esthétique (résurgence) subsistent, en plus des problèmes d'odeurs.

Treize des 16 stations construites dans le cadre du PAEQ procèdent à la déphosphatation de leurs eaux usées entre le 15 mai et le 15 novembre de chaque année. Cette opération est importante, puisqu'elle permet de réduire les concentrations de phosphore durant la période où la surfertilisation des eaux est le plus susceptible d'engendrer la prolifération excessive des algues et des plantes aquatiques. Le phosphore qui est naturellement l'élément nutritif le moins abondant dans le milieu aquatique (Wetzel, 1983) permet de limiter la production primaire. Bien que les quantités de phosphore d'origine urbaine soient moins importantes que celles d'origine agricole sur une base annuelle, elles exercent une grande influence sur la qualité de l'eau parce qu'elles sont déversées directement dans les cours d'eau.

Assainissement industriel

Dans le contexte du PRRI, 50 établissements industriels parmi les 521 répertoriés à l'échelle du bassin par la Direction des politiques du secteur industriel ont été jugés potentiellement polluants et retenus pour intervention (annexe 4). Il convient toutefois de préciser que pour la majorité des entreprises ciblées, les travaux d'assainissement exigés ont été définis sur une base technologique, sans tenir compte de la capacité du milieu récepteur c'est-à-dire des objectifs environnementaux de rejets calculés par le MEF. Une deuxième étape d'assainissement devrait donc éventuellement tenir compte du milieu récepteur, pour que l'on puisse statuer que les interventions d'assainissement sont « terminées ». En raison de la diversité des établissements visés par des mesures d'assainissement, l'ampleur et la qualité des correctifs à apporter peuvent varier beaucoup d'une entreprise à l'autre. Par conséquent, un simple bilan

Tableau 6 État de situation de l'assainissement urbain dans le bassin de la rivière Richelieu 1998

	Haut Richelieu	Bas Richelieu	Total
<u>Population</u>			
Totale (A)	135 086	141 210	276 296
Raccordée à un réseau d'égout (B)	92 801	103 656	196 457
(% B/A)	69	73	71
Desservie par une station d'épuration (C)	30 245	56 731	86 976
(% C/B)	33	55	44
En 1995, % de la population desservie			30
<u>Municipalités</u>			
Totales	28	26	54
Avec réseau d'égout	20	21	41
Dont les eaux usées sont traitées	14	13	27
<u>Stations d'épuration</u>			
En service actuellement	10	8	18
Avec avis de conformité	6	5	11
Projetées	1	3	4

Source : MAM, Direction des infrastructures, février 1998

des interventions d'assainissement qui ne repose que sur le nombre de cas « terminés » ne peut traduire adéquatement l'état d'avancement réel des travaux. Dans le haut Richelieu, la moitié des entreprises industrielles sont situées dans le secteur de Saint-Jean-sur-Richelieu et touchent divers domaines d'activités : agro-alimentaire, métallurgie, chimie et textile. Dans le bas Richelieu, les entreprises sont plutôt éparpillées sur le territoire et oeuvrent principalement dans le secteur agro-alimentaire (figure 12). La répartition de ces entreprises par secteur d'étude montre que la majorité (66 %) se trouvent dans le haut Richelieu (tableau 7). À l'échelle du bassin, un bilan des interventions révèle que 38 entreprises polluantes ont terminé les travaux d'assainissement exigés par le MEF et que 5 autres ont fermé entre 1995 et 1998.

Il faut souligner que les renseignements disponibles pour l'évaluation des pressions industrielles restent en général très fragmentaires. Ainsi, des données parcellaires existent sur les charges en contaminants des principaux établissements industriels; mais pour plusieurs entreprises qui déversent des charges non négligeables dans le milieu récepteur, très peu de renseignements sont disponibles. Pour ces raisons, il est présentement impossible de faire une estimation quantitative des pressions industrielles au même titre que celle des pressions agricoles et des pressions urbaines. On considère toutefois que le traitement des rejets industriels, effectué par une station d'épuration municipale conforme aux exigences du MEF, permet généralement de respecter les exigences de rejet établies pour les paramètres conventionnels (coliformes fécaux, DBO₅, phosphore et MES).

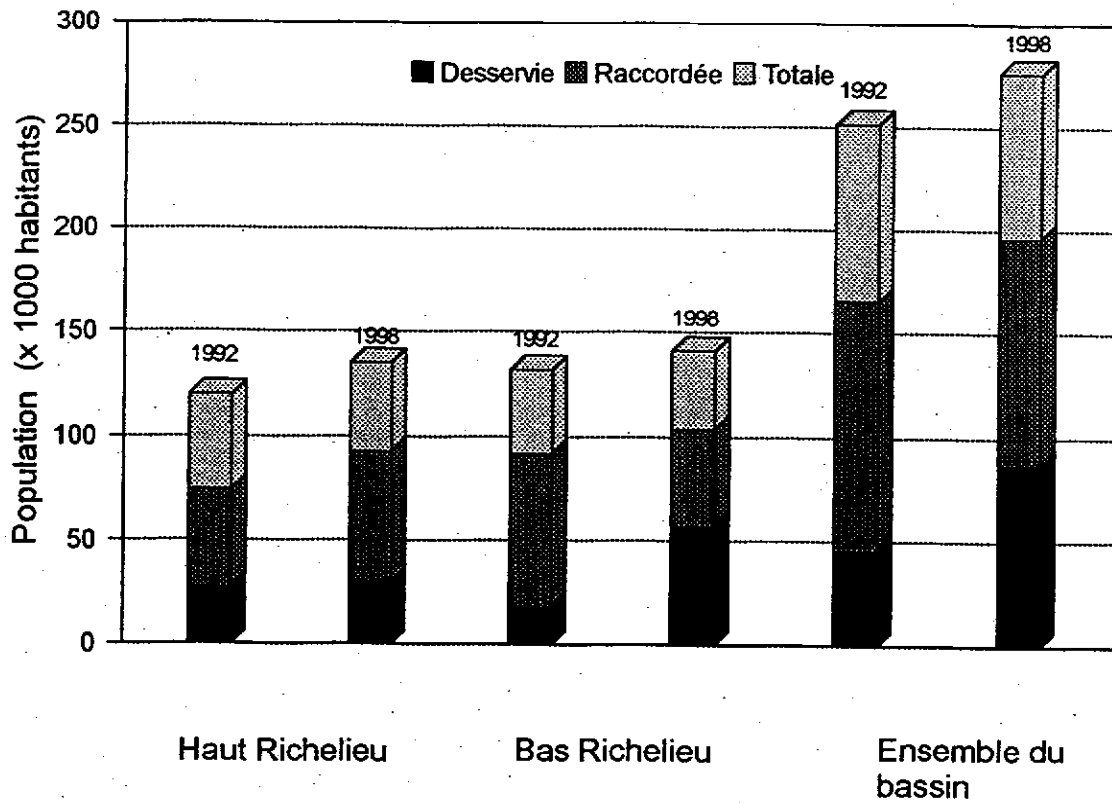
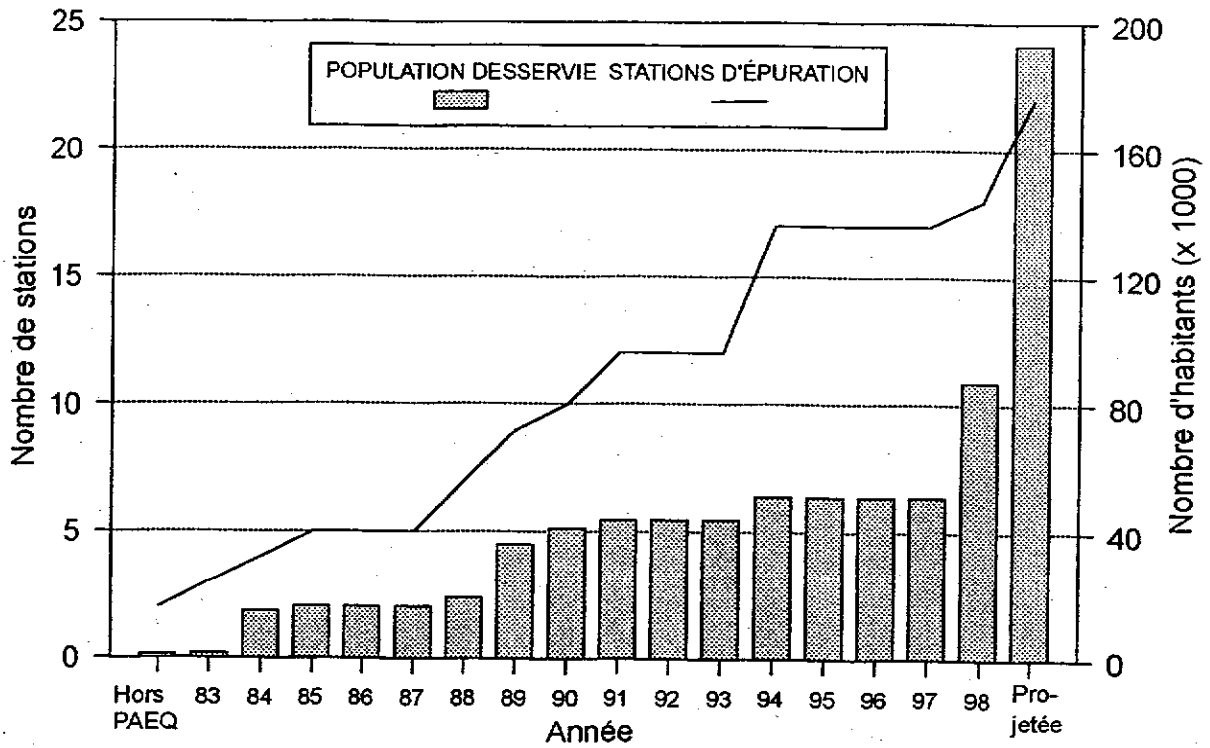


Figure 11 Évolution du programme d'assainissement des eaux municipales (PAEQ et PADEM) dans le bassin de la rivière Richelieu

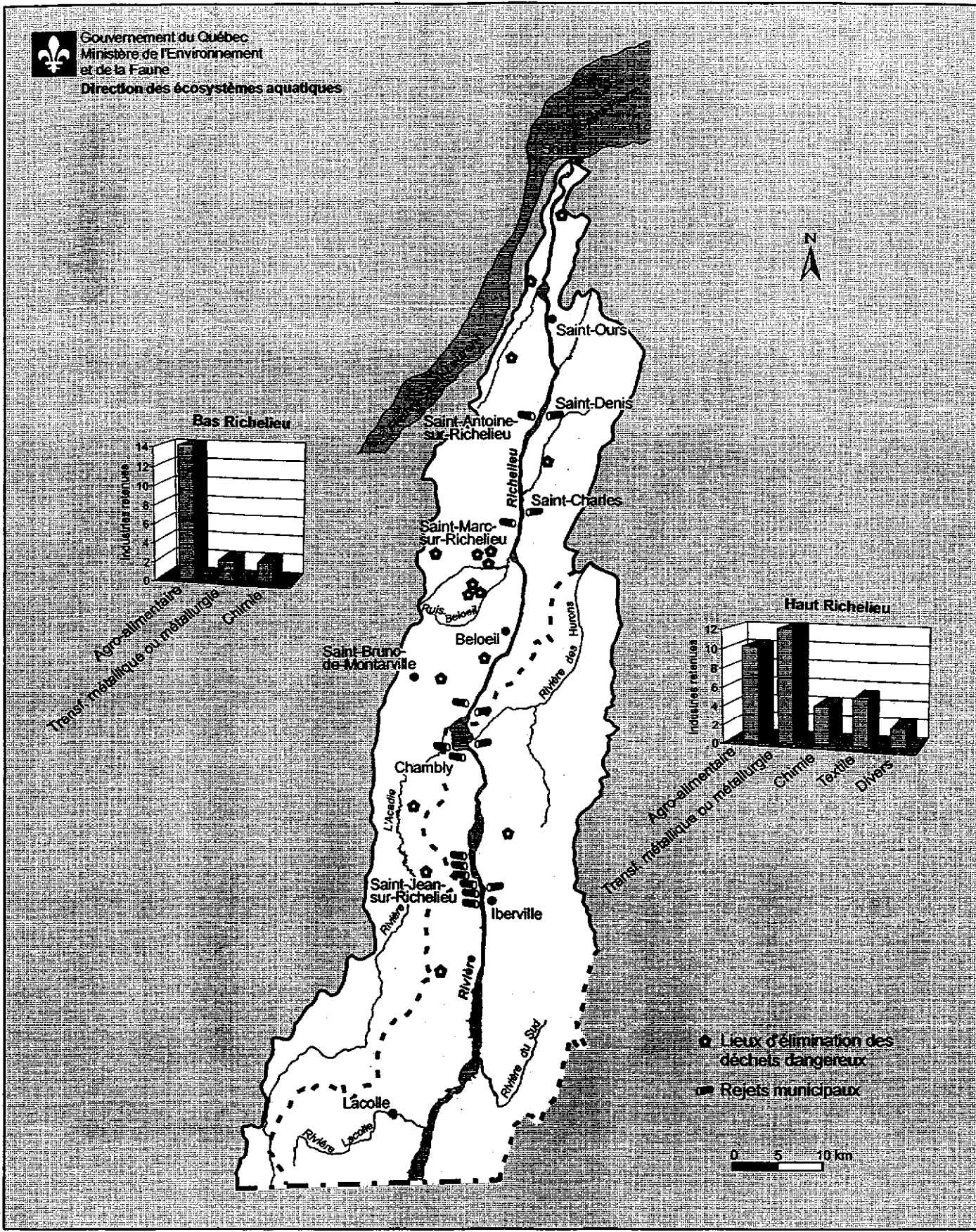


Figure 12 Rejets municipaux non traités, lieux d'élimination des déchets dangereux et industries retenues pour intervention d'assainissement dans le bassin de la rivière Richelieu en 1998

Tableau 7 Interventions d'assainissement industriel et agricole dans le bassin de la rivière Richelieu

	Haut Richelieu	Bas Richelieu	Total
<i>Volet industriel¹</i>			
Nombre d'entreprises manufacturières	310	211	521
Nombre d'entreprises retenues pour intervention par le PAEQ	33	17	50
Nombre d'entreprises ayant terminé leurs travaux d'assainissement	23	15	38
Nombre d'entreprises ayant fermé en 1995 ou 1996	5	0	5
<i>Volet agricole</i>			
Nombre de fermes ²	892	1 058	1 950
Aide financière versée dans le cadre du PAAGF (\$) entre 1988 et 1997	4 477 435	1 217 059	5 694 493
Nombre d'interventions dans le cadre du PAAGF ³ entre 1988 et 1997	170	52	222

¹ Source : MEF, Direction des politiques du secteur industriel, 1996, révisé en novembre 97

² Comptabilisées selon les statistiques de 1996

³ PAAGF : Programme d'aide à l'amélioration de la gestion des fumiers

Une bonne partie des entreprises retenues appartiennent au secteur agro-alimentaire (24); les autres se répartissent dans les secteurs de la transformation métallique (10), de la chimie (6), des textiles (5), de la métallurgie (3), des pâtes et papiers (1) et autres (1). On note de plus que dans le haut Richelieu, la vaste majorité (80 %) des industries polluantes visées déversent leurs eaux usées dans les réseaux d'égout municipaux, tandis que dans le bas Richelieu, ce pourcentage tombe à 12.

L'emplacement des lieux d'élimination des déchets dangereux apparaît à la figure 12. Chacun des lieux relevés a fait l'objet d'une classification préliminaire en fonction du risque potentiel qu'il représente pour la santé humaine et la qualité de l'environnement (MEF, 1991). Les catégories sont les suivantes : catégorie I (potentiel de risque élevé); catégorie II (potentiel de risque moyen); catégorie III (faible potentiel de risque); catégorie IIIR (lieu restauré à faible potentiel de risque) et catégorie terminée

déclassée (intervention terminée). Dans le bassin de la rivière Richelieu, 17 sites sont répertoriés, dont 3 dans la catégorie I (Saint-Amable, Saint-Basile-le-Grand et Sainte-Julie), 6 dans la catégorie II et 8 dans la catégorie III.

Assainissement agricole

La production de fumier et de lisier qui découle des activités d'élevage est susceptible d'entraîner des problèmes de contamination des plans d'eau lors de l'entreposage (pollution ponctuelle) et lors de l'épandage subséquent (pollution diffuse). Le PAAGF –lancé conjointement par le MENVIQ et le MAPAQ en 1988, et relevant seulement du MAPAQ depuis avril 1993– avait pour objectif d'offrir une aide aux éleveurs pour la construction ou l'agrandissement d'une structure adéquate d'entreposage des fumiers ou la modification/réparation de structures existantes. Il prévoyait également des subventions pour l'achat et

l'installation d'équipement de traitement des eaux de laiterie, de même que pour l'obtention de certains crédits à l'investissement. Ce programme a été remplacé par le PAIA en mars 1997.

Le nombre d'interventions subventionnées et le montant de l'aide financière versée par secteur d'étude dans le cadre du PAAGF apparaissent au tableau 7. De 1988 à 1997, 222 interventions ont été subventionnées dans le bassin de la rivière Richelieu, pour un montant total de près de 5 700 000 \$. La plus grande partie de cette somme a été distribuée dans le secteur du haut Richelieu. La répartition des subventions par municipalité et par volet du programme de même que les sommes attribuées par année apparaissent aux annexes 5 et 6.

QUALITÉ DES EAUX DE SURFACE

Matériel et méthode

Provenance des données

Les données de qualité de l'eau sont extraites de la banque de données sur la qualité de l'eau du milieu aquatique (BQMA), gérée par la Direction des écosystèmes aquatiques du MEF. Les descripteurs utilisés sont de type conventionnel : ions majeurs, substances nutritives, descripteurs physiques et biologiques. Les contaminants organiques, comme les pesticides, les BPC et les HAP, sont exclus. Au total, 41 échantillons en provenance de six stations du réseau-rivières (B07, C09, B10, B12, C13, C17) ont été prélevés de mai à octobre 1995 dans le bassin de la rivière Richelieu (figure 13, annexe 7a). De plus, 42 échantillons provenant de 21 stations du réseau biologique prélevés en juillet et en septembre 1995 serviront aussi à évaluer la qualité de l'eau de la rivière Richelieu pour la période estivale (figure 13, annexe 7b). La fréquence de prélèvement est mensuelle. Contrairement aux stations du réseau-rivières, situées au centre des cours d'eau, les stations du réseau biologique sont positionnées à proximité des rives droite et gauche de la rivière Richelieu. La qualité de l'eau peut s'avérer différente entre ces deux réseaux, en raison de la largeur importante du Richelieu et de l'emplacement riverain des sources de pollution.

Pour le réseau biologique, les eaux de la rive droite et de la rive gauche ont été échantillonnées et mélangées ensemble. Les analyses de qualité de l'eau

n'ont été effectuées que sur l'échantillon combiné des deux rives. Pour les deux réseaux, un échantillon intégré de la colonne d'eau a été prélevé à l'aide de bouteilles lestées descendues à proximité du fond et remontées lentement jusqu'à la surface. Les échantillons ont été réfrigérés à 4 °C et acheminés en dedans de 24 heures au laboratoire du ministère de l'Environnement et de la Faune.

Méthode d'analyse des données

Les statistiques descriptives en rapport avec les paramètres de qualité de l'eau analysés sont présentées à l'annexe 8 pour chacune des stations des deux réseaux. Des renseignements sur les méthodes d'analyse de laboratoire (prétraitement des échantillons et seuil de détection) apparaissent à l'annexe 9.

Les données sur les pressions agricoles cumulées ont été utilisées pour effectuer les corrélations (Spearman) entre la qualité de l'eau et l'utilisation du territoire. Les pressions agricoles sont dites cumulées lorsque les statistiques agricoles à une station incluent les statistiques agricoles de toutes les autres stations en amont. Par exemple, les pressions agricoles calculées à la station 100,3 incluent celles des stations 100,3, 113,7 et 120,5. La distance entre chaque station étant de 5 km seulement, au maximum, les pressions agricoles exercées sur le milieu aquatique qui environne une station se répercutent probablement sur la station suivante. Yoger et Rankin (1994) ont évalué que la zone de dégradation variait selon la source de pollution (conventionnelle ou toxique) et pouvait s'étendre jusqu'à 50 kilomètres. Les relations ont été effectuées entre les variables suivantes : les divers types de cultures (hectares cultivés/superficie totale (ha)), telles que le grand interligne (maïs) et l'interligne étroit, les divers types d'animaux (unités animales/superficie totale), tels que les bovins et les porcs, la densité humaine (nombre de personnes/superficie totale) et les différents paramètres de l'eau (phosphore, azote, DBO₅, etc.). Seules les relations significatives ($p < 0,05$, $0,01$ et $0,001$) sont retenues et énoncées dans le rapport (annexe 10).

Afin de synthétiser les données, nous avons calculé un indice de qualité de l'eau (IQBP ; Hébert, 1996) basé sur des descripteurs bactériologiques et physico-chimiques conventionnels. L'IQBP, qui utilise les

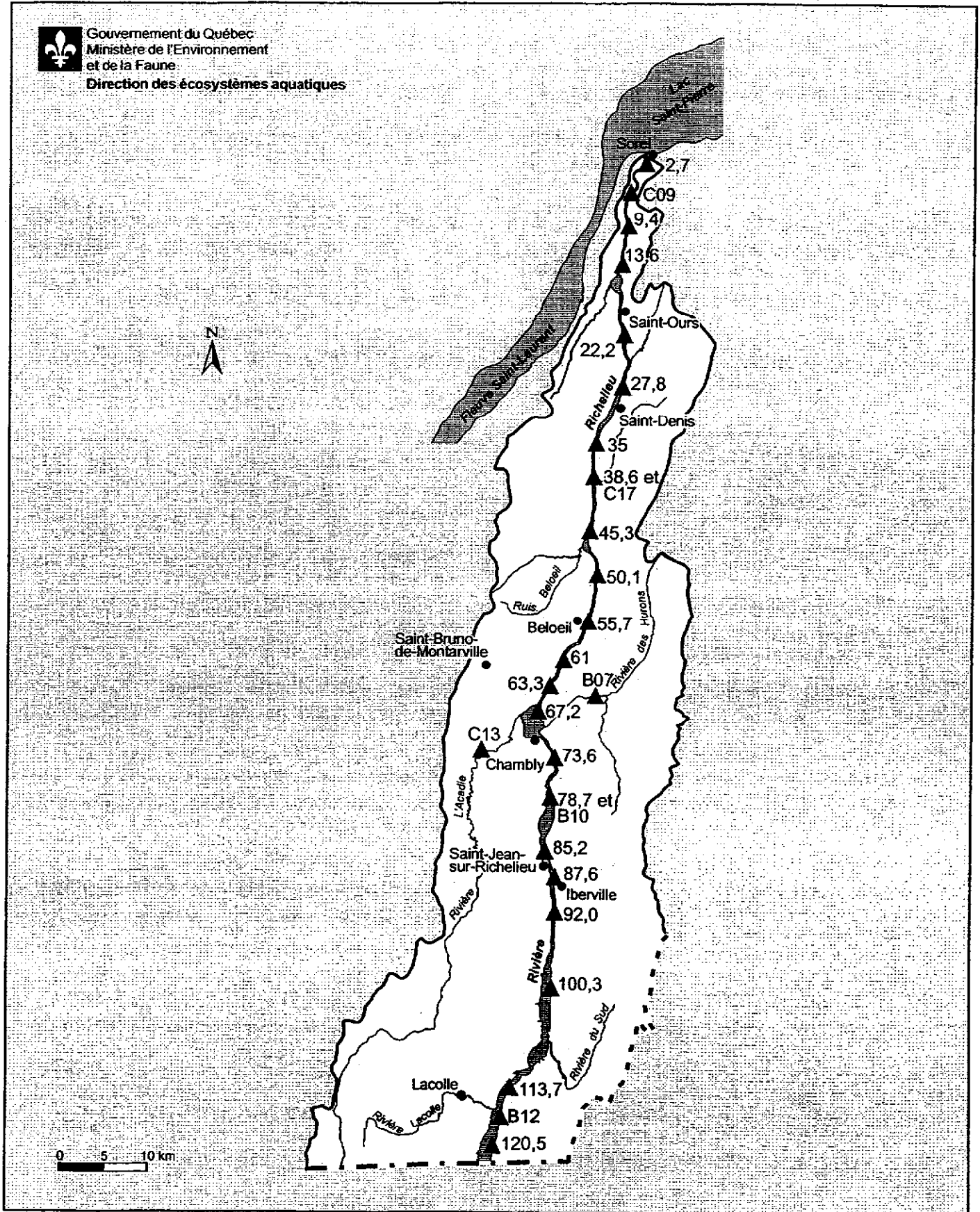


Figure 13 Emplacement des stations d'échantillonnage sur la rivière Richelieu en 1995

mesures de dix descripteurs, est calculé pour chaque échantillon prélevé à chacune des stations échantillonnées lors de la tournée estivale de 1995. La cote de l'IQBP est déterminée selon le paramètre ayant la valeur la plus faible (facteur déclassant) au sein de l'échantillon. Le pointage final attribué à une station correspond à la médiane des cotes individuelles calculées pour cette station. Selon la valeur de l'IQBP, un classement en cinq catégories détermine si la qualité de l'eau est bonne, satisfaisante, douteuse, mauvaise ou très mauvaise. Dans le cas de la rivière Richelieu, l'IQBP a été calculé à partir des données de qualité d'eau du réseau-rivières (IQBP réseau-rivières) et des données de qualité d'eau du réseau biologique (IQBP réseau biologique). En raison de la disponibilité des données, une version modifiée de l'IQBP a été calculée pour les deux réseaux. Ainsi, l'IQBP du réseau-rivières (IQBP_r) a utilisé neuf des dix paramètres conventionnels, soit la turbidité, les matières en suspension, l'azote, les nitrites-nitrates, l'azote ammoniacal, le phosphore total, le pH, les coliformes fécaux et la DBO₅. L'IQBP du réseau biologique (IQBP_b) a été calculé à l'aide de quatre paramètres conventionnels, soit le phosphore, la DBO₅, les coliformes fécaux (paramètres clés pour le suivi de l'assainissement) ainsi que la turbidité.

Variation spatiale de la qualité de l'eau (du réseau biologique)

Les données de qualité de l'eau du réseau biologique (échantillonnées en rive) signalent des concentrations moyennes d'azote total oscillant autour de 0,32 mg/l, ce qui reflète une eau de qualité satisfaisante (figure 14). Par ailleurs, on enregistre des pics au mois de juillet, aux stations situées en aval des rivières agricoles du Sud, des Hurons et L'Acadie. Pendant la tournée d'échantillonnage de juillet, il est tombé de 30 à 40 mm de pluie selon la région; alors qu'en septembre on enregistre seulement de 1 à 8 mm de pluie. On perçoit très clairement l'impact des activités agricoles qui engendrent une pollution diffuse par suite d'un événement pluvieux provoquant du ruissellement. En effet, le lessivage des terres entraîne des concentrations importantes d'azote, de phosphore et de matières organiques dans le cours d'eau. Il y a une relation entre les concentrations d'azote et les superficies à grand interligne ($r_s = 0,44$; $p < 0,05$), dont le maïs ($r_s = 0,47$; $p < 0,03$). Ainsi, plus la superficie des cultures de maïs, soya, pommes de terre ou légumes est importante dans une zone, plus les concentrations en

azote augmentent dans la rivière Richelieu (annexe 10). À Saint-Jean-sur-Richelieu, Iberville, L'Acadie et Saint-Luc, qui regroupent une population humaine importante dont les eaux usées n'étaient toujours pas traitées en 1995, les concentrations d'azote sont près de 1 mg/l, soit un niveau où les eaux sont considérées comme enrichies en azote. Bien que le MEF n'ait pas retenu de critère de qualité pour l'azote total, mentionnons que la Swedish Environmental Protection Agency » (SEPA, 1991) juge élevées les concentrations d'azote total situées entre 0,75 et 1,50 mg/l. Les pics sont présents lors des deux périodes d'échantillonnage, à cause de la constance (en temps de pluie ou en temps sec) des rejets de sources ponctuelles que constituent les eaux usées non traitées des agglomérations de Saint-Jean-sur-Richelieu et les environs.

Les concentrations de phosphore total augmentent de l'amont vers l'aval du bassin (figure 14). La concentration moyenne est de 0,090 mg/l, ce qui dépasse le critère établi à 0,030 mg/l pour contrôler l'eutrophisation des cours d'eau (MENVIQ, 1992). Aux stations 100,3 (en aval de la rivière du Sud), 63,3 (en aval des rivières des Hurons et L'Acadie), 50,3 (en aval de Beloeil) et 28,7 (Saint-Denis), les concentrations de phosphore sont, comme pour l'azote, plus importantes au mois de juillet, signe de pollution diffuse. Les résultats démontrent notamment que plus les superficies cultivées sont importantes, plus les concentrations de phosphore en suspension augmentent dans la rivière (annexe 10). À la station de Saint-Jean-sur-Richelieu, les concentrations de phosphore demeurent élevées, tant au mois de juillet qu'au mois de septembre. Le rejet des eaux usées non traitées est responsable de la hausse du phosphore. L'analyse des résultats révèle que les concentrations de phosphore total augmentent notamment avec la densité humaine ($r_s = 0,52$; $p = 0,02$). Des relations existent aussi entre la turbidité, la DBO₅ et la densité humaine (annexe 9). Puisque 70 % de la population n'était pas desservie par une station d'épuration en 1995, il n'est pas étonnant de trouver une relation entre le nombre de personnes sur le territoire et certains descripteurs de la qualité de l'eau utilisés notamment pour évaluer l'impact de l'assainissement urbain sur le milieu aquatique. Par ailleurs, puisque la qualité de l'eau est influencée par l'ensemble des activités agricoles, urbaines et industrielles présentes sur le territoire, on ne peut s'attendre qu'une seule variable de pression (superficies cultivées ou densité humaine) explique

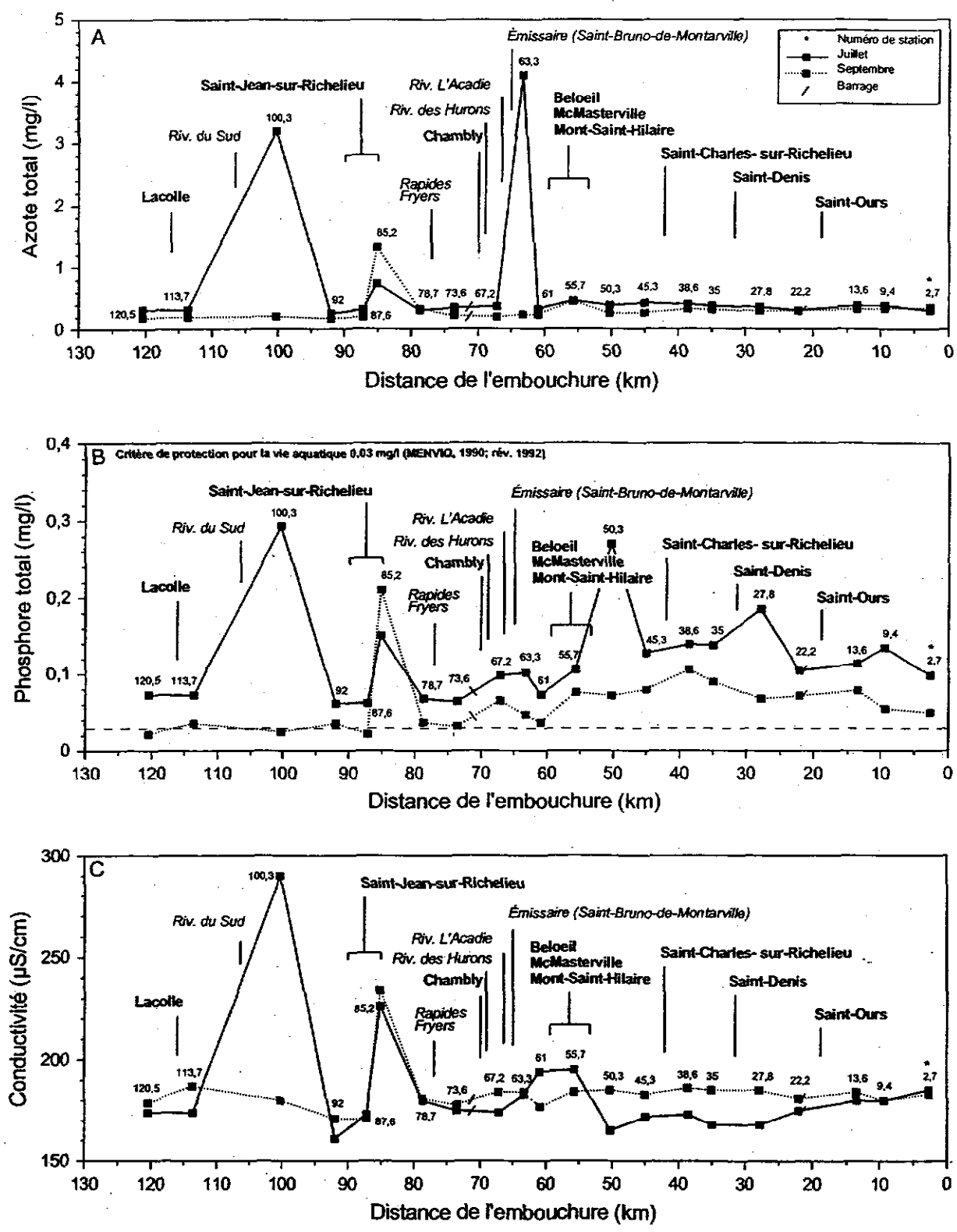


Figure 14 Profil longitudinal des mesures d'azote (A), de phosphore (B) et de conductivité (C) enregistrées aux stations biologiques de la rivière Richelieu en juillet et septembre 1995

l'ensemble de la variance observée pour les descripteurs de la qualité de l'eau.

La conductivité est une mesure de la quantité de solides dissous dans l'eau. Les valeurs de conductivité sont relativement stables de l'amont vers l'aval du bassin versant (figure 14). Au mois de juillet, les valeurs maximales sont observées en aval du tributaire de la rivière du Sud (territoire cultivé à 76 %) ainsi qu'en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu. L'impact des eaux usées non traitées de la plus importante agglomération du bassin sur la qualité de l'eau est clairement démontré.

La demande biologique en oxygène (DBO₅) est une mesure de la quantité d'oxygène dissous consommé par les bactéries pour dégrader la matière organique contenue dans l'eau. Dans la rivière Richelieu, elle varie peu, avec une moyenne globale de 1,28 mg/l (figure 15). Le critère de 3 mg/l établi pour empêcher l'appauvrissement du cours d'eau en oxygène est respecté partout, sauf aux stations situées en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu et de Saint-Denis, où les valeurs de DBO₅ atteignent respectivement 5,1 et 4 mg/l en septembre. Les apports importants de matière organique biodégradable contenus dans les eaux usées non traitées des municipalités de Saint-Jean-sur-Richelieu et de Saint-Denis ainsi que dans les rejets industriels agro-alimentaires (Aliments Carrière inc. Division Saint-Denis) induisent cette forte demande biochimique en oxygène.

La turbidité de l'eau augmente de l'amont vers l'aval du bassin versant (figure 15). Les pluies de juillet causent une augmentation importante de la turbidité en aval de la rivière du Sud (dont 41 % du territoire est cultivé en maïs), ainsi que dans la portion aval du bassin, soit entre Beloeil et l'embouchure. Dans ce secteur, la turbidité dépasse 10 UTN, valeur jugée élevée.

La mesure des coliformes fécaux constitue un indicateur du degré de contamination de l'eau par des déjections humaines et animales. La variation des concentrations de coliformes fécaux est importante de l'amont vers l'aval et, à certaines stations, entre les périodes d'échantillonnage. Pour les deux périodes d'échantillonnage, la station de Saint-Jean-sur-Richelieu enregistre une forte contamination bactériologique démontrant l'impact du rejet des eaux usées non traitées. On observe un cas semblable en aval des agglomérations de McMasterville, Beloeil et Saint-Charles-sur-

Richelieu, mais avec des écarts importants entre les deux échantillonnages. Le nombre d'émissaires et leur position par rapport aux stations de mesure, de même que l'heure du jour où les prélèvements ont été effectués sont autant de facteurs pouvant expliquer cette variation des mesures. Un fait demeure cependant : la qualité bactériologique est mauvaise dans les zones qui reçoivent des eaux usées municipales non traitées. À la station située en aval de la rivière du Sud, l'augmentation des concentrations de coliformes fécaux fait suite à un événement pluvieux (juillet). Cette contamination microbienne peut être d'origine animale (épandage de fumier) ou d'origine humaine; malgré que les eaux usées urbaines soient toutes traitées dans le sous-bassin de la rivière de Sud, les ouvrages de surverse des réseaux d'égout peuvent déverser, en temps de pluie, des eaux usées non traitées et ainsi entraîner une augmentation des concentrations en phosphore et en coliformes fécaux dans le cours d'eau.

Indice de qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP)

L'IQBP calculé est un indice de qualité modifié, car seulement neuf paramètres ont été utilisés pour les données du réseau-rivières (IQBP_r) et quatre pour le réseau biologique (IQBP_b), comparativement à dix pour l'IQBP standard. Le but n'est pas de comparer les deux indices, car l'IQBP du réseau biologique reflète la qualité de l'eau en rive, tandis que l'IQBP du réseau-rivières traduit davantage la qualité générale de l'eau au centre de la rivière, dans des zones de mélange. Ainsi, la différence observée entre ces deux IQBP aux mêmes stations peut être facilement expliquée par la différence entre les sites d'échantillonnage des deux réseaux. L'objectif est de mieux comprendre l'impact des pressions exercées sur le milieu grâce aux diverses données disponibles sur la qualité de l'eau, et ce, tout au long de la rivière.

IQBP du réseau-rivières (IQBP_r)

L'IQBP du réseau-rivières signale une bonne qualité de l'eau à la station de Lacolle (tableau 8). Les concentrations en phosphore sont faibles et ne dépassent qu'occasionnellement le critère de 0,03 mg/l établi pour contrôler l'eutrophisation des cours d'eau. Simoneau (1993) signalait de faibles concentrations de substances nutritives, de matières solides dissoutes et de métaux; il qualifiait les eaux de claires, douces et de bonne qualité à cette station.

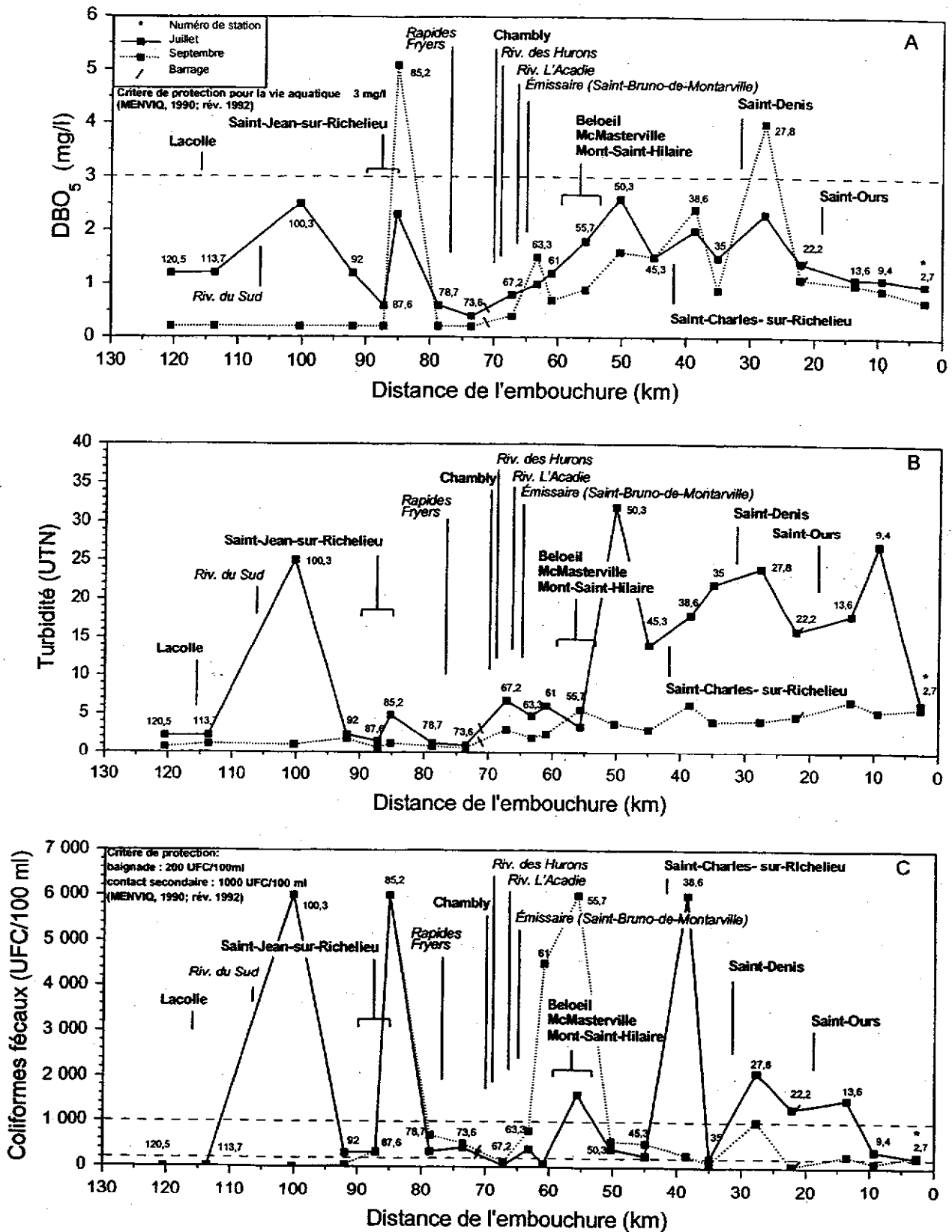


Figure 15 Profil longitudinal des mesures de DBO₅ (A), de turbidité (B) et de coliformes fécaux (C) enregistrees aux stations biologiques de la riviere Richelieu en juillet et septembre 1995

Tableau 8 Qualité générale des eaux du bassin de la rivière Richelieu au cours de l'été 1995 évaluée par l'indice de qualité de l'eau (IQBP₉) à partir du réseau-rivières

STATION		IQBP ₉			
Localisation (Rivière)	Numéro	Valeur médiane	Classe ^b	Qualité d'eau étés 1988-1990	Facteur limitant ^c
Haut Richelieu					
à Lacolle	B12	87,1	A	Bonne	
au barrage de Fryers	B10	75,7	B	Satisfaisant	Ptotal, coli
des Hurons, en aval de Marieville	B07	0,1	E	Très mauvaise	DBO ₅
Bas Richelieu					
L'Acadie, au sud-ouest de Carignan	C13	39,9	D	mauvaise	Turbidité
à Saint-Charles-sur-Richelieu	C17	48,1	C	douteuse	Ptotal
à l'usine de filtration de Sorel	C09	27,3	D	mauvaise	Chla

^a Descripteurs considérés dans le calcul de l'indice de qualité bactériologique et physico-chimique (Hébert, 1996):
ceux qui sont en italique n'ont pas été considérés dans ce cas

Azote ammoniacal	MES	DBO ₅
Nitrates-nitrites	Turbidité	Coliformes fécaux
Phosphore total	pH	Chlorophylle <i>a</i>
		<i>Oxygène dissous</i>

^b Classe de qualité:

- A (80-100) : **bonne qualité** permettant généralement tous les usages, y compris la baignade
- B (60-80) : **qualité satisfaisante** permettant généralement la plupart des usages
- C (40-60) : **qualité douteuse**, certains usages risquent d'être compromis
- D (20-40) : **mauvaise qualité**, la plupart des usages risquent d'être compromis
- E (0-20) : **très mauvaise qualité**, tous les usages risquent d'être compromis

^c Descripteur qui limite le plus fréquemment la qualité de l'eau en présentant la cote (0 - 100) la plus basse.

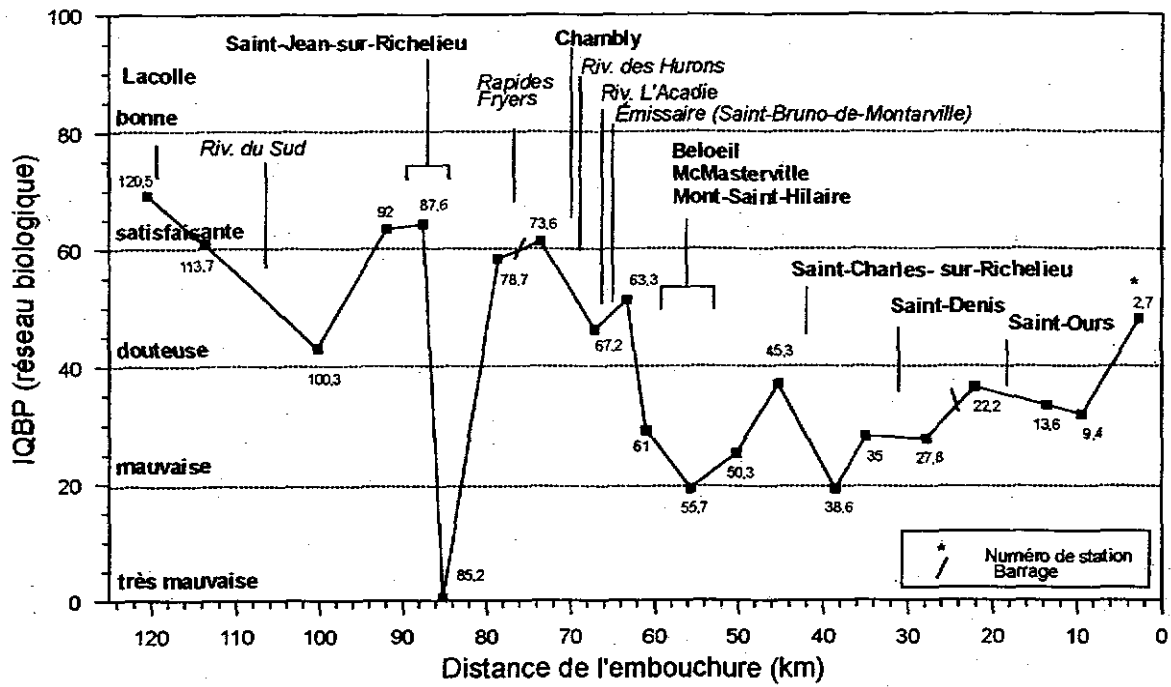


Figure 16 Évaluation de la qualité des eaux de la rivière Richelieu au cours de l'été 1995 par l'indice de qualité de l'eau modifié (IQBP réseau biologique).

À Sorel, l'IQBP₄ attribue une qualité douteuse à l'eau. La contamination microbienne est moins prononcée et les concentrations en phosphore légèrement plus faibles, quoique le critère de 0,03 mg/l soit toujours dépassé. Les villes les plus proches qui rejettent leurs eaux usées non traitées dans le Richelieu sont Saint-Denis et Saint-Antoine-sur-Richelieu. Elles sont situées à environ 25 kilomètres de Sorel; le pouvoir de dilution de la rivière et la distance expliquent la diminution des concentrations de coliformes fécaux et, par le fait même, la cote plus élevée de l'IQBP₄.

CONCLUSION

Les activités humaines, quel que soit le domaine (agricole, industriel ou urbain), exercent des pressions sur le milieu aquatique. La qualité de l'eau dans le bassin de la rivière Richelieu fluctue en fonction de l'importance de ces pressions. C'est pourquoi, de Lacolle à Saint-Jean-sur-Richelieu, la qualité de l'eau est satisfaisante en 1995, sauf en aval de la rivière du Sud. Cette rivière à forte vocation agricole entraîne notamment une augmentation des concentrations en phosphore et en coliformes fécaux dans la rivière Richelieu. En aval de Saint-Jean-sur-Richelieu, là où sont rejetées les eaux usées non traitées de 61 000 personnes, la qualité de l'eau est très mauvaise. À cet endroit, les pressions urbaines et industrielles sont importantes et le milieu aquatique se détériore rapidement. Plus en aval sur la rivière, les rapides de Fryers augmentent l'oxygénation de l'eau et permettent à l'écosystème aquatique de récupérer.

L'impact de la rivière des Hurons se mesure à l'exutoire du bassin de Chambly; la qualité de l'eau devient douteuse. Dans ce tributaire, les pressions exercées sur le milieu sont diverses: agricoles, industrielles et urbaines. Par ailleurs, 87 % de l'assainissement urbain est complété et trois des cinq industries considérées comme polluantes ont terminé leurs travaux d'assainissement. Les activités agricoles intensives (déboisement excessif, drainage agricole, surfertilisation, etc.) sont grandement responsables de la détérioration du milieu aquatique.

En aval de la rivière L'Acadie et jusqu'à Saint-Charles-sur-Richelieu, la rivière n'a pas de répit. Le tributaire de L'Acadie possède des eaux de mauvaise qualité en raison des concentrations élevées de phosphore, d'azote et de matières en suspension. Les

activités agricoles qui prennent place dans ce sous-bassin exercent de fortes pressions sur le milieu aquatique. Plus loin, près de 72 000 personnes rejettent leurs eaux usées non traitées dans la rivière Richelieu. Ces personnes habitent à Saint-Bruno-de-Montarville, Saint-Basile-le-Grand, McMasterville, Beloeil, Saint-Hilaire, Otterburn Park, Saint-Marc-sur-Richelieu, Saint-Charles-sur-Richelieu, Saint-Denis et Saint-Antoine. La qualité de l'eau est mauvaise dans ce secteur. Les concentrations en coliformes fécaux et en phosphore sont importantes, et la turbidité est à la hausse. En l'absence de sources ponctuelles majeures de pollution, la qualité de l'eau s'améliore ensuite légèrement et passe de mauvaise à douteuse dans la partie terminale de la rivière.

En février 1998, la station d'épuration qui dessert les agglomérations de Beloeil et des environs (Régie d'assainissement des eaux de la Vallée du Richelieu) démarrait, suivie au printemps par celle de Saint-Jean-sur-Richelieu (Régie d'assainissement du haut Richelieu). Cette même année, les villes de Carignan, Sainte-Marie-Madeleine et Saint-Mathias devraient traiter leurs eaux usées et en 1999, la station conjointe de Saint-Bruno-de-Montarville et Saint-Basile-le-Grand devrait être opérationnelle. Ces projets majeurs d'assainissement feront en sorte que 98 % de la population du bassin reliée à un réseau d'égout aura ses eaux usées traitées par une station d'épuration. Par suite des travaux d'assainissement urbain, une amélioration sensible de la qualité de l'eau devrait être observée dans le bassin de la rivière Richelieu.

Plusieurs des entreprises industrielles susceptibles de déverser des substances toxiques dans le milieu aquatique sont raccordées à des réseaux d'égouts mais les stations d'épuration municipales ne sont pas conçues pour traiter ce type de pollution. Il faudra s'assurer que la pollution résiduelle, en aval des municipalités qui reçoivent des rejets industriels, sera tolérable. Il en est de même pour les entreprises qui déversent directement leurs effluents à la rivière.

La mauvaise qualité de l'eau des rivières du Sud, des Hurons et L'Acadie démontrent que les activités agricoles contribuent à la dégradation de l'écosystème aquatique. Par conséquent, il faudra poursuivre et intensifier les efforts déployés jusqu'à présent en vue d'adopter des pratiques agro-environnementales qui permettent de diminuer les apports d'éléments nutritifs, de matières en suspension et de pesticides dans les cours d'eau.

REMERCIEMENTS

Plusieurs membres de la Direction des écosystèmes aquatiques ont collaboré à la préparation de ce rapport. Nous aimerions remercier Denis Labrie pour la préparation des données, tableaux et figures ; Yves Laporte pour certaines figures ; Mario Bérubé pour la préparation de la base de données et de programmes ; Denis Laflamme pour le traitement des données ; Carole Lachapelle et Éric Wagner pour les nombreux renseignements sur l'assainissement urbain et industriel ; Lyne Blanchet, Jacques Dupont et Francine Matte-Savard, pour la réalisation graphique, Nathalie Beaulieu et Nathalie Milhomme pour la mise en forme de ce rapport. Nous aimerions souligner la contribution de la Direction des laboratoires du MEF pour les analyses de l'eau.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERRYMAN, D., 1998. « Le bassin de la rivière Richelieu : contamination de l'eau par les métaux et certaines substances organiques toxiques », dans *Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique — 1995*, ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN980604, rapport n° EA-13, section 2.
- BERRYMAN, D. et I. GIROUX, 1994. *La contamination des cours d'eau par les pesticides dans les régions de culture intensive de maïs au Québec; Campagnes d'échantillonnage de 1992 à 1993*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° EN940594, rapport n° PES-4, 134 p. + 5 annexes.
- HÉBERT, S., 1996. Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, 20 p. + 4 annexes.
- LAKE CHAMPLAIN BASIN PROGRAM (LCBP), 1998. State of the lake : a report on progress toward implementation of opportunities for action, an evolving plan for the future of the Lake Champlain Basin. 21 p.
- LAKE CHAMPLAIN COMMITTEE (LCC), 1990. State of the Lake : A Lake Champlain Advisory, Burlington, VT, 21 p.
- McINTOSH, A., 1989. Monitoring activities in Lake Champlain, présenté au « Second IJC Workshop on Integrated Monitoring, Burlington », Vermont, 14 p.
- McINTOSH, A., M. WATZIN et E. BROWN, 1997. An assessment of sediment - Associated contaminants in Lake Champlain, Phase II. Édité par UVN School of Natural Resources, Vermont.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (MENVIQ), 1987. *Un nouveau cap environnemental*, ministère de l'Environnement du Québec, envirodoq n° 870307, 41 p.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (MENVIQ), 1989. *Critère de qualité d'eau douce*, Direction de la qualité du milieu aquatique, Direction générale de l'assainissement des eaux, ministère de l'Environnement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (MENVIQ), 1990 (rév. 1992). *Critère de qualité d'eau douce*, Direction de la qualité du milieu aquatique, Direction générale de l'assainissement des eaux, ministère de l'Environnement du Québec, Québec.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (MENVIQ), 1991. Inventaire des lieux d'élimination de déchets dangereux au Québec, région 16, Montérégie, mai 1991, Direction des substances dangereuses, Sainte-Foy, envirodoq n° EN850255 SD/90-2, 70 p.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE DU QUÉBEC (MEF), 1996. *Banque de données informatisées sur les entreprises manufacturières*, Direction des politiques du secteur industriel, Service de l'assainissement des eaux.
- MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES (MAM), 1991. *Répertoire des municipalités du Québec*, édition 1990, Les Publications du Québec, 901 p.
- MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES (MAM), 1997. *Répertoire des municipalités du Québec*, édition 1997, Les Publications du Québec, 880 p. + annexe.
- NEW YORK STATE DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL CONSERVATION (NYDEC) et VERMONT STATE DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL CONSERVATION (VDEC), 1989. Proposal for a diagnostic-feasibility study on Lake Champlain, Vermont and New York, rapport

soumis au U.S. Environmental Protection Agency, 73 p.

OCDE, 1994. *Indicateurs de l'environnement - Corps central de l'OCDE*, Organisation de coopération et de développement économique (9794193)NX, 26 p.

SAINT-JACQUES, N., 1998. « Le bassin de la rivière Richelieu : les communautés ichthyologiques et l'intégrité biotique du milieu », dans *Le bassin versant de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique — 1995*, ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN980604, rapport n° EA-13, section 5.

SIMONEAU, M., 1993. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Richelieu, 1979 à 1992*, ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, envirodoq n° EN930016, rapport n° QE-83-1, 127 p.+ 6 annexes.

STATISTIQUE CANADA, 1992. Agriculture, Québec 1991, *recensement du Canada, Banque de données informatiques par municipalité au Québec*, Québec, ministère des Approvisionnements et Services, Canada.

STATISTIQUE CANADA, 1997. Agriculture, Québec 1996, *recensement du Canada, Banque de données informatiques par municipalité au Québec*, Québec, ministère des Approvisionnements et Services, Canada.

SEPA, 1991. *Quality criteria for lakes and watercourses*, Swedish Environmental Protection Agency, Environmental Impact Assessment department, Freshwater section, Solna, Sweden, 32 p.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC and CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO) and WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), 1978. *Water Quality Surveys: A Guide for the Collection and Interpretation of Water Quality Data*, Sydenhams Printers, Poole, Dorset, 350 p.

VAN DER LEEDEN, F., F. L. TROISE et D. K. TODD, 1990. *The Water Encyclopedia*, 2nd Edition, Lewis Publishers inc., Chelsea, Michigan, 808 p.

WETZEL, R.G., 1983. *Limnology*, 2nd edition, Montréal, Saunders College Publishing, 767 p.

YODER, C.O. et T.E. RANKIN, 1994. *Biological response signatures and the area of degradation*

value : new tools for interpreting multivariate data. *Biological assessment and criteria*. Édité par Wayne S. Davis et Thomas P. Simon. 363 p.

Annexe 1 Données socio-économiques des municipalités du bassin de la rivière Richelieu (secteur haut Richelieu)

MUNICIPALITÉ ¹	VOLET URBAIN				PROGRAMME D'ASSAINISSEMENT DES EAUX						VOLET AGRICOLE			VOLET INDUSTRIEL
	DÉMOGRAPHIE			RÉSEAU D'ÉGOUT	POPULATION		TYPE DE TRAITEMENT ²	DATE DE MISE EN SERVICE	DATE D'AVIS DE CONFORMITÉ	CULTURES (ha)	CHEPTEL (U.A.)	DENSITÉ ANIMALE (U.A./ha)	ENTREPRISES RETENUES POUR INTERVENTION	
	POPULATION		VAR. (%)		RACCORDÉE	DESSERVIE								
	1990	1996												N
Noyon	790	961	22	non						3 783	2 306	0,61	1	
Saint-Bernard-de-Lacolle	1 580	1 590	1	non						4 163	3 730	0,90		
Notre-Dame-du-Mont-Carmel				oui								0,76		
Saint-Paul-de-Val-de-Notre				oui								0,82		
Saint-Valentin	530	539	2	non						1 961	1 342	0,68		
Saint-Alexandre	2 070	2 065	0	oui	1 157	56	1 157	EA/P	91.12	93.10	5 270	4 464	0,85	
Henryville (M)	780	835	7	non						5 307	3 968	0,75		
Venise-en-Québec	830	988	19	oui	910	92	910	EA/P	94.12	96.09				
Sainte-Anne-de-Sabrevois	1 680	1 833	9	non						2 749	3 227	1,17		
Saint-Blaise-sur-Richelieu	1 810	2 002	11	non						5 114	1 349	0,26	1	
Mont-Saint-Grégoire	2 940	3 190	9	oui	802	25	802	BD/P	89.11	92.12	5 323	6 011	1,13	3
Saint-Jacques				oui								0,83		
Saint-Jacques-sur-Richelieu				oui								0,16	12	
Les Érables				oui								0,00		
Saint-Jacques				oui								0,00		
Notre-Dame-de-Bon-Secours	1 300	1 455	12	non						2 079	1 239	0,60		
St-Jacques				oui								0,00		
Richelieu				oui								0,00		
Sainte-Marie-Madeleine	1 860	2 188	18	oui	1 330	61					4 550	1 583	0,35	
Sainte-Madeleine	1 880	1 944	3	oui	1 895	97	1 895	BA	88.08					
Saint-Jean-Baptiste	2 850	3 099	9	oui	1 448	47	1 448	BA/P	85.12		4 341	3 042	0,70	1
Marieville	5 200	5 426	4	oui	5 099	94	5 099	BA/P	90.12					4
Sainte-Marie-de-Monnoir	2 390	2 311	-3	non						4 659	2 754	0,59		
Sainte-Angèle-de-Monnoir	1 340	1 465	9	oui	474	32	474	EA	83.10	88.10	2 392	3 088	1,29	
Total secteur	122 390	135 086	10	20/28	92 801	69	30 245				67 953	48 595	0,72	33

¹ Les trames grises regroupent les municipalités qui ont une station d'épuration conjointe.

² EA : étange aérés; P : déphosphatation; BD : disques biologiques; PC : physico-chimique; UV : ultra-violet; BA : boues activées; FS : fosse septique.

³ L'Acadie est classée dans le haut Richelieu au point de vue urbain, car son réseau d'égout est connecté à la future station d'épuration de St-Luc.

Par contre, au point de vue agricole, cette municipalité fait partie du bas Richelieu car ses terres sont drainées dans la rivière L'Acadie. Même chose du côté industriel, car ses entreprises sont hors réseau.

P : date projetés

Annexe 1 Données socio-économiques des municipalités du bassin de la rivière Richelieu (secteur bas Richelieu)

MUNICIPALITÉ ¹	VOLET URBAIN						VOLET AGRICOLE			VOLET INDUSTRIEL			
	DÉMOGRAPHIE			RÉSEAU D'ÉGOUT	PROGRAMME D'ASSAINISSEMENT DES EAUX				CULTURES (ha)	CHEPTTEL (U.A.)	DENSITÉ ANIMALE (U.A./ha)	ENTREPRISES RETENUES POUR INTERVENTION	
	POPULATION		VAR. (%)		POPULATION		TYPE DE TRAITEMENT ²	DATE DE MISE EN SERVICE					DATE D'AVIS DE CONFORMITÉ
	1990	1996			RACCORDÉE N	DESSERVIE %							
Hemmingford (CT)	1 840	1 785	-3	non					3 318	2 238	0,67		
Hemmingford (VL)	740	763	3	oui	763	100	763	EA/P	94.12	97.03		4	
Saint-Patrice-de-Sherrington	1 970	2 053	4	oui	894	44	894	EA/P	94.02	96.04		2	
Saint-André-de-Noyonville	1 270	1 320	4	oui	1 270	100	1 270	EA/P	94.12	97.08		2	
Nashville	1 220	1 024	-16	oui								1	
Saint-Jacques-le-Mineur	1 280	1 363	6	non					5 517	1 366	0,25		
L'Acadie ³									7 323	1 614	0,22	1	
Carignan	5 200	5 703	10	oui	3 520	62		EA/P	98.06 P		0,17		
Saint-Basile-de-Montréal	2 600	2 710	4	oui								2	
Saint-Basile-le-Grand	1 010	1 070	6	oui	1 010	100	1 010	EA/P	97.08 P		0,41		
Saint-Mathias-sur-Richelieu	3 460	3 729	8	oui	3 727	100		BD/P	1998 P	2 900	1 855	0,64	
McVaneville	1 760	1 760	0	oui								1	
Orfordville	1 100	1 240	13	oui								1	
Halsbury	6 200	6 200	0	oui								1	
Mont-Saint-Hilaire	11 300	12 320	10	oui	11 300	84	11 300	EA/UV	98.02		0,49		
Sainte-Julie	18 400	22 097	20	oui	13 334	60	13 334	EA	84.12	88.10	0,49		
Saint-Mathieu-de-Beloeil	1 980	2 060	4	oui	300	15	300	FS	Hors PAEQ		0,29	1	
Saint-Aimable	5 300	6 218	17	oui	700	11	700	FS	Hors PAEQ		0,28	1	
Saint-Marc-sur-Richelieu	1 810	1 959	8	oui	120	6				4 214	2 141	0,51	
Saint-Charles-sur-Richelieu	1 530	1 727	13	oui	200	12				3 699	1 734	0,47	
Calixa-Lavallée	510	482	-5	non						1 463	681	0,47	1
Saint-Denis (P)	1 190	1 218	2	non						5 680	3 258	0,57	
Saint-Antoine-sur-Richelieu	1 620	1 668	3	oui	700	42				4 696	2 306	0,49	
Saint-Denis (VL)	1 020	1 096	7	oui	1 000	91							1
Saint-Bernard-Partie-Sud	590	617	5	non						3 400	1 459	0,43	
Saint-Guy	1 680	1 877	11	oui	2 114	62	2 114	EA/P	94.09	97.10	0,44		
Saint-Roch-de-Richelieu	1 060	1 070	1	oui						1 067	720	0,67	
Total secteur	130 320	141 210	8	21/26	103 656	73	56 731			73 223	29 221	0,40	17

¹ Les trames grises regroupent les municipalités qui ont une station d'épuration conjointe.

² EA : étangs aérés; P : déphosphatation; BD : disques biologiques; PC : physico-chimique; UV : ultra-violet; BA : boues activées; FS : fosse septique

³ L'Acadie est classée dans le haut Richelieu au point de vue urbain, car son réseau d'égout est connecté à la future station d'épuration de St-Luc.

Par contre, au point de vue agricole, cette municipalité fait partie du bas Richelieu car ses terres sont drainées dans la rivière L'Acadie. Même chose du côté industriel, car ses entreprises sont hors réseau.

P : date projetée

Annexe 2a Changements observés dans le cheptel entre 1991 et 1996 pour le secteur du haut Richelieu

Municipalité	Bovins (U.A.)		Porcins (U.A.)		Volailles (U.A.)		Autres (U.A.)		Total (U.A.)		Densité animale (U.A./ha)	
	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996
Sainte-Madeleine		82		20		28		3		132		0,49
Sainte-Marie-Madeleine	890	1 267	601	311	74	428	18	46	1 583	2 051	0,35	0,49
Sainte-Angèle-de-Monnoir	1 173	1 127	1 620	1 316	271	321	24	29	3 088	2 793	1,29	1,22
Sainte-Marie-de-Monnoir	2 683	2 231	0	645	52	60	19	67	2 754	3 002	0,59	0,62
Notre-Dame-de-Bon-Secours	954	631	169	516	88	0	28	49	1 239	1 196	0,60	0,60
Saint-Jean-Baptiste	934	943	414	281	1 610	271	84	143	3 042	1 638	0,70	0,39
Noyan	2 279	2 164	0	183	1	0	26	28	2 306	2 374	0,61	0,72
Lacolle		20		12		1		0	0	33		0,53
Notre-Dame-du-Mont-Carmel	1 374	722	368	420	151	34	16	12	1 909	1 188	0,76	0,53
Saint-Valentin	1 255	1 331	63	216	1	0	23	70	1 342	1 617	0,68	0,54
Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix	1 101	974	323	183	0	0	8	0	1 432	1 157	0,62	0,62
Henryville (VL)		126		36		0		3	0	165		0,70
Henryville (M)	3 120	2 429	724	695	85	6	39	61	3 968	3 191	0,75	0,70
Saint-Sébastien	2 828	1 900	2 318	582	27	170	72	66	5 245	2 718	1,03	0,50
Saint-Alexandre	3 637	3 386	688	1 129	96	170	43	73	4 464	4 758	0,85	0,93
Sainte-Anne-de-Sabrevois	2 478	3 052	668	432	55	0	26	26	3 227	3 509	1,17	1,12
Saint-Blaise-sur-Richelieu	1 344	1 454	0	0	0	0	5	12	1 349	1 467	0,26	0,31
Saint-Luc	0	138	0	0	0	0	0	19	0	158	0,00	0,10
Saint-Jean-sur-Richelieu	220	0	0	0	54	17	8	15	282	33	0,16	0,02
Saint-Athanase	1 455	1 255	0	366	67	544	102	45	1 624	2 210	0,48	0,60
Mont-Saint-Grégoire	2 646	3 554	2 330	6 165	958	257	77	34	6 011	10 009	1,13	2,00
Chambly		8		1		0		3	0	12		0,09
Saint-Bernard-de-Lacolle	2 863	2 265	146	178	529	281	192	82	3 730	2 806	0,90	0,66
Total	33 234	31 056	10 432	13 686	4 119	2 588	810	887	48 595	48 218	0,72	0,71

Règle générale, une unité animale équivaut à un poids de 500 kg. Selon les espèces animales considérées, une U.A. peut représenter un ou plusieurs individus.

Annexe 2b Changements observés dans le cheptel entre 1991 et 1996 pour le secteur du bas Richelieu

Municipalité	Bovins (U.A.)		Porcins (U.A.)		Volailles (U.A.)		Autres (U.A.)		Total (U.A.)		Densité animale (U.A./ha)	
	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996
Saint-Ours	1 291	1 140	38	293	1	74	30	10	1 360	1 517	0,44	0,41
Saint-Roch-de-Richelieu	291	185	342	0	40	0	47	10	720	195	0,67	0,20
Saint-Bernard-Partie-Sud	435	565	841	471	157	157	26	33	1 459	1 225	0,43	0,31
L'Acadie	1 312	1 416	235	432	55	17	12	27	1 614	1 892	0,22	0,26
Carignan	317	316	3	52	146	2	158	144	624	514	0,17	0,09
Saint-Mathias-sur-Richelieu	1 087	1 016	336	1 622	201	178	231	83	1 855	2 900	0,64	1,16
Saint-Bruno-de-Montarville		16		0		24		50	0	90		0,09
Saint-Basile-le-Grand	192	34	270	0	144	54	265	112	871	201	0,41	0,09
Mont-Saint-Hilaire	146	100	0	0	225	35	63	112	434	248	0,49	0,22
Beloeil		152		0		10		37	0	199		0,23
Saint-Mathieu-de-Beloeil	755	384	0	0	202	25	129	94	1 086	503	0,29	0,23
Saint-Marc-sur-Richelieu	1 941	1 687	0	106	41	79	159	78	2 141	1 950	0,51	0,42
Saint-Charles-sur-Richelieu	1 346	1 439	277	231	40	0	71	40	1 734	1 710	0,47	0,52
Saint-Denis (VL)		46		36		12		2	0	96		0,42
Saint-Denis (P)	1 380	1 093	1 390	848	390	273	98	54	3 258	2 268	0,57	0,42
Saint-Antoine-sur-Richelieu	1 858	1 499	155	0	145	36	148	118	2 306	1 653	0,49	0,35
Sainte-Julie	508	593	0	0	144	0	36	60	688	653	0,49	0,33
Saint-Amable	36	0	111	37	145	17	38	98	330	153	0,28	0,13
Calixa-Lavallée	500	428	0	0	1	43	180	150	681	621	0,47	0,38
Hemmingford (VL)		18		0		5		2	0	24		0,83
Hemmingford (CT)	1 984	1 953	64	0	3	512	187	183	2 238	2 648	0,67	0,83
Saint-Patrice-de-Sherrington	1 669	1 535	22	16	1	72	59	91	1 751	1 713	0,30	0,28
Napierville		77		7		8		2	0	94		0,31
Saint-Cyprien-de-Napierville	2 229	1 972	55	171	352	211	69	54	2 705	2 409	0,33	0,31
Saint-Jacques-le-Mineur	539	376	289	503	505	1 129	33	38	1 366	2 045	0,25	0,35
Total	19 816	18 038	4 428	4 825	2 938	2 974	2 039	1 681	29 221	27 518	0,40	0,35

Règle générale, une unité animale équivaut à un poids de 500 kg. Selon les espèces animales considérées, une U.A. peut représenter un ou plusieurs individus.

Annexe 3a Changements observés dans les cultures entre 1991 et 1996 pour le secteur du haut Richelieu

Municipalité	Nombre de fermes		Grand interligne ¹ (ha)		Interligne étroit ² (ha)		Fourrage ³ (ha)		Autres ⁴ (ha)		Total (ha)	
	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996
Sainte-Madeleine		4		222		17		29		5		272
Sainte-Marie-Madeleine	65	62	3 478	3 439	480	264	465	445	127	73	4 550	4 221
Sainte-Angèle-de-Monnoir	49	44	1 130	1 367	455	286	777	612	30	18	2 392	2 283
Sainte-Marie-de-Monnoir	59	47	2 056	3 122	827	490	1 728	1 215	48	20	4 659	4 846
Notre-Dame-de-Bon-Secours	26	26	832	1 013	464	331	783	642	0	9	2 079	1 995
Saint-Jean-Baptiste	86	80	2 584	2 857	750	374	765	700	242	292	4 341	4 222
Noyan	29	27	2 197	2 249	196	73	1 390	945	0	9	3 783	3 276
Lacolle		1		45		2		14		1		62
Notre-Dame-du-Mont-Carmel	37	36	1 314	1 620	201	77	949	495	39	32	2 503	2 224
Saint-Valentin	27	29	1 174	2 210	203	252	578	490	6	21	1 961	2 973
Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix	20	19	1 518	1 513	158	51	619	285	0	9	2 295	1 858
Henryville (VL)		3		158		17		57		2		235
Henryville (M)	66	58	3 321	3 059	537	336	1 413	1 110	36	39	5 307	4 544
Saint-Sébastien	60	58	3 227	3 952	452	403	1 410	1 133	8	0	5 097	5 488
Saint-Alexandre	69	74	2 548	3 086	610	426	2 052	1 526	60	94	5 270	5 132
Sainte-Anne-de-Sabrevois	41	39	1 590	2 267	259	162	884	675	16	20	2 749	3 124
Saint-Blaise-sur-Richelieu	46	42	3 634	3 722	510	234	963	781	7	5	5 114	4 743
Saint-Luc	21	25	848	1 379	316	204	84	38	3	12	1 251	1 632
Saint-Jean-sur-Richelieu	19	18	1 505	1 512	136	53	71	53	6	11	1 718	1 629
Saint-Athanase	44	47	2 010	2 865	431	210	777	544	180	71	3 398	3 691
Mont-Saint-Grégoire	88	87	3 109	3 367	442	340	1 463	1 129	309	180	5 323	5 016
Chambly		1		39		17		75		1		131
Saint-Bernard-de-Lacolle	81	65	1 875	2 587	398	200	1 703	1 409	187	62	4 163	4 258
Total	933	892	39 950	47 650	7 825	4 818	18 874	14 401	1 304	986	67 953	67 855

¹ Grand interligne : principalement maïs grain, maïs fourrager, pommes de terre, soya et légumes

² Interligne étroit : avoine grain, avoine fourragère, orge, blé, seigle et céréales mélangées

³ Fourrage : luzerne, pâturages améliorés et autres cultures fourragères

⁴ Autres : cultures en serre, pépinières, vergers, etc.

Annexe 3b Changements observés dans les cultures entre 1991 et 1996 pour le secteur du bas Richelieu

Municipalité	Nombre de fermes		Grand interligne ¹ (ha)		Interligne ² étroit (ha)		Fourrage ³ (ha)		Autres ⁴ (ha)		Total (ha)	
	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996	1991	1996
Saint-Ours	38	42	1 519	2 814	686	359	874	518	5	3	3 084	3 693
Saint-Roch-de-Richelieu	24	19	194	597	531	203	339	179	3	3	1 067	981
Saint-Bernard-Partie-Sud	31	33	2 751	3 417	389	195	256	316	4	7	3 400	3 935
L'Acadie	51	44	5 850	5 728	660	576	637	966	176	10	7 323	7 280
Carignan	43	42	1 676	1 625	993	733	882	3 135	22	22	3 573	5 516
Saint-Mathias-sur-Richelieu	65	51	879	1 099	624	272	1 340	1 089	57	38	2 900	2 497
Saint-Bruno-de-Montarville		9		622		104		249		10	0	985
Saint-Basile-le-Grand	34	20	1 127	1 383	503	232	464	552	24	22	2 118	2 189
Mont-Saint-Hilaire	51	48	182	527	128	259	148	151	423	183	881	1 120
Beloeil		15		497		184		176		13	0	869
Saint-Mathieu-de-Beloeil	65	38	1 242	1 258	1 082	466	1 311	447	51	32	3 686	2 202
Saint-Marc-sur-Richelieu	60	56	1 451	2 870	1 097	586	1 655	1 144	11	18	4 214	4 618
Saint-Charles-sur-Richelieu	65	58	1 800	2 289	827	283	1 011	671	61	70	3 699	3 314
Saint-Denis (VL)		3		173		25		29		1	0	229
Saint-Denis (P)	79	71	3 510	4 102	1 106	597	1 055	694	9	25	5 680	5 418
Saint-Antoine-sur-Richelieu	67	68	1 210	2 279	1 685	1 005	1 795	1 396	6	0	4 696	4 680
Sainte-Julie	16	21	100	441	595	585	716	957	6	2	1 417	1 984
Saint-Amable	34	37	853	772	174	242	113	138	18	59	1 158	1 211
Calixa-Lavallée	34	35	338	969	574	214	535	433	16	3	1 463	1 619
Hemmingford (VL)		1		13		1		13		2	0	29
Hemmingford (CT)	118	109	1 080	1 425	222	88	1 589	1 423	427	249	3 318	3 186
Saint-Patrice-de-Sherrington	97	97	4 241	4 985	419	471	1 088	711	66	30	5 814	6 197
Napierville		3		257		18		30		1	0	305
Saint-Cyprien-de-Napierville	93	77	6 132	6 599	744	456	1 290	764	49	13	8 215	7 832
Saint-Jacques-le-Mineur	70	61	4 410	5 105	673	276	406	466	28	13	5 517	5 861
Total	1 135	1 058	40 545	51 847	13 712	8 430	17 504	16 647	1 462	828	73 223	77 752

¹ Grand interligne : principalement maïs-grain, maïs fourrager, pomme de terre, soya et légumes

² Interligne étroit : avoine-grain, avoine fourragère, orge, blé, seigle et céréales mélangées

³ Fourrage : luzerne, pâturages améliorés et autres cultures fourragères

⁴ Autres : cultures en serre, pépinières, vergers, etc.

Annexe 4 Liste des entreprises industrielles retenues pour intervention dans le bassin de la rivière Richelieu (1995)

Municipalité	Raison sociale	Secteur industriel	Point de rejet	Avancement travaux	Problème
Hemmingford	Entreprises agricoles Petch	agroalimentaire (fruit-légume)	hors réseau	terminés	
	Verger du Minot inc.	agroalimentaire (fruit-légume)	hors réseau	terminés	
	Verger Pierre Phillion	agroalimentaire (fruit-légume)	hors réseau	terminés	
	Verger Beatties	agroalimentaire (fruit-légume)	hors réseau	terminés	
L'Acadie	Aliments Primo lée, division Coorsb	agroalimentaire (fruit-légume)	riv. L'Acadie	terminés	
Napierville	Raffinerie de Napierville inc.	chimie	riv. L'Acadie	terminés 1996	Eau d'alimentation souterraine contaminée
Saint-Blaise-sur-Richelieu	Agromex inc., division Viandes	agroalimentaire (viande)	ruisseau Brosseau	terminés 1997	Physico-chimique (en rodage)
Saint-Cyprien de Napierville	Vignoble Morou	agroalimentaire (fruit-légume)	hors réseau	terminés 1994	
	Vignoble Le Royer Saint-Pierre	agroalimentaire (fruit-légume)	hors réseau	terminés 1991	
Saint-Patrice-de-Sherrington	Aliments Livabec Food inc.	agroalimentaire (fruit-légume)	hors réseau	terminés	
	Sapex inc.	agroalimentaire (fruit-légume)	hors réseau	à déterminer	bassin de décantation non autorisé par le MEF
Marieville	Aursam inc.	agroalimentaire (viande)	en réseau	attente de C.A.	
	Béatrice Foods inc., division Fromages Béatrice	agroalimentaire (lait)	en réseau	non complétés	demande de C.A. à l'étude
	Infasco, division d'Ifastgroupe inc.	métallurgie	en réseau et ruisseau Barré	terminés 1987	
	Sivaco Québec, division de Ivaco inc.	métallurgie	ruisseau Barré	terminés 1988	présence de fer dans ruisseau
Saint-Jean-Baptiste	Aliments Flamingo	agroalimentaire (viande)	en réseau	terminés	fermée en 1996; incendiée
Chambly	Bennett Fleet inc., division Chambly	pâtes et papiers	en réseau	terminés	
	Nabisco lée, division épicerie	agroalimentaire (fruit-légume)	en réseau	terminés	
	Rougier inc.	chimie	en réseau	terminés	
Iberville	Unibroue inc.	agroalimentaire (divers)	en réseau	terminés	
	Équipement militaire Mil-Quip inc.	Transformation métallique	en réseau	terminés	Station d'épuration en 1997
Lacolle	Mondor	textile	en réseau	terminés	Station d'épuration en 1997
	Textiles Novacolor inc.	textile	en réseau	terminés 1989	Station d'épuration en 1997
	Thomas & Betts, lée	transformation métallique	en réseau	terminés	Station d'épuration en 1997
	Fils métalliques Le Gardeur inc., division Placags Alto	transformation métallique	en réseau	*	fermée en 1995-06
McMasterville	ICI Canada inc., division Explosifs	chimie	riv. Richelieu	terminés	rejet TNT; station d'épuration en 1998
Noyan	Fromagerie Fritz Kaiser inc.	agroalimentaire (lait)	hors réseau	terminés 1985	fosse septique; terminé
Richelieu	A. et D. Prévost inc.	transformation métallique	en réseau	terminés	
Saint-Bruno-de-Montarville	Équipement Boni inc.	transformation métallique	en réseau	terminés	station d'épuration en 1999
	Natrel inc.	agroalimentaire (lait)	en réseau	terminés	station d'épuration en 1999
Saint-Denis	Aliments Carrière inc., division Saint-Denis	agroalimentaire (fruit-légume)	riv. Richelieu	à déterminer	pas traitée
Saint-Jean-sur-Richelieu	Aéro-Novation inc.	transformation métallique	en réseau	*	fermé en 1995-07
	Boehme Filatex Canada inc.	chimie	en réseau	terminés 1997	pas de neutralisation
	Buanderie J.M. Gaudette inc.	textile	en réseau	terminés 1986	station d'épuration en 1998
	Crane Canada inc., division Poterie du Québec	divers	en réseau	terminés 1985	station d'épuration en 1998
	Formisa Canada inc.	chimie	en réseau	terminés 1996	station d'épuration en 1998
	Câbles Firelli inc.	métallurgie	en réseau	terminés	station d'épuration en 1998
	Produits électriques Commender inc.	transformation métallique	en réseau	terminés 1984	station d'épuration en 1998
	Produits chimiques textiles (Canada) lée	chimie	en réseau	terminés 1996	station d'épuration en 1998
	Termaco lée	transformation métallique	en réseau	aucun traitement	dossier archivé
	Textiles Monterey inc., division teintures et finissage	textile	en réseau	*	fermée en 1995-09
	Textiles Novacolor inc.	textile	en réseau	terminés 1993	station d'épuration en 1997
	Uni-viande inc.	agroalimentaire (viande)	en réseau	à déterminer	station d'épuration en 1997
	Valcourt et frère inc.	transformation métallique	rivière Sanoisette	terminés	
Calixa-Lavallée	Conserverie Larose inc.	agroalimentaire (fruit-légume)	hors réseau	terminés	
Mont-Saint-Grégoire	2149-5668 Québec inc., division Salaison d'antan	agroalimentaire (viande)	en réseau	*	fermée en 1996; incendiée

Annexe 4 Liste des entreprises industrielles retenues pour intervention dans le bassin de la rivière Richelieu (1995) (suite)

Municipalité	Raison sociale	Secteur industriel	Point de rejet	Avancement travaux	Problème
Mont-Saint-Grégoire	Aliments Labrochette inc.	agroalimentaire (viande)	hors réseau	à déterminer	
	Verger Léo Boutin enr.	agroalimentaire (fruit-légume)	hors réseau	terminés	
Saint-Amable	Patates Gemme et frères inc.	agroalimentaire (fruit-légume)	hors réseau	terminés 1991	
Saint-Mathieu-de-Beloeil	Ifastgroupe inc., division Galvano	transformation métallique	rivière Richelieu	terminés	

Annexe 5 Aide financière accordée aux municipalités dans le contexte du Programme d'aide à la gestion des fumiers (PAAGF)

Municipalité	Construction ou agrandissement d'une structure d'entreposage (\$)	Modification ou réparation d'une structure d'entrepo- sage existante (\$)	Crédit pour investissement (\$)	Autres formes d'aide ¹ (\$)	Total (\$)
HAUT RICHELIEU					
Noyan	254 034	3 316	13 541	1 004	271 895
Saint-Bernard-de-Lacolle	139 291	0	10 928	80	150 299
Notre-Dame-du-Mont-Carmel	169 613	0	9 119	0	178 732
Saint-Valentin	174 513	0	0	7 500	182 013
Saint-Paul-de-l'Île-aux-Noix	101 473	0	28 405	0	129 878
Sainte-Anne-de-Sabrevois	197 453	9 483	23 739	860	231 535
Saint-Blaise-sur-Richelieu	253 111	309	21 932	0	275 352
Iberville	23 474	0	0	0	23 474
Saint-Athanase	22 020	0	0	918	22 938
Mont-Saint-Grégoire	342 234	10 407	39 266	357	392 264
Richelieu	36 038	0	0	0	36 038
Notre-Dame-de-Bon-Secours	46 310	0	15 718	0	62 028
Saint-Mathias-sur-Richelieu	32 158	9 612	19 764	5 000	66 534
Rivière du Sud					
Henryville	126 442	13 436	8 394	0	148 272
Saint-Sébastien	242 032	8 628	15 166	0	265 826
Saint-Alexandre	1 017 928	0	64 647	3 026	1 085 601
Rivière des Hurons					
Sainte-Madeleine	89 539	1 477	38 804	0	129 820
Sainte-Marie-Madeleine	139 226	1 880	8 502	0	149 608
Sainte-Angèle-de-Monnoir	227 482	1 761	38 797	0	268 040
Marieville	25 777	1 393	31 411	0	58 581
Sainte-Marie-de-Monnoir	313 561	0	0	0	313 561
Saint-Jean-Baptiste	35 147	0	0	0	35 147
BAS RICHELIEU					
Saint-Ours	122 098	744	17 449	0	140 291
Saint-Bernard-Partie-Sud	103 823	2 951	25 148	0	131 922
Mont-Saint-Hilaire	28 194	0	0	0	28 194
Saint-Mathieu-de-Beloeil	19 041	0	0	0	19 041
Saint-Marc-sur-Richelieu	63 897	10 041	20 793	492	95 223
Saint-Charles-sur-Richelieu	172 047	0	0	0	172 047
Saint-Denis	156 229	0	4 032	0	160 261
Saint-Antoine-sur-Richelieu	95 555	279	6 701	0	102 535
Sainte-Julie	57 891	0	0	0	57 891
Calixa-Lavallée	25 447	0	0	0	25 447
Rivière L'Acadie					
Saint-Patrice-de-Sherrington	95 103	0	0	812	95 915
Saint-Cyprien-de-Napierville	121 727	0	0	2 053	123 780
Saint-Jacques-le-Mineur	0	0	15 780	0	15 780
L'Acadie	35 006	1 260	12 463	0	48 729
Total	5 104 914	76 977	490 499	22 102	5 694 492

¹ Soit réduction des eaux de dilution : trémie-abreuvoir, toiture
ou équipement de traitement des eaux de laiterie : achat, installation
ou équipement pour épandage en postlevée : achat, modification
ou compostage : équipement, structure

Annexe 6 Aide financière accordée par année dans le contexte du Programme d'aide à la gestion des fumiers (PAAGF)

Année	Construction ou agrandissement d'une structure d'entreposage (\$)	Modification ou réparation d'une structure d'entrepo- sage existante (\$)	Crédit pour investissement (\$)	Autres formes d'aide ¹ (\$)	Total (\$)
1988-1989	349 622	0	41 856	0	391 478
1989-1990	707 427	18 196	135 491	0	861 114
1990-1991	516 734	0	85 177	1 118	603 029
1991-1992	790 877	22 395	129 397	2 400	945 069
1992-1993	561 005	27 419	57 822	4 355	650 601
1993-1994	357 693	0	705	0	358 398
1994-1995	359 360	7 205	11 701	0	378 266
1995-1996	612 971	1 761	3 270	14 230	632 232
1996-1997	849 226	0	25 080	0	874 306
Total	5 104 915	76 976	490 499	22 103	5 694 493

¹ Soit réduction des eaux de dilution : trémie-abreuvoir, toiture
ou équipement de traitement des eaux de laiterie : achat, installation
ou équipement pour épandage en postlevée : achat, modification
ou compostage : équipement, structure

Annexe 7a Emplacement des stations du réseau-rivières pour la rivière Richelieu, 1995

Stations	Description	Coordonnées			Nombre d'échantillons
		UTM Nord rive droite	UTM Est	N° de carte	
3040007 (B07)	Des Hurons, au pont à 1,5 km en aval du ruisseau Saint-Louis au nord de Marieville	5038850	641750	31H06F	7
3040009 (C09)	Richelieu, à l'usine de filtration de Sorel	5097300	644800	31H03F	6
3040010 (B10)	Richelieu, au barrage Fryers au nord de Saint-Jean-sur-Richelieu	5028200	636650	31H06F	6
3040012 (B12)	Richelieu, au pont du CN à l'est de Lacolle	4990900	631250	31H03F	6
3040013 (C13)	L'Acadie, à 1,1 km en amont du ruisseau Robert au sud-ouest de Carignan	5031950	628700	31H06F	6
3040017 (C17)	Richelieu, à la traverse de Saint-Charles -sur-Richelieu	5061150	641000	31H11F	5

Annexe 7b Emplacement des stations de benthiques et dates d'échantillonnage pour le bassin de la rivière Richelieu, 1995

Station	Coordonnées		Coordonnées		N° de carte		N° BQMA			Qualité de l'eau	Dates d'échantillonnage
	UTM Nord rive droite	UTM Est	UTM Nord rive gauche	UTM Est			Distance de l'embouchure (km)				
							gauche	droite	combinée		
1	5098900	644700	5099750	645850	31 I/3	3040084	2,7	1,2	2,7	18/07	26/09
2	5092600	644000	5093900	643400	31 H/14	3040085	8,6	9,4	9,4	18/07	26/09
3	5088200	643400	5088450	643250	31 H/14	3040086	13,6	13,6	13,6	18/07	26/09
4	5080150	643950	5080100	643600	31 H/14	3040087	22,2	22,2	22,2	18/07	26/09
5	5074400	643850	5074050	643550	31 H/14	3040088	27,8	27,8	27,8	18/07	26/09
6	5067900	641000	5067900	640850	31 H/14	3040089	35	35	35	18/07	26/09
7	5064100	640800	5065200	640600	31 H/11	3040090	38	38,6	38,6	18/07	26/09
8	5057850	640650	5057750	640300	31 H/11	3040091	45,3	45,3	45,3	18/07	26/09
9	5052950	641550	5052950	641350	31 H/11	3040092	50,3	50,3	50,3	18/07	26/09
10	5047500	640700	5047250	640400	31 H/11	3040093	55,7	55,7	55,7	20/07	28/09
11	5043100	637900	5042950	637650	31 H/11	3040094	61	61	61	20/07	28/09
12	5040100	636450	5040250	636350	31 H/11	3040095	63,3	63,3	63,3	19/07	27/09
13	5037150	635150	5037050	634900	31 H/6	3040096	67,2	67,2	67,2	19/07	27/09
14	5031800	637200	5031700	637050	31 H/6	3040097	73,6	73,6	73,6	19/07	27/09
15	5027150	636900	5027000	636650	31 H/6	3040098	78,7	78,7	78,7	19/07	27/09
16	5021000	636450	5022300	635800	31 H/6	3040099	83,6	85,2	85,2	19/07	28/09
17	5018150	637600	5018400	637200	31 H/6	3040100	87,6	87,6	87,6	19/07	27/09
18	5014100	637750	5013950	637550	31 H/6	3040101	92	92	92	19/07	27/09
19	5005500	637600	5003350	636200	31 H/3	3040102	101	100,3	100,3	19/07	27/09
20	4994200	633100	4994600	633100	31 H/3	3040103	113,7	113,7	113,7	19/07	27/09
21	4987400	631350	4987550	629900	31 H/3	3040104	120,5	120,5	120,5	19/07	27/09

Annexe 8 Statistiques descriptives concernant les données physico-chimiques colligées aux stations du réseau-rivières au cours de la période de mai à octobre 1995

Station 03040007 (B07) : Rivière des Hurons en aval du ruisseau Saint-Louis

Descripteurs	Unités	N	Moyenne	E-type	Min.	Cent25	Cent50	Cent75	Max.
Ions majeurs :									
Chlorures	mg/L	2	176,5	132,2	83,0	83,0	176,5	270,0	270,0
Substances nutritives :									
Azote ammoniacal	mg/L N	6	1,04	0,89	0,04	0,36	0,83	1,90	2,30
Azote organique ¹	mg/L N	6	0,72	0,21	0,36	0,68	0,70	0,90	0,97
Azote total	mg/L N	6	3,55	0,64	2,70	3,00	3,65	3,80	4,50
Carbone organique dissous	mg/L C	6	7,08	0,96	5,80	6,20	7,15	7,90	8,30
Nitrates - nitrites	mg/L N	6	1,79	0,72	0,60	1,63	1,71	2,50	2,60
Phosphore dissous	mg/L P	6	0,335	0,269	0,085	0,170	0,203	0,625	0,725
Phosphore en suspension	mg/L P	6	0,163	0,100	0,049	0,065	0,175	0,240	0,275
Phosphore total ²	mg/L P	6	0,498	0,283	0,134	0,295	0,453	0,790	0,865
Descripteurs physiques :									
Conductivité	µS/cm	5	1338,0	375,9	740,0	1220,0	1510,0	1520,0	1700,0
pH	unités	6	8,48	0,51	7,80	8,20	8,45	8,70	9,30
Solides en suspension	mg/L	5	43,0	18,3	18,0	36,0	39,0	59,0	63,0
Température	°Celsius	7	20,3	5,9	13,0	15,0	21,0	27,0	28,0
Turbidité	UTN	7	17,9	9,6	4,8	7,3	17,0	27,0	29,0
Descripteurs biologiques :									
Chlorophylle a	mg/m ³	5	86,35	80,71	8,04	24,85	84,86	101,53	212,48
Phéophytine a	mg/m ³	5	26,90	24,51	1,42	2,71	33,11	39,05	58,23
DBO ₅	mg/L O ₂	5	11,0	6,6	4,2	7,6	8,0	14,1	21,0
Coliformes fécaux	UFC/100ml	7	2573	2937	54	58	700	5600	6000

¹ Calculé : Ntot - (NO_x + NH₄)

² Calculé : Pfil + Psus

Annexe 8 Statistiques descriptives concernant les données physico-chimiques colligées aux stations du réseau-rivières au cours de la période de mai à octobre 1995

Station 03040009 (B09) : Rivière Richelieu à Sorel

Descripteurs	Unités	N	Moyenne	E-type	Min.	Cent25	Cent50	Cent75	Max.
Ions majeurs :									
Chlorures	mg/L	2	16,0	1,4	15,0	15,0	16,0	17,0	17,0
Substances nutritives :									
Azote ammoniacal	mg/L N	6	0,04	0,03	0,01	0,02	0,03	0,05	0,08
Azote organique ¹	mg/L N	6	0,21	0,05	0,15	0,17	0,22	0,25	0,27
Azote total	mg/L N	6	0,36	0,11	0,26	0,26	0,36	0,45	0,48
Carbone organique dissous	mg/L C	5	3,54	0,31	3,20	3,40	3,40	3,70	4,00
Nitrates - nitrites	mg/L N	6	0,11	0,09	0,02	0,03	0,10	0,16	0,26
Phosphore dissous	mg/L P	6	0,031	0,022	0,010	0,015	0,023	0,055	0,060
Phosphore en suspension	mg/L P	6	0,031	0,007	0,023	0,026	0,028	0,035	0,043
Phosphore total ²	mg/L P	6	0,061	0,026	0,036	0,043	0,052	0,083	0,103
Descripteurs physiques :									
Conductivité	µS/cm	6	188,7	9,3	176,0	182,0	189,0	193,0	203,0
pH	unités	6	7,98	0,08	7,90	7,90	8,00	8,00	8,10
Solides en suspension	mg/L	6	16,3	5,6	11,0	11,0	15,5	19,0	26,0
Température	°Celsius	6	21,0	4,8	14,5	16,5	21,5	26,0	26,0
Turbidité	UTN	6	7,8	4,8	2,8	4,2	6,3	12,0	15,0
Descripteurs biologiques :									
Chlorophylle a	mg/m ³	5	7,79	2,35	4,06	7,24	8,33	9,10	10,22
Phéophytine a	mg/m ³	5	4,53	2,24	2,12	3,33	3,68	5,71	7,80
DBO ₅	mg/L O ₂	5	1,3	1,0	0,6	0,8	0,8	1,3	3,1
Coliformes fécaux	UFC/100ml	6	68	55	11	28	58	91	164

¹ Calculé : Ntot - (NO_x + NH₄)

² Calculé : Pfil + Psus

Annexe 8 Statistiques descriptives concernant les données physico-chimiques colligées aux stations du réseau-rivières au cours de la période de mai à octobre 1995

Station 03040010 (B10) : Rivière Richelieu au nord de Saint-Jean-sur-Richelieu

Descripteurs	Unités	N	Moyenne	E-type	Min.	Cent25	Cent50	Cent75	Max.
Ions majeurs :									
Chlorures	mg/L	2	12,5	0,7	12,0	12,0	12,5	13,0	13,0
Substances nutritives :									
Azote ammoniacal	mg/L N	5	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,04	0,05
Azote organique ¹	mg/L N	5	0,23	0,05	0,18	0,19	0,23	0,27	0,29
Azote total	mg/L N	5	0,34	0,10	0,20	0,29	0,38	0,40	0,44
Carbone organique dissous	mg/L C	5	3,30	0,16	3,10	3,20	3,30	3,40	3,50
Nitrates - nitrites	mg/L N	5	0,08	0,10	0,01	0,01	0,04	0,13	0,23
Phosphore dissous	mg/L P	5	0,025	0,022	0,005	0,015	0,015	0,030	0,060
Phosphore en suspension	mg/L P	5	0,014	0,004	0,010	0,010	0,013	0,017	0,019
Phosphore total ²	mg/L P	5	0,039	0,020	0,024	0,025	0,032	0,040	0,073
Descripteurs physiques :									
Conductivité	µS/cm	5	173,8	8,7	166,0	169,0	170,0	176,0	188,0
pH	unités	5	8,22	0,33	7,90	7,90	8,20	8,50	8,60
Solides en suspension	mg/L	4	1,5	0,6	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0
Température	°Celcius	6	18,8	5,2	12,0	15,0	19,0	23,0	25,0
Turbidité	UTN	6	0,9	0,5	0,4	0,5	0,8	1,2	1,7
Descripteurs biologiques :									
Chlorophylle a	mg/m ³	3	1,51	0,99	0,59	0,59	1,37	2,56	2,56
Phéophytine a	mg/m ³	3	1,38	0,29	1,05	1,05	1,49	1,61	1,61
DBO ₅	mg/L O ₂	2	0,7	0,1	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
Coliformes fécaux	UFC/100ml	4	182	173	82	85	102	278	440

¹ Calculé : Ntot - (NO_x + NH₄)

² Calculé : Pfil + Psus

Annexe 8 Statistiques descriptives concernant les données physico-chimiques colligées aux stations du réseau-rivières
au cours de la période de mai à octobre 1995

Station 03040012 (B12) : Rivière Richelieu à l'est de Lacolle

Descripteurs	Unités	N	Moyenne	E-type	Min.	Cent25	Cent50	Cent75	Max.
<u>Ions majeurs :</u>									
Chlorures	mg/L	2	12,0	1,4	11,0	11,0	12,0	13,0	13,0
<u>Substances nutritives :</u>									
Azote ammoniacal	mg/L N	5	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,06
Azote organique ¹	mg/L N	5	0,17	0,05	0,09	0,17	0,18	0,19	0,22
Azote total	mg/L N	5	0,26	0,07	0,19	0,21	0,23	0,28	0,37
Carbone organique dissous	mg/L C	5	3,32	0,26	3,00	3,10	3,40	3,50	3,60
Nitrates - nitrites	mg/L N	5	0,06	0,07	0,01	0,01	0,01	0,13	0,14
Phosphore dissous	mg/L P	5	0,012	0,008	0,005	0,005	0,010	0,020	0,020
Phosphore en suspension	mg/L P	5	0,015	0,005	0,009	0,012	0,014	0,018	0,021
Phosphore total ²	mg/L P	5	0,027	0,010	0,014	0,022	0,026	0,034	0,038
<u>Descripteurs physiques :</u>									
Conductivité	µS/cm	5	164,4	2,3	162,0	162,0	165,0	166,0	167,0
pH	unités	5	8,18	0,22	8,00	8,00	8,10	8,30	8,50
Solides en suspension	mg/L	4	2,0	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Température	°Celsius	5	17,0	7,0	8,0	12,0	18,0	22,0	25,0
Turbidité	UTN	6	0,7	0,2	0,5	0,5	0,7	0,8	0,9
<u>Descripteurs biologiques :</u>									
Chlorophylle a	mg/m ³	4	9,00	11,01	2,03	2,93	4,27	15,07	25,42
Phéophytine a	mg/m ³	4	21,82	41,36	0,83	1,06	1,30	42,58	83,86
DBO ₅	mg/L O ₂	4	0,8	0,4	0,4	0,5	0,9	1,1	1,1
Coliformes fécaux	UFC/100ml	6	8	10	0	0	3	16	23

¹ Calculé : Ntot - (NO_x + NH₄)

² Calculé : Pfil + Psus

Annexe 8 Statistiques descriptives concernant les données physico-chimiques colligées aux stations du réseau-rivières au cours de la période de mai à octobre 1995

Station 03040013 (C13) : Rivière L'Acadie au sud-ouest de Carignan

Descripteurs	Unités	N	Moyenne	E-type	Min.	Cent25	Cent50	Cent75	Max.
<u>Ions majeurs :</u>									
Chlorures	mg/L	2	97,5	77,1	43,0	43,0	97,5	152,0	152,0
<u>Substances nutritives :</u>									
Azote ammoniacal	mg/L N	5	0,08	0,10	0,01	0,01	0,03	0,12	0,23
Azote organique ¹	mg/L N	5	0,81	1,22	0,07	0,23	0,35	0,44	2,98
Azote total	mg/L N	5	3,65	3,83	0,37	0,46	1,90	7,00	8,50
Carbone organique dissous	mg/L C	5	9,46	2,13	7,30	8,20	8,30	11,70	11,80
Nitrates - nitrites	mg/L N	5	2,75	3,12	0,01	0,01	1,64	5,40	6,70
Phosphore dissous	mg/L P	5	0,082	0,042	0,025	0,050	0,105	0,105	0,125
Phosphore en suspension	mg/L P	5	0,042	0,036	0,012	0,015	0,025	0,064	0,096
Phosphore total ²	mg/L P	5	0,124	0,072	0,050	0,062	0,120	0,169	0,221
<u>Descripteurs physiques :</u>									
Conductivité	µS/cm	5	781,0	224,1	600,0	625,0	660,0	900,0	1120,0
pH	unités	5	8,24	0,18	8,00	8,10	8,30	8,40	8,40
Solides en suspension	mg/L	4	25,8	24,9	3,0	4,5	24,0	47,0	52,0
Température	°Celsius	6	17,5	5,0	10,0	15,0	17,5	22,0	23,0
Turbidité	UTN	6	11,7	13,8	1,8	2,4	5,4	18,0	37,0
<u>Descripteurs biologiques :</u>									
Chlorophylle a	mg/m ³	4	2,96	2,07	0,72	1,21	3,06	4,71	4,98
Phéophytine a	mg/m ³	4	6,23	4,20	2,41	2,66	5,88	9,80	10,75
DBO ₅	mg/L O ₂	4	1,2	0,6	0,6	0,7	1,1	1,7	1,9
Coliformes fécaux	UFC/100ml	6	286	245	64	98	243	370	700

¹ Calculé : Ntot - (NO_x + NH₄)

² Calculé : Pfil + Psus

Annexe 8 Statistiques descriptives concernant les données physico-chimiques colligées aux stations du réseau-rivières au cours de la période de mai à octobre 1995

Station 03040017 (C17) : Rivière Richelieu à Saint-Charles-sur-Richelieu

Descripteurs	Unités	N	Moyenne	E-type	Min.	Cent25	Cent50	Cent75	Max.
<u>Ions majeurs :</u>									
Chlorures	mg/L	1	15	-	15	15	15	15	15
<u>Substances nutritives :</u>									
Azote ammoniacal	mg/L N	5	0,07	0,08	0,01	0,03	0,04	0,08	0,21
Azote organique ¹	mg/L N	5	0,26	0,05	0,19	0,24	0,25	0,31	0,32
Azote total	mg/L N	5	0,99	1,40	0,32	0,33	0,33	0,47	3,50
Carbone organique dissous	mg/L C	5	3,80	0,58	3,40	3,40	3,60	3,80	4,80
Nitrates - nitrites	mg/L N	5	0,65	1,37	0,01	0,04	0,05	0,07	3,10
Phosphore dissous	mg/L P	5	0,039	0,013	0,025	0,025	0,045	0,050	0,050
Phosphore en suspension	mg/L P	5	0,032	0,010	0,022	0,024	0,029	0,040	0,045
Phosphore total ²	mg/L P	5	0,071	0,022	0,047	0,049	0,074	0,090	0,095
<u>Descripteurs physiques :</u>									
Conductivité	µS/cm	5	202,2	42,6	176,0	183,0	186,0	188,0	278,0
pH	unités	5	8,12	0,41	7,70	8,00	8,00	8,10	8,80
Solides en suspension	mg/L	5	11,8	5,4	6,0	8,0	10,0	17,0	18,0
Température	°Celcius	4	18,5	4,1	15,0	15,0	18,0	22,0	23,0
Turbidité	UTN	5	4,6	2,7	1,9	2,3	4,0	6,5	8,2
<u>Descripteurs biologiques :</u>									
Chlorophylle a	mg/m ³	5	8,70	9,65	2,63	3,40	4,99	6,73	25,73
Phéophytine a	mg/m ³	5	1,49	0,86	0,24	0,99	1,79	2,14	2,27
DBO ₅	mg/L O ₂	5	1,4	0,5	0,9	1,1	1,2	1,3	2,3
Coliformes fécaux	UFC/100ml	4	358	180	110	225	415	490	490

¹ Calculé : Ntot - (NO_x + NH₄)

² Calculé : Pfil + Psus

Annexe 8b Données brutes des variables de la qualité de l'eau aux stations benthiques de la rivière Richelieu, 1995

Stations	Date	Température °C	Oxygène dissous mg/l O ₂	Coliformes fécaux UFC/100 ml	Conductivité µScm-1	DBO5 mg/l O ₂	Azote total filtré mg/l N	Phosphore total dissous mg/l P	Phosphore total en suspension mg/l P	Turbidité U.T.N.
2,7	1995/07/18	24,2	3,95	230	185	1	0,31	0,06	0,039	6,4
2,7	1995/09/26			270	183	0,7	0,36	0,02	0,03	5,9
9,4	1995/07/18	24,1	4,22	370	180	1	0,39	0,05	0,085	2,7
9,4	1995/09/26			98	180	0,9	0,34	0,025	0,03	5,4
13,6	1995/07/18	24,7	4,23	1500	180	1,1	0,39	0,05	0,064	18
13,6	1995/09/26			260	184	1	0,33	0,025	0,054	6,8
20,2	1995/07/18	24,2	4,07	1300	175	1,4	0,31	0,06	0,045	16
22,2	1995/09/26			72	151	1,1	0,38	0,03	0,042	4,8
27,8	1995/07/18	23,2	4,44	2100	168	2,3	0,36	0,075	0,11	24
27,8	1995/09/26			1000	185	4	0,3	0,025	0,043	4,2
35	1995/07/18	23,1	4,26	200	168	1,5	0,31	0,07	0,068	2,2
35	1995/09/26			100	155	0,5	0,32	0,02	0,07	4,1
38,6	1995/07/18	23,8	4,35	6000	173	2	0,41	0,075	0,064	18
38,6	1995/09/26			270	186	2,4	0,33	0,025	0,081	6,3
41,8	1995/07/18	23,2	4,32	240	172	3	0,38	0,07	0,059	14
45,8	1995/09/26			530	183	1,5	0,27	0,045	0,035	3
50,1	1995/07/18	24,8	5,57	400	165	2,6	0,39	0,1	0,17	32
50,1	1995/09/26			570	185	1,6	0,26	0,035	0,037	3,8
53,7	1995/07/20	23,6	4,53	1600	193	1,8	0,46	0,055	0,051	3,4
53,7	1995/09/28			6000	184	0,9	0,45	0,045	0,031	5,6
61	1995/07/20	23	4,52	82	194	1,2	0,33	0,04	0,033	6,1
61	1995/09/28			4500	177	0,7	0,24	0,02	0,017	2,4
62,8	1995/07/19	24,6	5,32	400	183	1,1	0,31	0,07	0,039	4,8
63,3	1995/09/27			800	184	1,5	0,24	0,02	0,027	1,9
67,2	1995/07/19	24,2	5,63	39	174	0,8	0,37	0,055	0,043	6,8
67,2	1995/09/27			108	184	0,4	0,2	0,015	0,05	3
73,6	1995/07/19	23,4	5,39	430	175	0,4	0,35	0,05	0,014	0,9
73,6	1995/09/27			520	178	0,2	0,22	0,02	0,012	0,6
78,7	1995/07/19	23,9	5,48	340	180	0,6	0,31	0,055	0,013	1,2
78,7	1995/09/27			700	181	0,2	0,33	0,025	0,012	0,8
82,2	1995/07/19	24,1	5,92	6000	226	2,3	0,74	0,11	0,041	4,9
84,2	1995/09/28			6000	234	5,1	1,32	0,155	0,055	1,2
87,6	1995/07/19	24,1	5,5	320	173	0,6	0,32	0,045	0,017	1,5
87,6	1995/09/27			340	171	0,2	0,2	0,01	0,012	0,6
92	1995/07/19	24,3	6,23	310	161	1,2	0,26	0,035	0,027	2,3
92	1995/09/27			40	171	0,2	0,18	0,01	0,026	1,8
100,3	1995/07/19	24	6,23	6000	290	2,5	3,2	0,205	0,088	25
100,3	1995/09/27			2	180	0,2	0,21	0,01	0,015	1
113,7	1995/07/19	24,8	5,69	8	174	1,2	0,32	0,03	0,043	2,2
113,7	1995/09/27			3	187	0,2	0,2	0,01	0,026	1,1
120,5	1995/07/19	24,8	5,61	0	174	1,2	0,32	0,03	0,043	2,2
120,5	1995/09/27			2	179	0,2	0,19	0,01	0,012	0,7

Annexe 9 Méthodes d'analyses et seuils de détection des différents paramètres de la qualité de l'eau

PARAMÈTRE	PRÉTRAITEMENT	MÉTHODE D'ANALYSE	SEUIL DE DÉTECTION
<u>IONS MAJEURS</u>			
Calcium ⁹ , Magnésium ⁹ , potassium ⁹ et sodium ⁹	Acidification sur le terrain, dans un délai de 8 heures ¹ , avec 0,5 ml/125 ml d'acide nitrique 8 N et conservation à 4 °C. Délai d'expédition de 24 à 72 heures.	Dosage par spectrométrie d'émission au plasma d'argon.	0,1 mg/l de Ca sauf Mg, 0,4 mg/l
Alcalinité ⁷	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 14 jours.	Titration avec de l'acide nitrique.	0,1 ou 1 mg/l de CaCO ₃ selon la conductivité
Sulfates ⁷	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 7 jours (depuis le 1 ^{er} janvier 1982).	Dosage colorimétrique automatisé.	0,5 mg/l de SO ₄
Chlorures ⁷	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 28 jours (depuis le 1 ^{er} janvier 1982).	Titration avec du nitrate de mercure.	0,1 ou 1 mg/l de Cl selon la conductivité
Fluorures ²	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 28 jours (depuis juillet 1986).	Séparation par distillation en milieu acide. Le distillat est mélangé avec une solution d'alizarine et de lanthane pour former un complexe bleu.	0,04 mg/l de F
<u>SUBSTANCES NUTRITIVES</u>			
Azote ammoniacal ²	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane GF/C 1,2 µm. Temps limite pour l'analyse : 28 jours (depuis juillet 1986).	Dosage colorimétrique automatisé utilisant la réaction de Berthelot.	0,02 mg/l de N
Azote Kjeldahl ⁴ (Azote organique + azote ammoniacal)	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane GF/C 1,2 µm. Conservation de l'échantillon avec de l'acide sulfurique à pH 2. Temps limite pour l'analyse : 28 jours.	Dosage colorimétrique automatisé.	0,02 mg/l de N
Azote total ⁷	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane GF/C 1,2 µm. Le filtrat est acidifié avec 0,5 ml/125 ml d'acide sulfurique 8 N. Temps limite pour l'analyse : 28 jours.	Dosage colorimétrique automatisé.	0,02 mg/l de N
Nitrites et nitrates ⁴	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane GF/C 1,2 µm. Temps limite pour l'analyse : 28 jours.	Dosage colorimétrique automatisé.	0,02 mg/l de N
Carbone organique dissous ⁹	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 48 heures.	Prétraitement pour l'élimination du carbone inorganique présent dans l'échantillon. Irradiation à l'aide de rayons ultraviolets. Quantification, à l'aide de solutions étalons de carbone organique, mesure de la concentration de carbone organique dissous par conductivité électrique.	0,02 mg/l de C

Annexe 9 Méthodes d'analyses et seuils de détection des différents paramètres de la qualité de l'eau (suite)

PARAMÈTRE	PRÉTRAITEMENT	MÉTHODE D'ANALYSE	SEUIL DE DÉTECTION
Phosphore dissous ⁷	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane GF/C 1,2 µm. Le filtrat est acidifié avec 0,5 ml/125 ml d'acide sulfurique 8 N.	Dosage colorimétrique automatisé.	0,01 mg/l de P
Phosphore en suspension ²	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane GF/C 1,2 µm préalablement traitée à 550 °C. Pyrolyse du filtrat à 550 °C pendant une heure. Acidification 12 ml de HCl 0,16 N dans chaque vial, chauffage à 105 °C pendant deux heures pour solubiliser les orthophosphates formés lors de la pyrolyse.	Dosage colorimétrique automatisé.	0,001 mg/l de P
<u>PARAMÈTRE PHYSIQUE</u>			
pH ²	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 5 jours.	Mesure par électrométrie à l'aide d'une électrode de verre combinée.	
Conductivité ²	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 28 jours.	Mesure à l'aide d'un conductivimètre et d'une électrode. La température de l'échantillon est maintenue à 25 °C.	0,5 µs/cm
Turbidité ²	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 48 heures (depuis le 1 ^{er} janvier 1982).	Mesure par néphélométrie.	0,2 UTN
Matières en suspension ²	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 7 jours (depuis le 1 ^{er} janvier 1982).	Mesure par gravimétrie : quantité de matières en suspension retenue sur une membrane de fibre de verre 1,2 µm après filtration et séchage à 105 °C.	2 mg/l
Couleur vraie ⁴	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis centrifugation. Temps limite pour l'analyse : 48 heures.	Dosage colorimétrique automatisé en ne modifiant pas le pH. Longueur d'onde de 400 nm.	1 unité Hazen
Oxygène dissous	Mesure prise sur le terrain.	Mesuré à l'aide d'un oxymètre.	0,1 mg/l de O ₂
Température	Mesure prise sur le terrain.	Mesurée à l'aide d'un thermomètre de poche à l'alcool, en °C.	
<u>PARAMÈTRES BIOLOGIQUES</u>			
Coliformes fécaux ³	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 48 heures.	Décompte des colonies de coliformes fécaux à la surface d'une membrane filtrante stérile. Le filtre a une porosité de 0,45 µm. La période d'incubation est de 24 heures (± 2 heures) à 44,5 °C (± 0,2 °C) sur un milieu de culture sélectif M-FC.	

Annexe 9 Méthodes d'analyses et seuils de détection des différents paramètres de la qualité de l'eau (suite)

PARAMÈTRE	PRÉTRAITEMENT	MÉTHODE D'ANALYSE	SEUIL DE DÉTECTION
DBO ₅ ³	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 48 heures. Temps limite pour l'analyse : 24 à 48 heures (depuis le 1 ^{er} janvier 1982.	Détermination par différence des concentrations en oxygène dissous dans l'échantillon ou une dilution appropriée avant et après une période d'incubation de 5 jours à 20 °C. Mesure des concentrations à l'aide d'un appareil utilisant des électrodes sélectives.	De 0,2 à 1 mg/l de O ₂ (Selon la quantité de bactéries ajoutées.)
Chlorophylle <i>a</i> ^{5,6}	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures, puis filtration sur membrane millipore 0,8 µm. L'échantillon est ensuite placé au congélateur, et l'analyse peut être faite plusieurs semaines plus tard.	Filtration des algues en suspension sur une membrane filtrante millipore de 0,8 micron, dosage des pigments photosynthétiques par spectrophotométrie de fluorescence (lumière bleue à 430 NM et réémission en fluorescence mesurée à 663 NM).	0,01 mg/m ³
MÉTAUX			
Aluminium ⁹	Acidification sur le terrain, dans un délai de 8 heures ¹ avec 0,5 ml d'acide nitrique 8 N, puis expédition au laboratoire dans un délai de 24 à 72 heures.	Dosage par spectrométrie d'émission au plasma d'argon. Modèle Gas-Jarrel-Ash.	Avant juillet 1991 : Al : 0,02 mg/l de Al Fe : 0,01 mg/l de Fe Mn : 0,01 mg/l de Mn
Fer ⁹	Temps limite pour l'analyse : 6 mois.		Après juillet 1991 : Al : 0,01 mg/l de Al Fe : 2 µg/l de Fe Mn : 1 µg/l de Mn
Manganèse ⁹			

¹ Lorsque l'échantillon est prélevé par un observateur, l'acidification se fait lors de la réception au laboratoire, dans un délai de 24 heures.

² *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 15 th Ed., 1980.
APHA, AWWA, WPCF. Washington D.C.

³ *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 14 th Ed., 1975.
APHA, AWWA, WPCF. Washington, D.C.

⁴ Technicon Industrial Systems. A division of Technicon Instruments Corporation.
Tarrytown, N.Y. 10591

⁵ Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons, 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*,
Fisheries Research Board, Ottawa, Canada, p. 201.

⁶ Stainton, M.P., M.J. Capel et F.A.J. Armstrong, 1974. *The Chemical Analysis of Freshwater Directorate 1974*.
Fisheries and Marine Service Research and Development, Environnement Canada, p. 105.

⁷ Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des Laboratoires, 2700 Einstein, Sainte-Foy, Québec.

⁸ Technicon, 1977. *Total Dissolved Organic Carbon; Industrial Method # 451-76W*, December 1976.

⁹ Jarrel-Ash Division Fisher Scientific Company, *Operator's Manual*,
Waltham, Mass. 02254, December 1982.

Annexe 10 Corrélation entre les pressions agricoles et urbaines et les paramètres conventionnels pour la rivière Richelieu en 1995

Pressions agricoles et urbaines	Paramètres conventionnels								
	Conductivité	Turbidité	DBO ₅	Coliformes fécaux	Phosphore en suspension	Phosphore dissous	Phosphore total	Azote total	Oxygène dissous
Densité animale	0,05800a 0,8028b 21 ^c	0,68052 0,0007 21	0,35991 0,1090 21	0,18961 0,4104 21	0,51120 0,0179 21	0,31878 0,1590 21	0,42286 0,0562 21	0,38842 0,0819 21	-0,74765 0,0001 21
Nombre de fermes	-0,00456 0,9843 21	0,68831 0,0006 21	0,39245 0,0785 21	0,18052 0,4336 21	0,54433 0,0107 21	0,30183 0,1836 21	0,44300 0,0443 21	0,37085 0,0979 21	-0,73076 0,0002 21
Grand interligne	0,24373 0,2870 21	0,45844 0,0366 21	0,33062 0,1432 21	0,37792 0,0912 21	0,27217 0,2327 21	0,23403 0,3072 21	0,26112 0,2529 21	0,44047 0,0457 21	-0,59565 0,0044 21
Interligne étroit	0,09058 0,6962 21	0,65974 0,0011 21	0,33908 0,1327 21	0,20390 0,3753 21	0,47678 0,0289 21	0,27966 0,2195 21	0,39234 0,0786 21	0,38321 0,0864 21	-0,76453 0,0001 21
Maïs	0,24243 0,2897 21	0,44805 0,0417 21	0,40156 0,0712 21	0,46494 0,0337 21	0,29620 0,1923 21	0,31226 0,1682 21	0,31244 0,1679 21	0,47105 0,0311 21	-0,49562 0,0223 21
Fourrage	-0,10166 0,6610 21	-0,11299 0,6258 21	-0,26749 0,2411 21	0,02987 0,8977 21	-0,09419 0,6847 21	-0,01890 0,9352 21	-0,04807 0,8361 21	-0,06311 0,7858 21	0,06561 0,7775 21
Autres cultures	0,03519 0,8796 21	0,49351 0,0230 21	0,41653 0,0603 21	0,14545 0,5293 21	0,46054 0,0356 21	0,36441 0,1044 21	0,43066 0,0513 21	0,29668 0,1916 21	-0,25268 0,2691 21
Superficies cultivées	0,11404 0,6226 21	0,63636 0,0019 21	0,32672 0,1483 21	0,23247 0,3106 21	0,45209 0,0396 21	0,24511 0,2842 21	0,36310 0,1057 21	0,40013 0,0723 21	-0,74375 0,0001 21
Bovins	-0,00065 0,9978 21	-0,39221 0,0787 21	-0,14058 0,5433 21	0,30000 0,1864 21	-0,32023 0,1570 21	0,14146 0,5408 21	-0,09419 0,6847 21	0,01496 0,9487 21	0,27606 0,2258 21
Porcs	0,11144 0,6306 21	-0,58312 0,0055 21	-0,32086 0,1561 21	0,08052 0,7286 21	-0,45664 0,0374 21	-0,13038 0,5732 21	-0,29100 0,2006 21	-0,17502 0,4480 21	0,58006 0,0058 21
Volailles	0,05930 0,7985 21	0,58961 0,0049 21	0,30719 0,1756 21	0,14675 0,5256 21	0,55148 0,0096 21	0,23599 0,3031 21	0,41572 0,0609 21	0,31555 0,1635 21	-0,55408 0,0092 21

Annexe 10 Corrélation entre les pressions agricoles et urbaines et les paramètres conventionnels pour la rivière Richelieu en 1995 (suite)

Pressions agricoles et urbaines	Paramètres conventionnels								
	Conductivité	Turbidité	DBO ₅	Coliformes fécaux	Phosphore en suspension	Phosphore dissous	Phosphore total	Azote total	Oxygène dissous
Autres animaux	0,01955	0,71688	0,37683	-0,08182	0,60344	0,12516	0,38324	0,24463	-0,55018
	0,9330	0,0003	0,0922	0,7244	0,0038	0,5888	0,0864	0,2852	0,0098
	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Animaux	0,01369	-0,35714	-0,13928	0,28961	-0,27606	0,13885	-0,06561	0,01822	0,28516
	0,9531	0,1120	0,5471	0,2029	0,2258	0,5483	0,7775	0,9375	0,2102
	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Densité humaine	-0,09840	0,62468	0,53498	0,23766	0,54498	0,49935	0,51640	0,38061	-0,57876
	0,6713	0,0025	0,0125	0,2996	0,0106	0,0212	0,0165	0,0887	0,0060
	21	21	21	21	21	21	21	21	21

a : corrélation de Spearman (r_s)

b : probabilité $> |R|$ si $|R| < 0,05$, alors la corrélation est significative

c : effectif ou nombre d'observations