

## LE BASSIN DE LA RIVIÈRE YAMASKA : QUALITÉ DES EAUX DE 1979 À 1997

Sylvain Primeau

Adresse : Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement, 5199, rue Sherbrooke Est, bureau 4701, Montréal (Québec), H1T 3X3.

PRIMEAU, S., 1999. Le bassin de la rivière Yamaska : qualité des eaux de 1979 à 1997, section 2, dans ministère de l'Environnement (éd.), *Le bassin de la rivière Yamaska : état de l'écosystème aquatique*, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° EN990224, rapport n° EA-14.

### RÉSUMÉ

**L**a rivière Yamaska est un affluent de la rive sud du fleuve Saint-Laurent. La rivière se jette dans le fleuve au lac Saint-Pierre. Elle occupe un bassin versant de 4784 km<sup>2</sup>. Ce rapport de deuxième génération s'attarde uniquement à l'étude de la qualité de l'eau à l'aide de descripteurs conventionnels. Les objectifs de ce rapport visent essentiellement à étudier les variations spatiales et temporelles de la qualité de l'eau de la rivière Yamaska et de ses principaux affluents. Des liens sont faits avec les pressions humaines et les interventions d'assainissement des eaux, afin d'expliquer les causes des variations observées. La période couverte par cette étude s'étend de janvier 1979 à décembre 1997 inclusivement. En tout, 4327 prélèvements ont été faits à 72 stations. Ces prélèvements ont produit un peu plus de 66 500 données sur la qualité de l'eau.

Une amélioration généralisée de la qualité physico-chimique de l'eau de la rivière Yamaska a été notée entre 1979 et 1997. Les interventions d'assainissement urbain et industriel ont entraîné, à peu près partout dans le bassin versant, des chutes significatives des concentrations de phosphore et de plusieurs autres descripteurs de la qualité de l'eau. Par contre, en période estivale, ces gains sont nettement moins apparents. L'aspect esthétique de la rivière s'est sensiblement amélioré, mais la qualité physico-chimique de la rivière Yamaska reste globalement, à l'échelle d'un bassin versant, la pire au Québec avec des valeurs de phosphore, d'azote, de chlorophylle, de matières en suspension et de turbidité élevées.

Enfin, la pollution diffuse d'origine agricole demeure un problème majeur. Le niveau de pression observé est unique au Québec. Il existe une relation claire entre la détérioration de la qualité de l'eau et l'intensité des activités agricoles dans le bassin versant. Les programmes de subvention ont permis de régler les problèmes d'entreposage des déjections animales. Des efforts sont également faits afin de mieux utiliser le potentiel agronomique des lisiers et fumiers. Par contre, il faudra mettre de l'avant un ensemble de meilleures pratiques agricoles afin de conserver les gains obtenus et espérer une éventuelle amélioration de la qualité de l'eau.

**Mots clés :** rivière Yamaska, qualité de l'eau, phosphore, azote, chlorophylle, coliformes fécaux, pollution, agriculture, assainissement, indice de qualité.

## TABLE DES MATIÈRES

Introduction.....	2.2
Aire d'étude.....	2.3
Emplacement et physiographie.....	2.3
Hydrographie et hydrologie.....	2.4
Utilisation du territoire.....	2.4
Objectifs environnementaux de rejet (OER).....	2.5
Secteurs retenus.....	2.5
Matériel et méthodes.....	2.5
Stratégie d'échantillonnage.....	2.5
Descripteurs de qualité utilisés.....	2.7
Traitement des données.....	2.10
Résultats et discussion.....	2.11
Qualité de l'eau : évolution temporelle.....	2.11
Flux massiques d'azote, de phosphore et de matières en suspension.....	2.25
Qualité de l'eau : évolution spatiale.....	2.32
Discussion par secteur.....	2.46
Conclusion.....	2.64
Remerciements.....	2.65
Références bibliographiques.....	2.65
Annexes	

## INTRODUCTION

Ce rapport constitue la deuxième étude réalisée par la Direction des écosystèmes aquatiques (DÉA) sur la qualité de l'eau de la rivière Yamaska. Il fait partie d'un ouvrage beaucoup plus large, qui fournit un diagnostic global sur l'état de l'écosystème aquatique de la rivière Yamaska. Les autres volets portent sur les sujets suivants :

- le bassin de la rivière Yamaska : profil géographique, sources de pollution et interventions d'assainissement (Primeau *et al.*, 1999);
- le bassin de la rivière Yamaska : contamination de l'eau par des métaux et certaines substances organiques toxiques (Berryman et Nadeau, 1999);
- le bassin de la rivière Yamaska : les communautés benthiques et l'intégrité biotique du milieu (St-Onge, 1999);
- le bassin de la rivière Yamaska : les communautés ichthyologiques et l'intégrité biotique du milieu (La Violette, 1999);
- le bassin de la rivière Yamaska : contamination du poisson en 1995 (Lapierre, 1999).

Dans le rapport précédent (Primeau et Grimard, 1989), il s'avérait que la qualité de l'eau de la rivière Yamaska et de ses affluents était très détériorée dans la plus grande partie du bassin versant. De plus, la qualité de l'eau s'était dégradée entre 1976 et 1988 dans la plupart des secteurs. La pollution diffuse d'origine agricole a eu des impacts certains sur la qualité de l'eau. Les flux considérables en matières nutritives et les importantes quantités de matières en suspension étaient les principales dégradations observées. Par contre, dans certains tronçons, une nette amélioration de la situation avait été remarquée. Citons, comme exemple, la situation en aval de Granby dans la rivière Yamaska Nord. Ces améliorations étaient dues aux interventions d'assainissement urbain et industriel réalisées en amont. En aval de la plupart des trente municipalités desservies en 1989 par une station d'épuration, il a été possible de constater une suppression des débris flottants et des odeurs, et une diminution des flux de phosphore et d'azote ammoniacal dans les rivières du bassin.

Depuis cette date, d'autres interventions d'assainissement ont eu lieu dans le bassin de la rivière Yamaska. Les efforts d'assainissement urbain y sont presque complétés. D'autres travaux d'assainissement ont été entrepris du côté industriel. En agriculture, le programme d'amélioration de la gestion des fumiers a été poursuivi. De plus, une agence de gestion des fumiers a été mise sur pied à l'échelle du bassin.

À la suite de ces nouveaux efforts d'assainissement, les objectifs de ce rapport visent essentiellement à :

- interpréter les variations spatio-temporelles de la qualité de l'eau à partir des données socio-économiques et des données sur l'état d'avancement des interventions d'assainissement urbain, industriel et agricole réalisées dans le cadre du PAEQ;
- caractériser sur le plan spatial la qualité des eaux de la rivière Yamaska et de ses principaux tributaires à partir de données recueillies durant les étés 1994 et 1995;
- évaluer la qualité de l'eau en amont et en aval des principales sources de pollution afin d'interpréter les variations observées lors des études des communautés benthiques (1994) et ichtyologiques (1995);
- évaluer dans quelle mesure sont compromis, protégés ou récupérables, les principaux usages des cours d'eau dans le bassin versant.

## AIRE D'ÉTUDE

### Emplacement et physiographie

Le bassin versant de la rivière Yamaska est bordé au sud et à l'ouest par le bassin de la rivière Richelieu, à l'est par celui de la rivière Saint-François et au nord par le fleuve Saint-Laurent (lac Saint-Pierre). La superficie du bassin versant est de 4784 km<sup>2</sup>. Il occupe deux principales régions physiographiques. Dans la portion aval, les basses-terres du Saint-Laurent représentent environ 50 % de la superficie totale. Dans la portion amont, les Appalaches couvrent le reste du territoire.

Cette dernière région se divise en deux sous-régions : le piedmont et les Appalaches. Le piedmont forme une large bande d'une dizaine de kilomètres qui s'étend dans l'axe formé par Acton Vale, au nord-est, et Cowansville, au sud-ouest. Les basses-terres du Saint-Laurent sont fortement utilisées à des fins culturales et d'élevage. Le piedmont se prête moins aux procédés culturaux, mais l'élevage y reste intensif. Finalement, les Appalaches sont plus boisées et elles ont une vocation touristique et d'élevage extensif, c'est-à-dire nettement moins intense.

### **Hydrographie et hydrologie**

La rivière Yamaska s'écoule du sud vers le nord pour se jeter dans le lac Saint-Pierre. Le cours principal prend naissance au lac Brome. Trois affluents de la rivière Yamaska sont considérés comme importants : la rivière Noire, la rivière Yamaska Nord et la rivière Yamaska Sud-Est. Ces rivières rejoignent la Yamaska en amont de Saint-Hyacinthe. Plusieurs barrages sont répartis dans le bassin de la rivière Yamaska. Ces ouvrages visent à contrôler les débits afin, d'une part, d'éviter les pénuries d'eau en période d'étiage et, d'autre part, de réduire l'impact des inondations lors des crues. Ils forment aussi des réserves pour l'alimentation en eau potable. Les réservoirs Choinière et Boivin sur la rivière Yamaska Nord, Davignon sur la rivière Yamaska Sud-Est et d'Émileville sur la rivière Noire sont les principaux plans d'eau créés par ces structures. Leur présence est susceptible d'avoir un impact notable sur la qualité de l'eau. Le lac Brome est le principal plan d'eau du bassin. Il y a des étangs et des petits lacs comme le lac Waterloo, le lac Roxton, le lac Shefford et le lac Yamaska. Le débit annuel moyen de la rivière se situe à environ  $83 \text{ m}^3/\text{s}$  à son embouchure. La crue a lieu entre la fin mars et le début du mois d'avril. Les étiages estivaux et hivernaux peuvent être sévères avec des débits de quelque  $8 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### **Utilisation du territoire**

L'agriculture est la principale activité économique dans le bassin versant. En 1996, plus de 207 000 hectares étaient en culture, ce qui représente 43 % de la superficie totale du bassin. Près de 311 000 unités animales y étaient dénombrées, pour une densité animale de 1,5 animal par hectare en culture et de 0,65 unité animale par hectare de superficie totale (Statistique Canada, dans Primeau *et al.*, 1999). La culture du maïs et l'élevage porcin sont les deux principales activités agricoles.

En 1995, on comptait plus de 236 000 personnes vivant dans le bassin versant. Les deux principales villes et pôles industriels sont Saint-Hyacinthe et Granby. On compte plus de 800 établissements industriels dans la région, dont 110 qui génèrent des eaux de procédés. Les principaux secteurs industriels sont ceux de l'agro-alimentaire, de la transformation métallique, des textiles et de la chimie. Les municipalités de Bromont, de Cowansville, de Farnham et de Valcourt comptent aussi des entreprises importantes.

Un portrait plus complet des pressions environnementales, des caractéristiques physiques du bassin versant et des interventions d'assainissement est disponible dans Primeau *et al.* (1999).

## Objectifs environnementaux de rejet (OER)

Les interventions d'assainissement dans le bassin versant de la rivière Yamaska sont basées sur des objectifs environnementaux de rejet (OER).

La Direction des écosystèmes aquatiques établit des objectifs environnementaux de rejet pour les sources ponctuelles de contamination. Ces objectifs ont pour but d'assurer le maintien et la récupération des usages ainsi que la pérennité des ressources aquatiques. En plus de la vie aquatique, les principaux usages visés sont l'approvisionnement en eau potable, les activités récréatives de contact avec l'eau et certaines activités de perception (comme les pistes cyclables et les centres d'interprétation).

À chaque usage, pour un contaminant donné, est rattaché un critère de qualité. Ce dernier correspond à la qualité d'eau visée dans le milieu récepteur pour assurer la protection de l'usage concerné. Les objectifs environnementaux définissent les concentrations et les charges tolérables qui permettront de respecter les critères de qualité d'eau, après dilution dans le cours d'eau récepteur. La dilution est fonction du débit de l'effluent et d'un débit d'étiage critique du milieu récepteur. Dans des milieux récepteurs plus importants, le débit de dilution est limité à une zone de mélange restreinte.

Les objectifs servent de base à la conception des ouvrages de traitement des eaux usées de sources ponctuelles. Parfois, il arrive que les technologies soient inexistantes ou trop coûteuses pour permettre l'atteinte des objectifs de rejet. C'est pourquoi, une fois les ouvrages construits, les objectifs sont traduits en exigences de rejet, ces dernières tenant compte des limites de la technologie utilisée.

Ces informations ont été utilisées afin de fixer les niveaux de qualité d'eau visés pour les tronçons des rivières du bassin versant de la rivière Yamaska. La qualité visée sera définie pour trois formes de pollution : microbienne, organique et par les substances nutritives. Une comparaison sera ensuite faite avec les niveaux de pollution obtenus lors des tournées d'échantillonnage.

### Secteurs retenus

La division du bassin versant reprend celle utilisée par Primeau et Grimard (1989). Il a été divisé en six secteurs : secteur A, *Yamaska, portion supérieure*; secteur B, *rivière Yamaska Sud-Est*; secteur C, *rivière Yamaska Nord*; secteur D, *rivière Yamaska, portion centrale*; secteur E, *rivière Noire* et secteur F, *rivière Yamaska, portion inférieure*. Le découpage de ces secteurs est présenté à la figure 1.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Stratégie d'échantillonnage

La période couverte par cette étude s'étend de janvier 1979 à décembre 1997 inclusivement. En tout, 4327 prélèvements ont été faits à 72 stations. Ces prélèvements ont produit un peu plus de

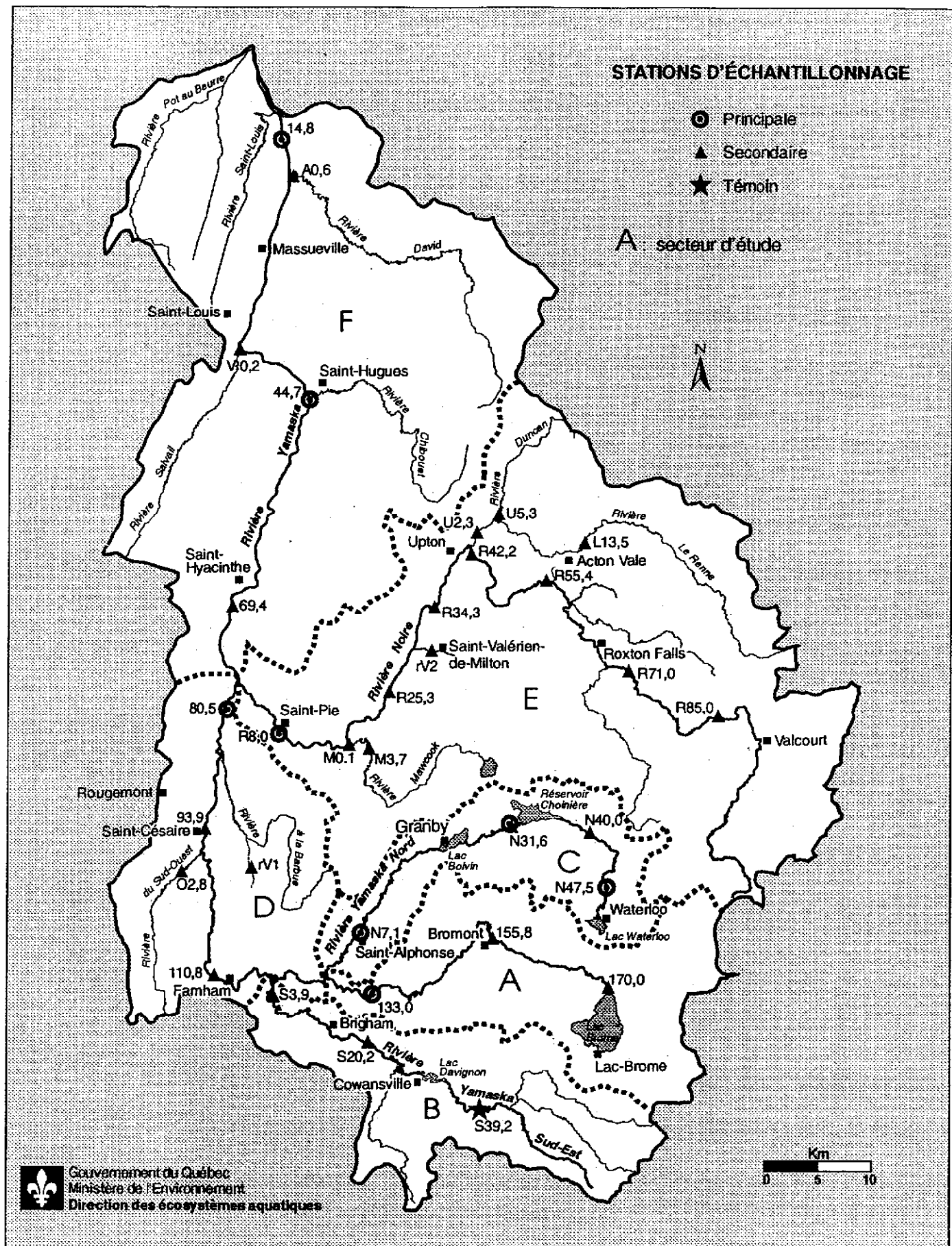


Figure 1 Emplacement des stations d'échantillonnage dans le bassin de la rivière Yamaska

66 500 données sur la qualité de l'eau. L'emplacement des stations est décrit au tableau 1 et illustré à la figure 1. Les coordonnées géographiques exactes sont disponibles à l'annexe 7.

Parmi ces stations, on compte 11 stations de surveillance à long terme. Ces stations dites principales sont échantillonnées une fois par mois par des observateurs locaux engagés par le ministère de l'Environnement. Les stations secondaires, au nombre de quatorze, sont situées dans la rivière Yamaska et certains de ses tributaires. Elles ont été échantillonnées mensuellement de mai à octobre, durant l'été 1995, par des techniciens du ministère de l'Environnement. Les stations à long terme ont aussi été visitées lors de ces tournées, ce qui donne un total de 25 stations. Les numéros de stations du réseau-rivières sont identifiées en caractères gras (S39,2). Le protocole complet est présenté dans le manuel des méthodes d'échantillonnage de la DÉA (MEF, 1999). Il est à noter que les échantillonnages ont été réalisés au milieu des cours d'eau. Lorsque la profondeur était suffisante, les prélèvements ont été faits dans les quatre premiers mètres de la couche d'eau. À certains endroits, en absence de pont, les stations ont été échantillonnées à gué en utilisant des perches. Enfin, les échantillons ont été conservés, avant leur envoi au laboratoire, dans la glace concassée à une température de 4 °C.

Des échantillons d'eau ont également été prélevés aux stations du réseau biologique. Les numéros de ces stations sont en caractères normaux (N31,6). Deux séries d'échantillons ont été prises durant les étés 1994 et 1995. Ces échantillonnages ont été effectués en juin et en septembre à 39 stations dans le bassin versant, près de l'une des deux rives, c'est-à-dire celle où les organismes benthiques ont été échantillonnés en 1994. L'exercice a été répété aux mêmes endroits en 1995, lors des échantillonnages des poissons. La méthode d'échantillonnage était la même que celle retenue par le réseau-rivières. La qualité de l'eau a été mesurée en amont et en aval des principales municipalités dans le bassin versant. D'autres stations ont aussi été placées entre les sources ponctuelles de pollution afin d'évaluer la capacité de récupération du milieu. On a ainsi obtenu un pas moyen de sept kilomètres entre les stations du réseau biologique.

### Descripteurs de qualité utilisés

Les descripteurs conventionnels utilisés pour connaître la qualité actuelle de l'eau de la rivière Yamaska se divisent en trois. Il y a d'abord les **substances nutritives**, soit les diverses formes d'**azote**, de **phosphore** et de **carbone**. Ensuite, les descripteurs biologiques mesurés sont la densité de **coliformes fécaux**, la concentration de **chlorophylle  $\alpha$**  et la **demande biochimique en oxygène** ou DBO<sub>5</sub>. Les descripteurs suivants de l'état physique du milieu ont été enfin enregistrés : la **conductivité**, la **turbidité**, les **matières en suspension**, le **pH** et la concentration en **oxygène dissous**. Les **débits**, de leur côté, sont aussi considérés lors des calculs des charges et de l'étude des tendances des séries chronologiques.

Les renseignements concernant les méthodes analytiques et les seuils de détection des descripteurs sont présentés à l'annexe 1. Les statistiques descriptives pour les stations principales sont disponibles à l'annexe 2. Les statistiques sont présentées pour l'ensemble des principaux descripteurs surveillés depuis 1979. L'analyse des résultats concernant les ions majeurs, les métaux lourds et les autres descripteurs conventionnels de la qualité de l'eau se trouve dans l'étude de Primeau et Grimard (1989). La plupart de ces descripteurs ne sont plus surveillés depuis 1990. Les

Tableau 1 Localisation et description des stations d'échantillonnage d'eau dans le bassin versant de la rivière Yamaska

Secteur	Numéro km	Numéro BQMA	Statut	Superficie drainée km <sup>2</sup>	Période de surveillance	Localisation (rivière)
A- Yamaska supérieure	170	3030094	secondaire	201	étés 1988-1990	Yamaska, à l'exutoire du lac Brome
	164,3	3030007	Biologique	219	étés 1994-1995	Yamaska, au pont-route à Fulford
	159,3	3030224	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en amont de Bromont
	155,8	3030204	secondaire	-	étés 1988-1990 et 1995	Yamaska, à l'est de Bromont
	145,7	3030223	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska Sud-Est, en aval de Bromont
	135,8	3030222	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska Sud-Est, en amont d'Adamsville
	133	3030199	Principale	400	1987-1997	Yamaska, en aval d'Adamsville
	132	3030245	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en aval d'Adamsville
	125,5	3030091	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en aval de la confluence avec la Yamaska Nord
B- Yamaska Sud-Est	S39,2	3030041	Témoin	166	1988-1997	Yamaska Sud-Est, au pont-route 139 à West Brome
	S34,8	3030102	Biologique	191	étés 1994-1995	Yamaska Sud-Est, en aval de West Brome
	S20,2	3030030	secondaire	357	étés 1988-1990	Yamaska Sud-Est, au pont-route à 4,8 km de Bringham
	S15	3030197	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska Sud-Est, en amont du pont de Bringham
	S3,9	3030031	Principale	435	1979-1997	Yamaska Sud-Est, à 3,9 km de l'embouchure
C- Yamaska Nord	N47,5	3030040	Principale	43,5	1979-1995	Yamaska Nord, à 2,9 km en aval du lac Waterloo
	N40,0	3030058	secondaire	104	étés 1988-1990	Yamaska Nord, à Martin Corner
	N31,6	3030006	Prin. et sec.	153	1979 à 1990 et été 1995	Yamaska Nord, au pont route à Val-Shefford
	N29,7	3030233	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska Nord, à la plage Darby
	N13	3030027	Biologique	257	étés 1994-1995	Yamaska Nord, au nord de Saint-Alphonse
	N10	3030049	Biologique	274	étés 1994-1995	Yamaska Nord, en amont de Saint-Alphonse
	N7,1	3030108	Principale	282	1979-1997	Yamaska Nord, à Saint-Alphonse
	N5,0	3030028	Biologique	288	étés 1994-1995	Yamaska Nord, en aval de Saint-Alphonse
D- Yamaska portion centrale	114,6	3030221	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en amont de Farnham
	110,8	3030032	Secondaire	1 280	étés 1988-1990 et 1995	Yamaska, à 1,6 km en aval de Farnham
	107,6	3030220	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en aval de Farnham
	98,2	3030219	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en aval du ruisseau Bissonnette
	O2,8	3030237	Secondaire	-	été 1995	Du Sud-Ouest, au pont-route à Honoréville
	rv1	3030205	Secondaire	-	été 1988	Ruisseau du Village, au nord-ouest de l'Ange-Gardien
	B0,3	3030096	Sec et Agricole	128	étés 1988-90 et 1994-97	À la Barbue, près de son embouchure
	95,5	3030218	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en amont de Saint-Césaire
	93,9	3030203	Secondaire	-	étés 1988-1990	Yamaska, au pont-route 112 à saint-Césaire
	90,1	3030217	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en aval de Saint-Césaire
	83,9	3030087	Biologique	1640	étés 1994-1995	Yamaska, en aval de la rivière à la Barbue
	80,5	3030026	Principale	1 690	1988-1997	Yamaska, au pont-route à 4,0 km en amont de la Noire



Tableau 1 Localisation et description des stations d'échantillonnage d'eau dans le bassin versant de la rivière Yamaska (suite)

Secteur	Numéro km	Numéro BQMA	Statut	Superficie drainée km <sup>2</sup>	Période de surveillance	Localisation (rivière)
E- Noire	R85	3030010	secondaire	262	étés 1988-1990 et 1995	Noire, à Boscobel
	R71	3030071	secondaire	334	étés 1988-1990	Noire, en amont de Roxton-Falls
	R58,9	3030231	Biologique	-	étés 1994-1995	Noire, en aval de la rivière Jaune
	R56	3030015	secondaire	572	étés 1988 et 1989	Noire, à 2,4 km en aval de la rivière Jaune
	R55,4	3030244	secondaire	-	été 1995	Noire, au pont-route au sud d'Acton Vale
	R54,5	3030231	Biologique	-	étés 1994-1995	Noire, en amont du ruisseau Laliberté
	R46,3	3030230	Biologique	-	étés 1994-1995	Noire, en amont de Saint-Ephrem
	R42,2	3030198	secondaire	-	étés 1988-1990	Noire, au pont-route 116 à l'est d'Upton
	L13,5	3030234	secondaire	-	été 1995	Le Renne, au pont-route à 2 km d'Acton Vale
	U5,3	3030235	secondaire	-	été 1995	Duncan, en amont de la confluence avec la rivière Le Renne
	U2,3	3030034	secondaire	342	étés 1988-1990 et 1995	Duncan, au pont-route au nord-est d'Upton
	R35,8	3030229	Biologique	-	étés 1994-1995	Noire, en aval d'Upton
	R34,3	3030202	secondaire	-	étés 1988, 1989 et 1995	Noire, au pont-route à 5 km d'Upton
	rv2	3030206	secondaire	-	été 1988	Ruisseau du village, au nord de Saint-Valérien
	R29,4	3030039	Biologique	1 140	étés 1994-1995	Noire, en amont de Saint-Valérien
	R25,3	3030201	secondaire	-	étés 1988-1989	Noire, au sud-est de Saint-Dominique
	R20,2	3030228	Biologique	-	étés 1994-1995	Noire, en amont du ruisseau des Aulnages
	R16,6	3030227	Biologique	-	étés 1994-1995	Noire, en amont de Jogues
	M0,1	3030200	secondaire	-	étés 1988-1990	Mawcook, au pont-route près de son embouchure
	M3,6	3030236	secondaire	-	été 1995	Mawcook, au pont-route à 1,5 km à l'est de Jogues
	R11,3	3030226	Biologique	-	étés 1994-1995	Noire, en amont d'Émileville
	R8,0	3030003	Principale	1 470	1979 à 1997	Noire, à Saint-Pic
	R3,0	3030225	Biologique	1 570	étés 1994-1995	Noire, en aval de Saint-Pic
F- Yamaska inférieure	76,5	3030085	Biologique	3 240	étés 1994-1995	Yamaska, à 0,6 km en aval de la rivière Noire
	71,5	3030216	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en amont de Saint-Hyacinthe
	69,4	3030025	secondaire	3 310	étés 1988-1990, et 1995	Yamaska, à Douville
	59,5	3030215	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en aval de Saint-Hyacinthe
	55	3030214	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en amont de Saint-Simon
	C2,5	3030038	Agricole	150	1985 à 1997	Chibouet, au pont-route à Saint-Hugues
	50,7	3030213	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en aval de Saint-Simon
	44,7	3030123	Principale	3 780	1979-1997	Yamaska, en aval de la rivière Chibouet à Saint-Hugues
	41,1	3030212	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en aval de Saint-Hugues
	35,5	3030210	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en amont de Saint-Louis
	V0,2	3030037	secondaire	214	étés 1988-1990 et 1995	Salvail, au pont-route à son embouchure
	29,4	3030024	Biologique	4 090	étés 1994-1995	Yamaska, à Saint-Marcel
	21,2	3030210	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en aval de Massueville
	A0,6	3030036	secondaire	352	étés 1990-1995	David, au pont-route près de son embouchure
	15,7	3030209	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, en aval de la rivière David
	14,8	3030023	Principale	4 510	1979 à 1997	Yamaska, au pont-route 132 à Yamaska
	9,1	3030208	Biologique	-	étés 1994-1995	Yamaska, à 1 km en amont de l'Île Saint-Jean

Stations principale, agricole et témoin : échantillonnage mensuel au centre du cours d'eau, à partir de pont, bimensuelle avant 1991

Station secondaire : échantillonnage mensuel au centre du cours d'eau, à partir de pont (en été)

Station biologique : échantillonnage près des rives (en été)

résultats de contamination de l'eau par les pesticides reliés à la culture du maïs sont disponibles dans l'étude de Berryman et Giroux (1994) et ceux par les toxiques inorganiques et organiques, dans l'étude de Berryman et Nadeau (1999).

### Traitement des données

L'étude de la variabilité temporelle se fait sur trois plans. Il s'agit tout d'abord de comparer les données aux divers critères de qualité disponibles (MEF, 1998). Ensuite, l'analyse des séries chronologiques des descripteurs est faite à l'aide du logiciel WQSTAT II (Phillips *et al.*, 1989). Ce logiciel permet de détecter les tendances quant à l'amélioration ou la détérioration de la qualité de l'eau. Le test non paramétrique saisonnier de Kendall a été utilisé pour les tendances monotones, tandis que les tendances par saut ont été évaluées à l'aide d'un test de comparaison des médianes de Mann-Whitney, avant et après intervention d'assainissement. Le seuil de signification ( $p$ ) utilisé est de 0,05. Il est à noter que la différence de Hodges-Lehman, tel que recommandé par Phillips *et al.* (1989), a été retenue afin d'évaluer la variation entre les périodes comparées. Le pourcentage de variation est calculé à partir de cette valeur et la valeur médiane de la période précédant l'intervention d'assainissement. Ce choix explique les différences observées en utilisant la valeur de la simple soustraction des médianes, avant et après intervention, pour le calcul du pourcentage de variation.

Enfin, les flux annuels d'azote, de phosphore et des matières en suspension ont été calculés, aux stations principales à l'aide du logiciel FLUX (Walker, 1987). Des estimateurs ont été retenus afin de mieux apprécier les charges, dont l'estimateur par ratio de Beale. Cet estimateur tient compte de la relation existant entre les concentrations élevées et les épisodes de forts débits. La fréquence d'échantillonnage du réseau-rivières étant isochronique, c'est-à-dire à intervalles réguliers, il est fort probable qu'un biais ait été introduit par la sous-représentation des épisodes de débits élevés. Une correction est incluse par l'estimateur afin de tenir compte de la relation débit/concentration. Les valeurs de débits proviennent de stations du réseau hydrométrique du MEF. Les débits des stations suivantes ont été utilisés : rivière Yamaska à Farnham (030302); rivière Noire près de son embouchure (030304); rivière Yamaska Sud-Est près de son embouchure (030337); rivière Yamaska Nord en aval de Granby (0303A0 et 030340); et rivière Yamaska à Saint-Hyacinthe (030334, 030341 et 030345). Ce logiciel permet aussi de déterminer la présence de tendances temporelles dans les séries de flux calculés. La tendance est déterminée à l'aide d'une analyse de régression entre les valeurs résiduelles et les dates d'échantillonnage. Ces valeurs résiduelles sont égales au logarithme à la base 10 du quotient du flux observé divisé par le flux prédit par la méthode utilisée.

L'étude de la variabilité spatiale utilise les données obtenues durant l'été 1995 lors des six tournées mensuelles réalisées par le personnel du MEF. Ces tournées ont eu lieu de mai à octobre. Ces données serviront à produire une cote qui permet de classer la qualité de l'eau selon une échelle. Celle-ci va de bonne à très mauvaise, en passant par satisfaisante, médiocre et mauvaise. Afin de produire cette cote, la DÉA a mis au point un indice bactériologique et physico-chimique de la qualité de l'eau (IQBP, Hébert, 1996). Cet indice, de type déclassant, permet d'obtenir une évaluation globale de la qualité de l'eau durant l'été, la période la plus critique de l'année.

Des profils longitudinaux sont aussi produits avec les données des tournées réalisées à l'été 1995 par l'équipe technique de la Direction des écosystèmes aquatiques (DÉA). Les intervalles obtenus à chacune des stations seront examinés pour les principaux descripteurs. Les mesures de qualité de l'eau, obtenues aux étés 1994 et 1995 près des rives lors des activités du réseau biologique, sont mises côte à côte avec celles provenant des tournées de techniciens entre mai et octobre 1995. Afin de bien distinguer la provenance des éléments discutés, les numéros des stations du réseau biologique seront en caractères normaux, tandis que ceux des stations du réseau-rivières seront en caractères gras.

Compte tenu de la petitesse des effectifs (deux prélèvements, un en juillet et l'autre en septembre), il est important de connaître les conditions météorologiques et les débits lors des échantillonnages réalisés en 1994 et 1995 dans le cadre des activités du réseau biologique. Les informations quotidiennes, qui concernent les précipitations observées à Granby et à Saint-Hyacinthe ainsi que les débits mesurés dans la rivière Yamaska Nord et Yamaska, sont présentés dans Primeau *et al.* (1999).

Des corrélations de Spearman ont été calculées entre les variables décrivant les pressions agricoles et la moyenne des données de qualité de l'eau obtenues en 1994 et 1995 aux stations du réseau biologique. Les données agricoles de 1991 (Statistiques Canada, 1992) ont été agrégées par sous-bassins versants compris entre deux stations d'échantillonnage. Le sous-bassin compris entre une station donnée et celle en amont (sous-bassin partiel), plutôt que l'ensemble du bassin en amont de la station échantillonnée (sous-bassin total), est utilisé pour représenter la pression agricole exercée à la station. Les considérations qui sous-tendent le choix de la méthode sont discutées dans La Violette (1999) et St-Onge (1999). Les graphiques illustrant la répartition des pressions agricoles sont présentés dans Primeau *et al.* (1999).

Les méthodes de traitement des données sont décrites plus en détail dans Simoneau (1991) ainsi que dans Primeau et Grimard (1989).

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### Qualité de l'eau : évolution temporelle

#### *Fréquences de dépassement des critères de qualité*

Les fréquences de dépassement des critères de qualité de l'eau aux stations principales d'échantillonnage de la qualité de l'eau (surveillance à long terme) sont présentées au tableau 2. Les critères utilisés correspondent à ceux retenus par le ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF, 1998). Les statistiques descriptives concernant ces stations sont disponibles à l'annexe 2.

Le **phosphore total** est associé à l'eutrophisation de l'eau; cet élément nutritif imite habituellement la production primaire dans les eaux de surface (Wetzel, 1975). Un cours d'eau est considéré comme étant eutrophisé lorsque les quantités de plantes aquatiques, les macrophytes et les algues, sont excessives et susceptibles de limiter ou de compliquer les usages comme la récréation ou les

La majorité des diminutions observées se situent entre 15 % et 40 % des valeurs initiales (annexe 4). Malgré les nombreuses tendances à la baisse, les valeurs de la plupart des descripteurs demeurent élevées. Ainsi, pour le phosphore total, en aval des stations d'épuration de Cowansville, de Waterloo, de Granby et de Saint-Hyacinthe, on est passé de concentrations moyennes de 8 à 16 fois la valeur du critère de 0,03 mg/l (pour limiter l'eutrophisation) à des concentrations moyennes variant de 6 à 8 fois cette valeur. Il reste encore des gains à faire du côté de ce descripteur.

Globalement, le niveau de pollution a reculé d'un cran à peu près partout dans le bassin, entre 1985 et maintenant. Les interventions d'assainissement urbain et industriel ont contribué à cette amélioration. Les impacts des interventions réalisées par le monde agricole sont toutefois plus difficiles à cerner. La construction de structures adéquates d'entreposage des déjections animales, le travail minimal des sols et d'autres mesures culturales font aussi partie des causes expliquant les gains obtenus.

*Impacts des activités agricoles sur l'évolution temporelle de la qualité de l'eau.* Il existe des relations significatives entre l'utilisation du territoire agricole et la qualité de l'eau des rivières (Gangbazo, en préparation). Grimard (1990) a obtenu une relation significative entre les densités animales (porcs et vaches laitières) et les concentrations médianes d'azote retrouvées à l'embouchure de 34 bassins versants au Québec. Il a aussi montré qu'il existait une relation entre les concentrations médianes de phosphore total et les concentrations de matières en suspension. Les rivières les plus agricoles étaient celles qui montraient les concentrations les plus élevées des deux descripteurs. Coote *et al.* (1978) ont montré, pour leur part, des corrélations significatives entre les concentrations d'azote total et les superficies de cultures à grand interligne dans une étude basée sur 11 bassins versants en Ontario.

Plusieurs autres auteurs ont étudié les relations existant entre l'utilisation agricole du territoire et la qualité des cours d'eau. Johnson *et al.* (1997) ont montré que les bassins dominés par les cultures à grand interligne affichaient les concentrations les plus élevées en alcalinité, en solides dissous totaux et en NO<sub>x</sub>. Wall *et al.* (1993) ainsi que Culley *et al.* (1983) ont étudié la relation significative qui existe entre les concentrations de phosphore et les matières en suspension. Ces auteurs mentionnent entre autres que les eaux provenant des terres en culture sont des sources significatives de matières nutritives et de contaminants pour les rivières et les lacs. Ensuite, Boyd (1996) indique que les concentrations en azote dissous sont les plus élevées dans les régions où se retrouvent des cultures et des pâturages engraisés avec des engrais chimiques. Enfin, Sharpley *et al.* (1994) rappellent l'importance de réduire les concentrations de phosphore dans les sols en milieu agricole pour profiter pleinement des interventions d'assainissement urbain et industriel, et de favoriser les interventions concernant la réduction des concentrations de phosphore plutôt que celles d'azote. Ils insistent sur la gestion par bassin versant et l'atteinte d'objectifs de qualité de l'eau pour le phosphore afin de réduire la pollution diffuse d'origine agricole.

La répartition des activités agricoles dans le bassin versant de la Yamaska a beaucoup changé entre 1976 et 1996. Ces modifications sont susceptibles d'influencer aussi les séries chronologiques des descripteurs. La figure 3 montre l'évolution des activités agricoles de 1976 à 1996 dans l'ensemble du bassin (Statistique Canada, dans Primeau *et al.* (1999). Durant cette période, le nombre d'unités animales élevées dans le bassin a augmenté du tiers. Il est passé de 233 000 unités animales, en

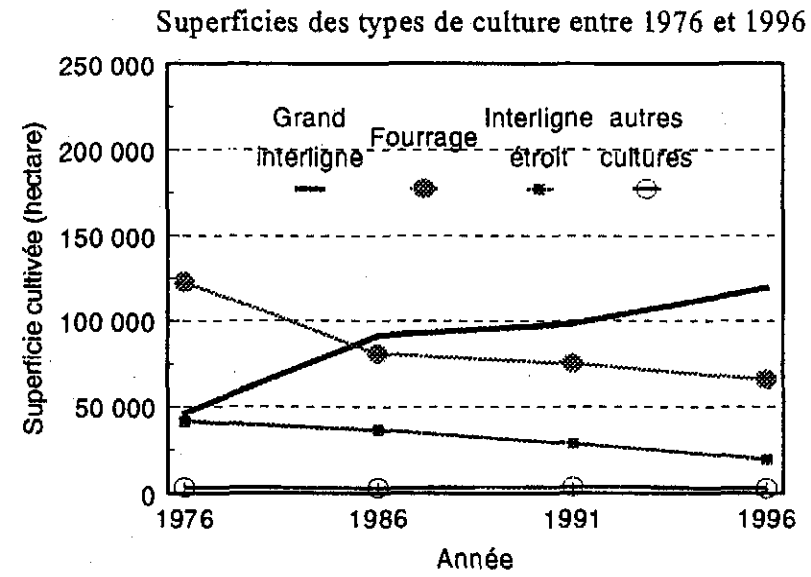
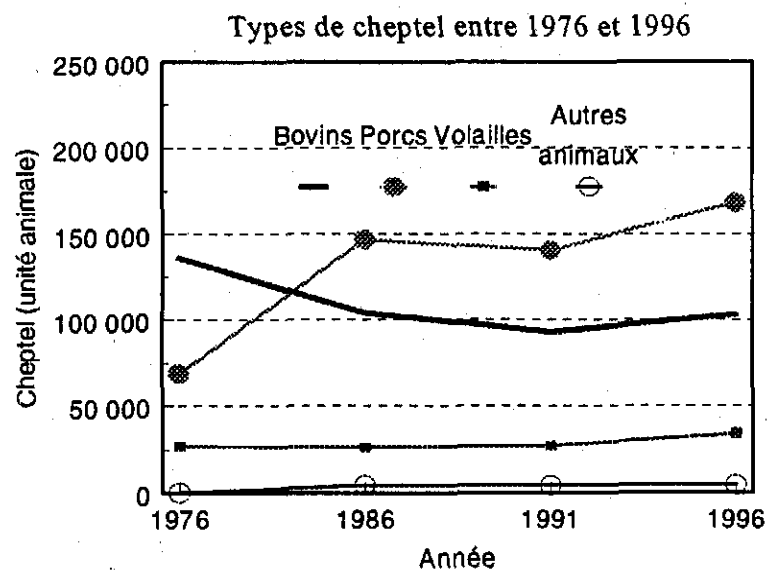
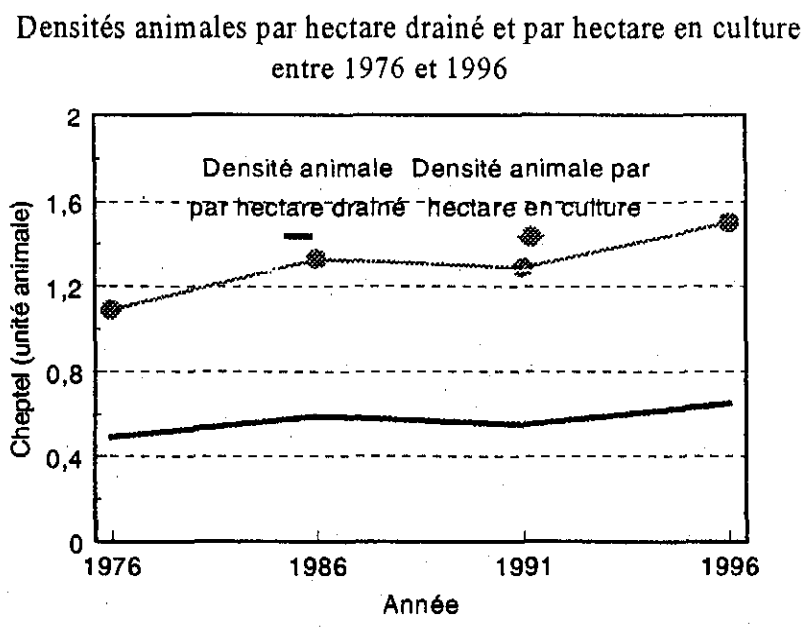
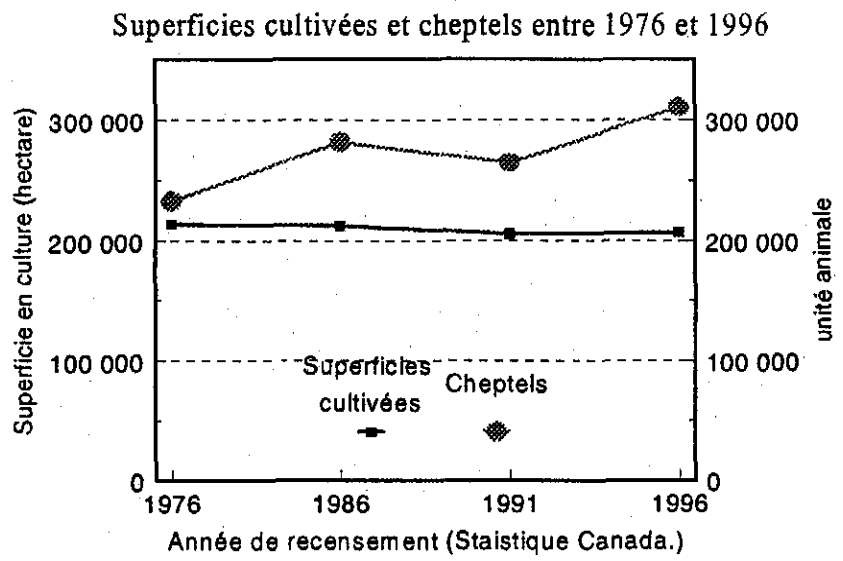


Figure 3 Évolution temporelle des principales statistiques agricoles dans le bassin versant de la rivière Yamaska, entre 1976 et 1996 (Statistique Canada)

1976, à près de 311 000, en 1996. L'unité animale permet la comparaison entre les divers cheptels. Une vache, un taureau, un cheval, cinq porcs ou 250 poules pondeuses équivalent à une unité animale. L'élevage porcin est en grande partie responsable de cette augmentation. Le nombre d'unités animales de porcs a crû de près de 100 000 unités animales entre 1976 et 1996. Il y a maintenant plus 168 000 unités animales en porcs, ce qui représente plus de 54 % des animaux élevés.

Les superficies cultivées sont demeurées plutôt stables entre 1976 et 1996, avec des valeurs voisines de 210 000 hectares en culture. Par ailleurs, la répartition des types de culture a beaucoup changé. Les cultures à grand interligne, qui comprennent le maïs, le soya et les légumes, couvraient 58 % des superficies cultivées en 1996 alors qu'elles occupaient seulement 22 % des terres en culture en 1976. Cette augmentation correspond avec une diminution importante des superficies dédiées aux fourrages et aux pâturages. Ces cultures représentaient 57 % des superficies cultivées, en 1976, et seulement 32 %, en 1996.

De telles modifications sont susceptibles d'avoir des conséquences sur la qualité de l'eau de la rivière Yamaska et de ses affluents. Les cultures à grand interligne sont reconnues pour nécessiter plus d'engrais et de pesticides par hectare. De plus, Statistique Canada (1986) mentionne que celles-ci favorisent l'érosion et le compactage des sols. Elles compromettent aussi la fertilité et la stabilité des sols en accélérant la décomposition de la matière organique. Les cultures à interligne étroit, c'est-à-dire les céréales comme le blé et l'avoine, les fourrages et les pâturages, ont moins d'impacts sur la qualité de l'eau. Leur couverture végétale étant comparable à celle des prairies naturelles, les sols sont mieux protégés de l'érosion que les sols labourés ou qui supportent des cultures à grand interligne (Statistique Canada, 1986).

Les cultures à grand interligne sont concentrées dans les basses-terres, notamment de part et d'autre du cours principal entre Farnham et l'embouchure. Les fourrages et les pâturages sont répartis plus en amont dans le bassin versant (Primeau *et al.*, 1999). Les cultures à grand interligne sont celles susceptibles de perdre une quantité plus importante de substances nutritives, de pesticides et de matières en suspension dans les cours d'eau. Il s'agit de la pression agricole sur la qualité de l'eau la plus élevée au Québec, à l'échelle d'un bassin versant.

La série chronologique de la turbidité, mesurée près de l'embouchure de la rivière Yamaska, montre une augmentation entre 1979 et 1997, tout comme les superficies cultivées à grand interligne (figure 2). Il est possible de prévoir que les phénomènes qui expliquent les hausses de la turbidité, comme les pertes de matières en suspension et les croissances d'algues microscopiques, vont continuer à s'accroître avec l'occupation de plus en plus importante des cultures à grand interligne sur le territoire agricole. Ces cultures ont d'ailleurs augmenté de 22 % entre 1991 et 1996.

Du côté de l'élevage, la question de la capacité d'acceptation des quantités de déjection animale du milieu est très importante. Cette capacité varie selon le type de culture. Ainsi, les cultures à grand interligne, comme le maïs, nécessitent en théorie de plus grandes quantités de lisier que les céréales, afin de croître adéquatement. Ces cultures peuvent donc recevoir les déjections de plus d'animaux. Ainsi, en passant des cultures fourragères au maïs, il était possible d'augmenter notamment le

nombre d'unités animales d'une ferme d'élevage. De 1976 à 1996, la densité animale est passée de 1,09 à 1,5 unités animales par hectare en culture. Cette densité est très importante dans le contexte québécois. Bien que la densité animale soit plus élevée dans certains bassins comme celui de la rivière Chaudière (2,01 U.A./ha en 1996, Simoneau, 1998), il n'y a aucune région au Québec où l'élevage est pratiqué d'une manière aussi répandue. Dans le bassin de la rivière Chaudière, les unités animales sont surtout réparties dans quelques municipalités comme Saint-Bernard, Saint-Narcisse-de-Beaurivage ou Saint-Patrice-de-Beaurivage. Les cheptels de ces trois municipalités représentent le tiers des unités animales élevées dans ce bassin en 1996. Dans le bassin de la rivière Yamaska, les cheptels sont répandus de façon plus homogène. Néanmoins, les cinq municipalités de Roxton Pond, Saint-Alphonse, Saint-Ange-Gardien, Saint-Joachim-de-Shefford et Saint-Paul-d'Abbotsford comptaient, en 1996, plus de trois unités animales par hectare cultivé. Dix municipalités comptent des densités entre 2 et 3 unités animales par hectare en culture : Béthanie, Mont Saint-Grégoire, Rainville, Roxton, Saint-Dominique, Sainte-Hélène-de-Bagot, Saint-Liboire, Saint-Nazaire-d'Acton, Saint-Valérien-de-Milton et Shefford. Ces quinze municipalités sont situées dans un cercle d'un rayon de vingt kilomètres centré à Saint-Pie.

Dans ces municipalités, les quantités de déjections animales produites sont excessives. Toutes ces municipalités, sauf Rainville, sont incluses dans la liste des 39 municipalités retenues par le règlement sur la réduction de la pollution agricole. Il est à noter que le lieu de résidence est considéré dans ce règlement et non pas l'emplacement de la ferme. Ces municipalités sont identifiées en annexe du rapport de Primeau *et al.* (1999). Dans celles-ci, il est nécessaire d'avoir une autorisation pour agrandir les exploitations d'élevage si les limites définies par type d'animal, quant au nombre d'animaux en surplus, sont dépassées. Dans un tel cas, il faut que l'éleveur démontre qu'il a accès à des superficies en culture pour épandre les nouvelles déjections animales. Afin de pouvoir répartir et mieux utiliser ces surplus, une agence de gestion des engrais organiques (AGÉO) a été mise sur pied dans le bassin de la rivière Yamaska.

De manière paradoxale, les concentrations d'animaux ne sont pas nécessairement là où sont les cultures permettant l'épandage des plus grandes quantités d'engrais organiques (déjections animales). Comme il a été dit auparavant, les unités animales élevées dans le bassin sont concentrées autour de Saint-Pie. Les cultures à grand interligne, aptes à recevoir le plus de déjections animales, sont surtout produites dans un corridor d'une vingtaine de kilomètres de large de part et d'autre du cours principal de la rivière Yamaska entre Farnham et l'embouchure. Des quantités importantes d'engrais minéraux sont achetées dans le bassin versant. Delisle *et al.* (1998) indiquent qu'il se vend environ 25 millions de dollars de fertilisants chimiques par année dans le bassin. Ces achats représentent une source supplémentaire d'éléments nutritifs équivalant à plus de 13 000 tonnes d'azote et 3800 tonnes de phosphore. Enfin, ces engrais chimiques sont surtout utilisés en aval de Saint-Hyacinthe, notamment dans les sous-bassins des rivières Pot au Beurre, Salvail et David. Des quantités notables d'engrais chimiques sont aussi utilisées dans le sous-bassin de la rivière Yamaska Sud-Est.

La réduction de l'utilisation des engrais chimiques, couplée à une meilleure répartition des engrais de ferme, devrait permettre une diminution additionnelle des concentrations d'azote, de phosphore, des matières en suspension et, en parallèle, des valeurs de turbidité. Toutefois, compte tenu des distances à parcourir et des problèmes d'entreposage, des solutions techniques et logistiques

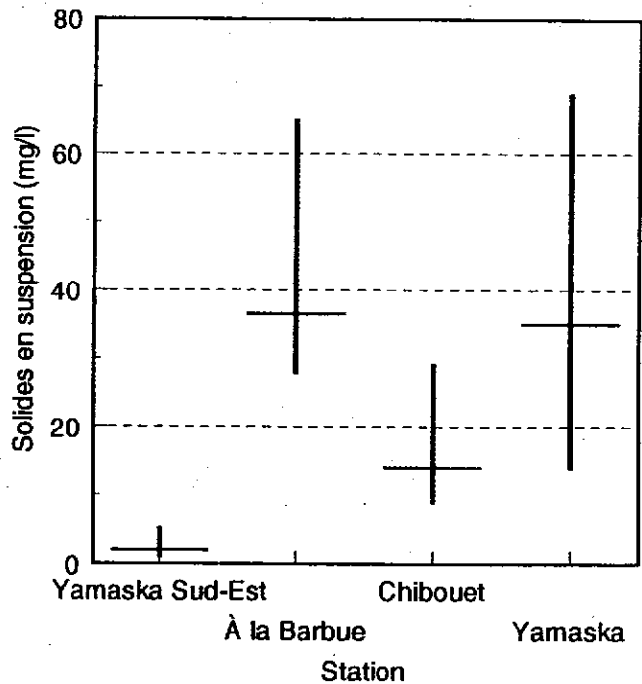
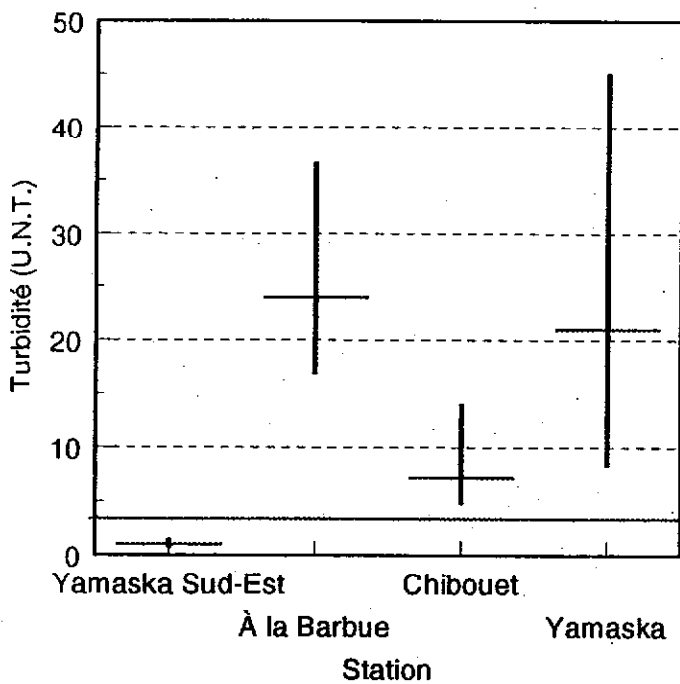
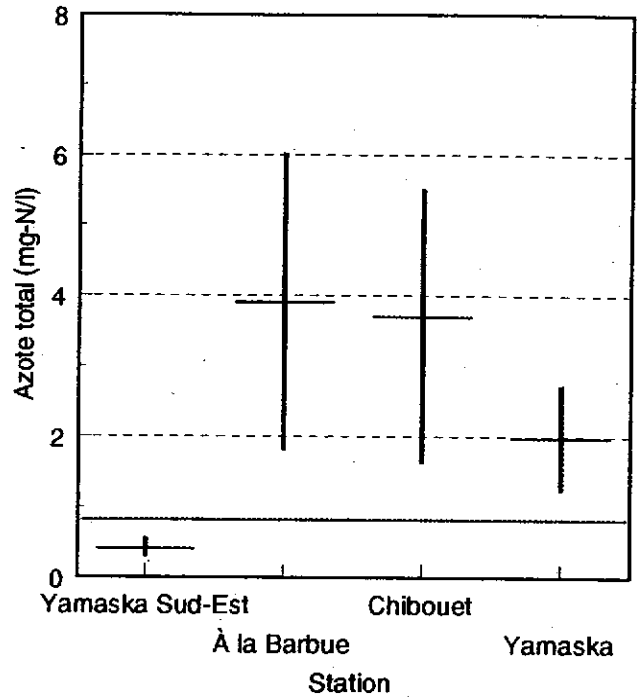
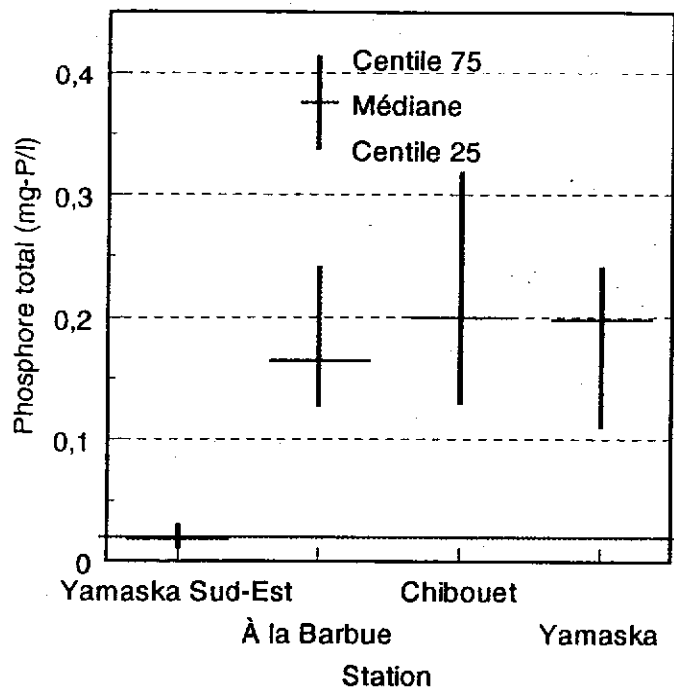


Figure 4 Comparaison des interquartiles obtenus de 1988 à 1997 pour l'azote total, le phosphore total, la turbidité et les solides en suspension aux stations agricoles, à la station témoin et à la station de l'embouchure de la rivière Yamaska



peut fort bien que l'achat d'engrais minéraux vienne compromettre les gains environnementaux permis par cette densité animale moindre.

Les résultats obtenus aux stations agricoles montrent bien l'impact global des activités agricoles. Il est toutefois difficile d'apprécier les gains obtenus par la mise en pratique des meilleures pratiques culturales disponibles sur des sous-bassins aussi vastes. Afin de mieux suivre ce qui se passe en assainissement agricole, la Direction des écosystèmes aquatiques a ouvert deux stations additionnelles de surveillance de la qualité de l'eau dans le bassin de la rivière Yamaska : le ruisseau Runnels (03030008) et la rivière du Sud-Ouest à Honoréville (03030247). Ces stations drainent des superficies beaucoup plus petites, de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres carrés. Il sera alors beaucoup plus facile de suivre l'évolution des activités agricoles et de comprendre leurs impacts sur la qualité de l'eau.

### **Flux massiques d'azote, de phosphore et de matières en suspension**

#### *Flux annuels*

La figure 5 présente les flux annuels totaux et mensuels moyens d'azote, de phosphore et de matières en suspension obtenus de 1979 à 1994. Les flux annuels illustrés ont été calculés pour la station 14,8 située près de l'embouchure de la rivière Yamaska. Les charges moyennes pour des formes de phosphore et d'azote ont été également évaluées. Les débits annuels et mensuels moyens sont également illustrés.

Les flux massiques présentés à la figure 5 sont des valeurs corrigées selon le modèle de Beale. Les corrections ont été faites afin de tenir compte de la relation qui existe entre les concentrations et les débits. Ces flux ont été calculés à l'aide du logiciel FLUX (Walker, 1987). Les quantités de MES estimées ainsi ont variées de 226 000 à 442 500 tonnes par année. Celles de phosphore sont comprises entre 470 et 927 tonnes par an. Les charges d'azote ont varié entre 4200 et 9060 tonnes, de 1979 à 1994. Selon l'estimateur retenu (IJC, Beale), la rivière Yamaska a transporté en moyenne 6301 tonnes d'azote ( $\pm 319$  t), 649 tonnes de phosphore ( $\pm 36$  t) et 310 000 tonnes de MES ( $\pm 74$  000 t) annuellement, entre 1979 et 1994.

La relation entre les forts débits et les concentrations élevées des descripteurs est un facteur dont il faut tenir compte. Par exemple, la rivière Yamaska aurait transporté au minimum, sans tenir compte de cette relation, entre 84 000 et 256 000 tonnes de matières en suspension, de 1979 à 1994. Ces quantités sont calculées par une multiplication simple de la concentration des MES avec la valeur du débit moyen journalier mesurée lors de la journée de prélèvement. Par ailleurs, 55 % du débit annuel de la rivière Yamaska survient durant les journées où le débit quotidien dépasse  $170 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ce débit correspond à environ deux fois le débit moyen enregistré entre 1979 et 1994. Durant cette période, on a retrouvé de tels débits dans 12,6 % des jours.

Les calculs exécutés avec le logiciel FLUX permettent de corriger la sous-estimation introduite lors des épisodes de forts débits. À cet égard, les flux annuels moyens prédits par les divers estimateurs retenus par Walker (1987) varient entre 224 000 et 330 000 tonnes de MES par an avec des écarts-types allant de 0 à 102 000 tonnes par an. Avec l'estimateur de Beale, on obtient une estimation,

dans les sols doit ainsi faire partie des interventions à privilégier dans le bassin de la rivière Yamaska.

### *Évolution spatiale des flux d'azote et de phosphore dans le bassin*

Le tableau 5 présente les résultats de l'analyse réalisée à l'aide du logiciel FLUX (Walker, 1987) pour l'azote et le phosphore. Les flux annuels ont été calculés par hectare de superficie totale. Le cours principal de la rivière Yamaska a été divisé en quatre tronçons. Les flux ont été calculés en fonction de la superficie totale retrouvée en amont. Les flux provenant des trois principaux affluents ont également été calculés. La période d'étude se situe entre 1979 et 1994. Les points de mesure des charges correspondent à l'emplacement de la station de mesure (qualité) dans le cours principal ou à la confluence de l'affluent. Si l'on excepte le tronçon amont de la rivière Yamaska, les flux annuels de phosphore se situent entre 1,1 et 1,5 kg/ha/an (kg par hectare par année). Ces valeurs sont très élevées, en comparaison avec d'autres rivières du Québec. Un flux par kilomètre de superficie totale de 0,77 kg/ha/an a été obtenu à l'embouchure de la rivière Chaudière (Simoneau, 1998). Robitaille (1994) a calculé de son côté un apport de 0,6 kg/ha/an à l'embouchure de la rivière Nicolet.

Dans le cas de l'azote, les flux sont variables d'un tronçon à l'autre. Ils varient de 5 kg/ha/an, en amont, jusqu'à 14 kg/ha/an, à l'embouchure de la rivière Yamaska. Ces valeurs sont encore une fois très élevées en comparaison avec ce qui a été calculé ailleurs. Ainsi, Simoneau (1998) et Robitaille (1994) mentionnent que des flux de 5,8 et 6,8 kg/ha/an d'azote ont été calculés respectivement aux embouchures des rivières Chaudière et Nicolet.

Des calculs ont été effectués afin d'évaluer les quantités résiduelles d'azote et de phosphore provenant des stations d'épuration dans le bassin versant. Les stations d'épuration ont émis, après traitement, 81 tonnes de phosphore et 612 tonnes d'azote dans la rivière Yamaska en 1995 (Delisle *et al.*, 1998). Les principales sources urbaines et la plupart des industries rejetant des eaux de procédés sont reliées aux stations d'épuration dans le bassin versant de la rivière Yamaska. Delisle *et al.*, (1998) ont utilisé des flux bruts, sans correction en fonction des débits. Ainsi, des valeurs totales de 618 tonnes de phosphore et de 5422 tonnes d'azote ont été calculées à l'embouchure de la Yamaska, de 1988 à 1993. Les rejets des stations d'épuration représentent donc environ 12 % des flux de phosphore et 10 % des flux d'azote. Il est à retenir que ces estimations ne tiennent pas compte des résidences n'étant pas desservies par des réseaux d'égouts, ni des pertes provenant des épisodes de surverse des réseaux d'égouts municipaux. Il y avait près de 100 000 personnes résidant dans ces demeures en 1996, ce qui correspond à 43 % de la population totale du bassin. En tenant compte d'apports naturels de 2 kg/ha/an d'azote et de 0,1 kg/ha/an de phosphore (Budd et Meals, 1994), Delisle *et al.* (1998) ont obtenu des contributions approximatives provenant des activités agricoles et des autres sources de pollution de 68 % pour l'azote et de 75 % pour le phosphore. Ces résultats ont été calculés en soustrayant du flux moyen obtenu à l'embouchure (sans ajustement, tenant compte de la relation concentration/débit) la somme des quantités provenant des rejets urbains et industriels, des résidences secondaires et des apports d'origine naturelle.

Les flux calculés avec l'estimateur de Beale fournissent les proportions suivantes pour l'azote : rejets urbains et industriels résiduels, 10 % ; rejets des résidences isolées, 3 % ; contribution du

Tableau 5 Apports annuels moyens d'azote et de phosphore dans le bassin versant de la rivière Yamaska, de 1979 à 1994

Tributaire	Numéro de station	Période	Superficie drainée (km <sup>2</sup> )	% par rapport à l'ensemble du bassin	Charge annuelle moyenne d'azote (tonne/an) (écart-type)	Charge annuelle moyenne de phosphore (tonne/a) (écart-type)	Charge annuelle moyenne d'azote par hectare (kg/ha/a)	Charge annuelle moyenne de phosphore par hectare (kg/ha/a)	% par rapport à l'ensemble du bassin Azote	% par rapport à l'ensemble du bassin Phosphore
<b>Yamaska supérieure</b>										
(du lac Brome à la confluence avec la rivière Yamaska Nord)	133	1988-1994	420	9,3	210 (± 12)	23 (±2)	5,0	0,5	3,3	3,5
<b>Yamaska Sud-Est</b>										
(près de son embouchure)	S3,9	1979-1994	435	5,9	408 (± 20)	55 (±8)	9,4	1,3	6,5	8,5
<b>Yamaska Nord</b>										
(à Saint-Alphonse)	N7,0	1979-1994	282	5,9	258 (±56)	43 (±11)	9,1	1,5	4,1	6,6
<b>Yamaska</b>										
(de la confluence de la rivière Yamaska Nord jusqu'en amont de la confluence avec la rivière Noire)	80,5	1988-1994	1690	35,3	2363 (± 190)	226 (± 32)	14,0	1,3	37,5	34,8
<b>Rivière Noire</b>										
(près de l'embouchure à Saint-Pie)	R8,0	1979-1994	1470	30,7	1460 (± 88)	169 (± 15)	9,9	1,1	23,2	26,0
<b>Yamaska</b>										
(en aval de Saint-Hyacinthe)	44,7	1979-1994	3780	79,0	3891(± 175)	442 (± 51)	10,3	1,2	61,7	68,0
<b>Yamaska</b>										
(de la confluence de la rivière Noire jusqu'à l'embouchure à Yamaska)	14,8	1979-1994	4510	94,3	6301 (± 319)	649 (± 36)	14,0	1,4	100,0	100,0

milieu naturel, 15 % et pour les sources agricoles et autres, 72 %. Dans le cas du phosphore, les proportions suivantes ont été obtenues : rejets urbains et industriels résiduels, 12 % ; rejets des résidences isolées, 4 % ; contribution du milieu naturel, 7 % et pour les sources agricoles et autres, 77 %. Les réductions supplémentaires des apports de ces deux substances nutritives proviendront donc essentiellement d'une baisse de la pollution diffuse d'origine agricole.

Delisle *et al.* (1998) mentionnent que l'approche utilisée montre une incertitude quant aux sources dites autres ou non quantifiables. Ces autres sources comprennent les pertes dues aux débordements des ouvrages d'assainissement, lors des pluies abondantes, ainsi qu'au ruissellement en milieu urbain (rejets pluviaux), les rejets mineurs des industries non raccordées à des réseaux d'égouts et d'une portion de la population saisonnière.

Ces auteurs estiment toutefois que ces autres sources constituent une faible part des charges agricoles et autres dans le contexte global de la rivière Yamaska. Ainsi, dans le cas de Granby, les apports provenant des débordements des réseaux d'égouts représentent environ 2 % des rejets traités. Ce calcul est basé sur les performances du réseau d'égouts de Granby en 1996 (MAM, 1996). Le réseau d'égouts de cette municipalité est en bonne partie unitaire. Lors des événements de pluie abondante et de la fonte des neiges, il y a des débordements des ouvrages de trop-plein. Alors, une portion des eaux usées ne rejoint pas les stations d'épuration. Compte tenu de la petitesse relative des débits de ces rivières et de la taille de villes de Granby et de Cowansville, ces débordements amènent des apports susceptibles d'avoir néanmoins des impacts sur la qualité de l'eau de la rivière Yamaska Nord.

### *Cycles annuels des descripteurs de qualité de l'eau*

La forme des cycles annuels des descripteurs est révélatrice des problèmes pouvant être retrouvés. Les valeurs des descripteurs de la qualité de l'eau varient selon les saisons. Les concentrations d'azote ammoniacal, par exemple, sont normalement basses en été en raison du captage par les plantes aquatiques, elles remontent légèrement en automne et atteignent leur maximum en hiver en raison de la réduction de l'activité biologique durant cette saison. D'autres descripteurs, comme la conductivité, affichent des valeurs élevées pendant les étiages estivaux et hivernaux, et des valeurs faibles durant les crues printanières et, dans une moindre mesure, durant celles de l'automne. Les débits expliquent ces variations, la capacité de dilution des cours d'eau variant selon les quantités d'eau. La plupart des descripteurs de la qualité de l'eau affichent des cycles prévisibles. La présence d'anomalies, c'est-à-dire des valeurs élevées lorsque des valeurs faibles sont attendues ou, au contraire, des valeurs faibles lorsque des valeurs élevées sont prévues ainsi que l'absence de variation, est un indice de dérèglement important dans le milieu aquatique.

Lors de l'étude réalisée sur les données de 1976 à 1988 (Primeau et Grimard, 1989), une attention particulière avait été portée aux caractéristiques ou aux déformations observées sur ces cycles. De telles déformations avaient été notamment remarquées en aval de Granby dans la rivière Yamaska Nord et à l'embouchure de la rivière Yamaska.

Les figures 6 et 7 présentent ce qui est advenu de certains de ces cycles particuliers. La première série de graphiques consiste en une comparaison des valeurs de la **turbidité** de la rivière Yamaska à

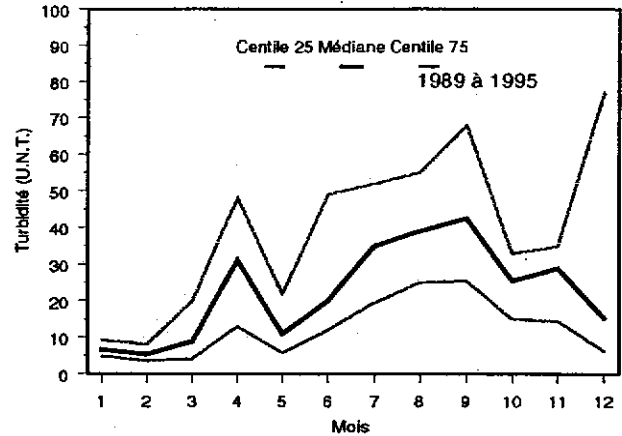
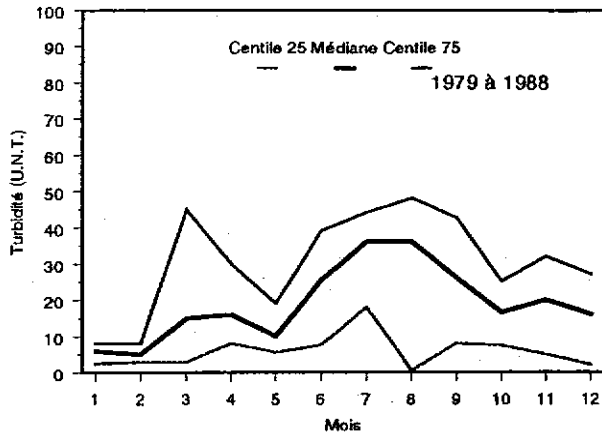


Figure 6 Comparaison des cycles annuels de la turbidité obtenus entre 1979 et 1988, et entre 1989 et 1995, près de l'embouchure de la rivière Yamaska : (station : 14,8)

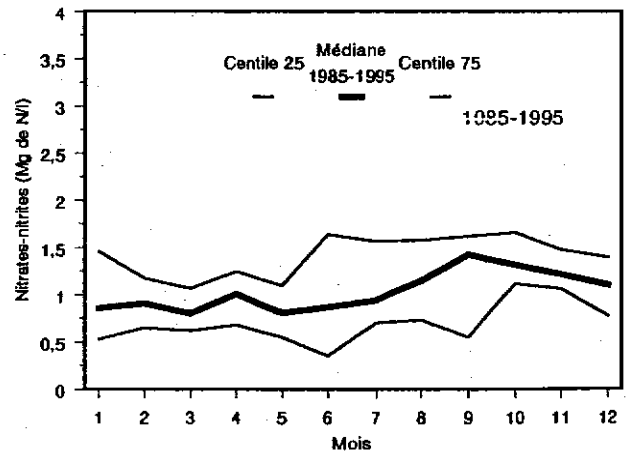
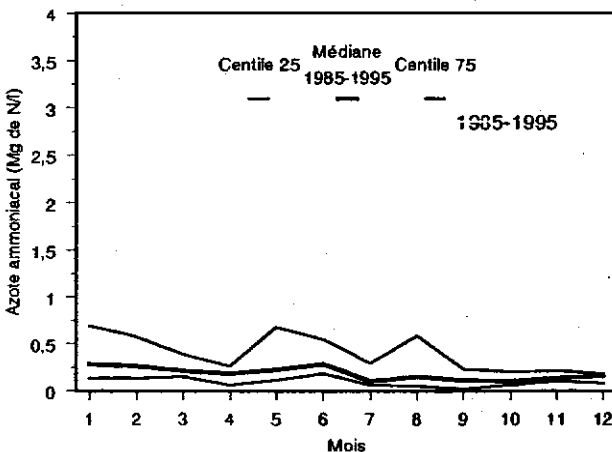
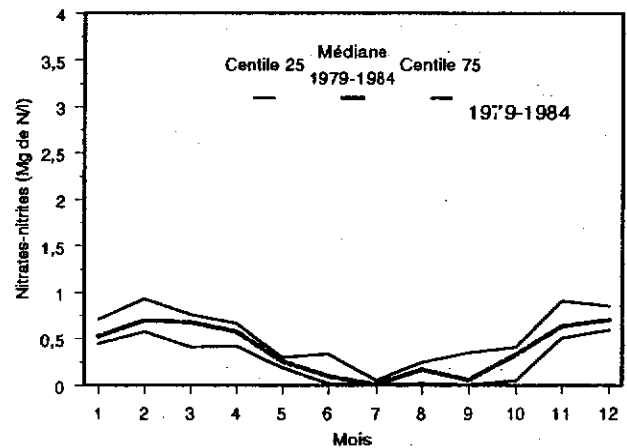
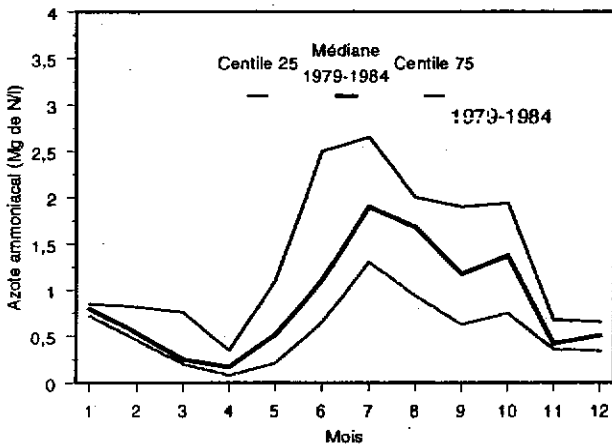


Figure 7 Cycles annuels de l'azote ammoniacal et des nitrates et nitrites avant (1979-1984) et après (1985 à 1995) la mise en service de la station d'épuration de Granby (rivière Yamaska Nord : station N7,1)

la station principale 14,8 située près de l'embouchure. Il n'y a pas eu de changement entre la période retenue pour le premier rapport (Primeau et Grimard, 1989) et la période 1989-1995. La rivière Yamaska continue à montrer un profil anormal de turbidité. Ces deux cycles sont semblables. La turbidité devrait être au plus bas durant l'été. On observe, au contraire, les valeurs de la médiane et du centile 75 les plus élevées de juin à septembre.

De telles valeurs estivales élevées de turbidité peuvent être liées à deux causes. Il y a d'abord des pertes importantes de particules fines d'argile et de limon. La nature des sols, le relief en pente douce et la prédominance des cultures à grand interligne (Primeau *et al.*, 1999) favorisent particulièrement ces pertes en aval de Saint-Hyacinthe. De plus, les algues microscopiques, identifiables par les fortes concentrations enregistrées de chlorophylle *a*, contribuent aux valeurs élevées de la turbidité obtenues en été. Les concentrations excessives de substances nutritives, l'élargissement de la rivière, la faible vitesse d'écoulement et l'absence de zones d'ombre en rives sont parmi les causes principales favorisant le développement d'algues. En raison de la nature particulière des sols et des caractéristiques de la région de l'embouchure, il est difficile de prédire dans quelle mesure il sera possible de retrouver un cycle annuel plus normal pour la turbidité. Néanmoins, la réduction éventuelle des valeurs élevées de la turbidité en été sera un excellent indice de la récupération de la qualité de l'eau à l'embouchure de la rivière.

Avant la mise en service de la station d'épuration de Granby en novembre 1984, un cycle très anormal pour l'azote ammoniacal était observable. La figure 7 montre la comparaison des interquartiles mensuels des concentrations d'azote ammoniacal et des nitrites-nitrates avant et après cette mise en service. Ainsi, avant la mise en service, les concentrations les plus élevées d'azote ammoniacal étaient observées durant l'été. À la suite de la mise en service, le cycle annuel de ce descripteur a repris une forme plus normale et les valeurs relevées sont nettement plus basses. Toutefois, le cycle des nitrites-nitrates demeure anormal. On n'observe pas la chute attendue des concentrations durant l'été; l'interquartile des concentrations reste stable entre 0,5 et 1,5 mg/l durant toute l'année. Malgré cela, l'impact de la station d'épuration s'est globalement traduit par une baisse des concentrations de l'azote total.

## Qualité de l'eau : évolution spatiale

### *Profils amont/aval pour les principaux descripteurs de la qualité de l'eau*

Les figures 8 à 14 présentent les profils longitudinaux (ordre aval/amont) obtenus durant les étés 1994 et 1995 pour les descripteurs suivants : azote total, phosphore total, chlorophylle *a* et phéophytines, coliformes fécaux, demande biochimique en oxygène sur cinq jours (DBO<sub>5</sub>), turbidité et conductivité. Les profils sont présentés pour le cours principal de la rivière Yamaska ainsi que pour ses trois principaux tributaires : rivière Noire, rivière Yamaska Nord et rivière Yamaska Sud-Est. Trois séries de courbes sont illustrées pour chaque descripteur. Il y a d'abord les séries de données obtenues lors de deux échantillonnages réalisés en parallèle avec les inventaires de benthos (1994) et de poissons (1995). La dernière série provient des données enregistrées lors des six tournées effectuées durant l'été 1995 aux stations du réseau-rivières. Les numéros de stations correspondent à la distance en kilomètre par rapport à l'embouchure de la rivière.

*Précipitations et débits lors des tournées d'échantillonnage.* Les données hydrométriques et climatologiques obtenues à Granby et à Saint-Hyacinthe, lors des journées d'échantillonnage, sont présentées dans le document de Primeau *et al.* (1999). Une seule tournée a été réalisée à la suite de précipitations importantes. Ces précipitations ont causé des hausses très importantes des débits dans le bassin versant lors de la tournée de juillet 1994. Ainsi, les débits quotidiens de la rivière Yamaska à Saint-Hyacinthe ont varié de 106 à 190 m<sup>3</sup>/s du 25 au 27 juillet 1994. Ces débits journaliers sont exceptionnellement élevés par rapport au débit mensuel moyen de juillet qui est de 20,5 m<sup>3</sup>/s (période 1979-1994). Il n'y a pas eu de précipitation importante avant et durant les trois autres tournées d'échantillonnage de juillet 1995 et des mois de septembre 1994 et 1995. On doit considérer que ces échantillonnages ont été effectués en temps plutôt sec. Toutefois, l'été 1995 a été légèrement plus pluvieux que la normale dans son ensemble.

*Observations générales pour l'ensemble des descripteurs.* Les valeurs obtenues pour la plupart des descripteurs présentent des profils augmentant de l'amont vers l'aval. Les profils des densités de coliformes fécaux et ceux de la DBO<sub>5</sub> affichent moins clairement cette tendance. Ils montrent une plus grande variabilité, avec des pointes souvent attribuables à des sources ponctuelles de pollution. Des valeurs plus élevées sont ainsi retrouvées à certaines stations du réseau biologique, dont les emplacements sont près de telles sources de pollution. La plupart des valeurs mesurées près des rives demeurent à l'intérieur des écarts observés aux stations du réseau-rivières pour les six descripteurs retenus. Toutefois, les médianes provenant des stations du réseau-rivières se retrouvent généralement au niveau des plus basses valeurs enregistrées aux stations près des rives. Il est à noter que les emplacements des stations du réseau-rivières ont été choisis afin qu'il n'y ait pas d'influence directe provenant des sources ponctuelles de pollution. Les valeurs mesurées aux mois de juillet 1994 et 1995 aux stations du réseau-biologique sont pour la plupart plus élevées que celles des mois de septembre.

*Azote total.* Les concentrations en azote total ont varié de 0,17 à 5,4 mg-N/l (figure 8). La plupart des mesures effectuées dans la rivière Yamaska, en aval de la confluence de la rivière Yamaska Sud-Est (station 125,5), dépassent la valeur repère de 1 mg-N/l. Ce repère correspond au niveau auquel un cours d'eau est jugé enrichi par l'azote (Simoneau, 1993). La hausse des concentrations d'azote, à partir de cet endroit, correspond à l'augmentation des activités agricoles dans les basses-terres. Il existe d'ailleurs une relation positive et significative entre les superficies cultivées totales en 1991, par superficie drainée en amont de chacune des 23 stations du réseau biologique, et les concentrations moyennes d'azote total mesurées en 1994 ( $r_s = 0,61$  et  $p = 0,002$ ) et en 1995 ( $r_s = 0,62$  et  $p = 0,002$ ) dans le cours principal de la rivière Yamaska (annexes 6.1 et 6.3 et Primeau *et al.*, 1999). On observe ainsi une augmentation des concentrations d'azote jusqu'à l'embouchure.

Les concentrations d'azote total enregistrées dans les trois principaux tributaires sont pour la plupart inférieures au repère de 1 mg-N/l. Toutefois, en juillet 1995, lors de la tournée des stations du réseau-biologique, on a mesuré des concentrations nettement au-dessus du repère dans la rivière Noire en aval d'Upton.

Les concentrations en azote total, mesurées dans le bassin versant de la rivière Yamaska, sont très élevées lorsque comparées avec d'autres bassins au Québec. Ainsi, le profil longitudinal, qui a été enregistré durant l'été 1993 dans la rivière Châteauguay, ne montrait qu'une seule valeur sur 36 au

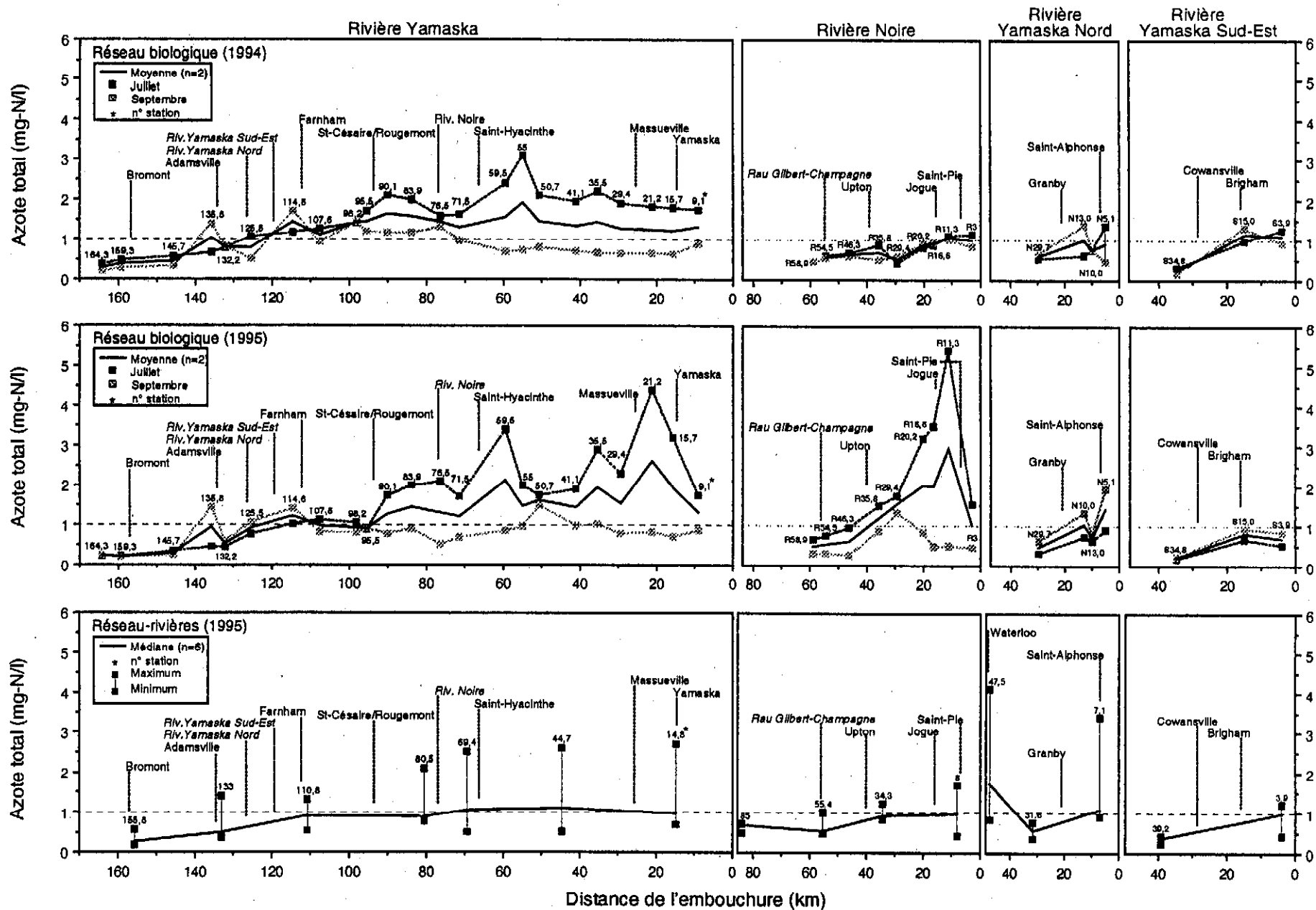


Figure 8 Variation spatiale des concentrations d'azote total de la rivière Yamaska et de ses tributaires aux stations du réseau biologique (étés 1994 et 1995) et aux stations du réseau-rivières (été 1995). Les pointillés indiquent la valeur repère de 1 mg-N/l.



dessus de 1 mg/l (La Violette et Richard, 1996). Dans le cas du cours principal de la rivière Yamaska, cette proportion a atteint 51 % durant les étés 1994 et 1995. La plupart des mesures dépassant le repère ont été prélevées en juillet.

*Phosphore total.* Les concentrations de phosphore total, obtenues aux stations du réseau-biologique, ont varié entre 0,012 et 0,57 mg-P/l (figure 9). Les concentrations relevées en juillet sont souvent supérieures aux écarts observés aux stations du réseau-rivières. Celles de septembre s'inscrivent presque toutes à l'intérieur des intervalles. Des corrélations positives et significatives ont été retrouvées entre les superficies totales en culture en 1991 par rapport aux superficies drainées en amont de chacune des 23 stations du cours principal échantillonnées en 1994 ( $r_s = 0,46$  et  $p = 0,03$ , annexe 6) et les concentrations en phosphore total. Cette relation n'a pas été retrouvée en 1995. Par contre, des relations positives et significatives existent entre les superficies des cultures à grand interligne et à interlignes étroits, et les concentrations de phosphore mesurées à l'été 1995 aux stations du réseau biologique ( $r_s = 0,44$  et  $p = 0,03$ , et  $r_s = 0,44$  et  $p = 0,046$ , respectivement).

Les concentrations de phosphore, aux stations du réseau-rivières, ont de leur côté varié de 0,012 à 0,44 mg-P/l. Plusieurs des concentrations mesurées dans les rivières du bassin de la Yamaska sont parmi les plus élevées au Québec. Ainsi, dans la rivière Châteauguay, lors des activités du réseau biologique réalisées durant l'été 1993, 17 % des valeurs étaient au-dessus de 0,1 mg-P/l (La Violette et Richard, 1996). Dans le cours principal de la rivière Yamaska, cette proportion a été de 78 % durant les étés 1994 et 1995. Dans le sous-bassin de la rivière Noire, on a obtenu 47 % de dépassement de la valeur de 0,1 mg-P/l. Le critère de 0,03 mg/l (MEF, 1998), relié à la réduction de la prolifération des algues et des macrophytes dans les cours d'eau (eutrophisation), est dépassé à peu près partout et presque tout le temps. Seules les stations des parties les plus en amont des rivières Yamaska, Yamaska Sud-Est et Noire ont montré des concentrations conformes au critère.

Dans le cours principal, les concentrations près des rives montrent quelques valeurs plus marquées entre Farnham et Saint-Hyacinthe. Les sources ponctuelles de pollution comme Farnham, Saint-Césaire et Saint-Hyacinthe, dans une moindre mesure à ce dernier endroit, sont perceptibles. L'arrivée de la rivière Noire provoque une légère baisse des concentrations de phosphore dans le cours principal. Cette diminution s'explique par la dilution due au débit important de la rivière Noire. Enfin, il y a des hausses claires de phosphore dans les eaux de la rivière Yamaska Nord dues à la présence des rejets urbains en aval des municipalités de Granby et de Waterloo. Enfin, on a aussi observé en juillet 1995, dans le sous-bassin de la rivière Noire, une hausse graduelle des concentrations à partir de l'aval d'Upton. Elle est, par contre, plus discrète que celle remarquée pour l'azote total.

*Chlorophylle a et phéophytines.* Parallèlement aux concentrations de phosphore, on retrouve des valeurs très élevées de chlorophylle a dans les eaux du bassin versant (figure 10). Il est à noter que ce descripteur n'a pas été retenu lors des activités du réseau-biologique à l'été 1995. Aucun critère pour ce descripteur n'a été retrouvé jusqu'à maintenant pour les rivières, lors des revues de littérature. Les dépassements de la valeur de 8,8 mg/m<sup>3</sup> (somme de la chlorophylle a et des phéophytines, l'expression chlorophylle a totale est aussi utilisée pour désigner cette somme)

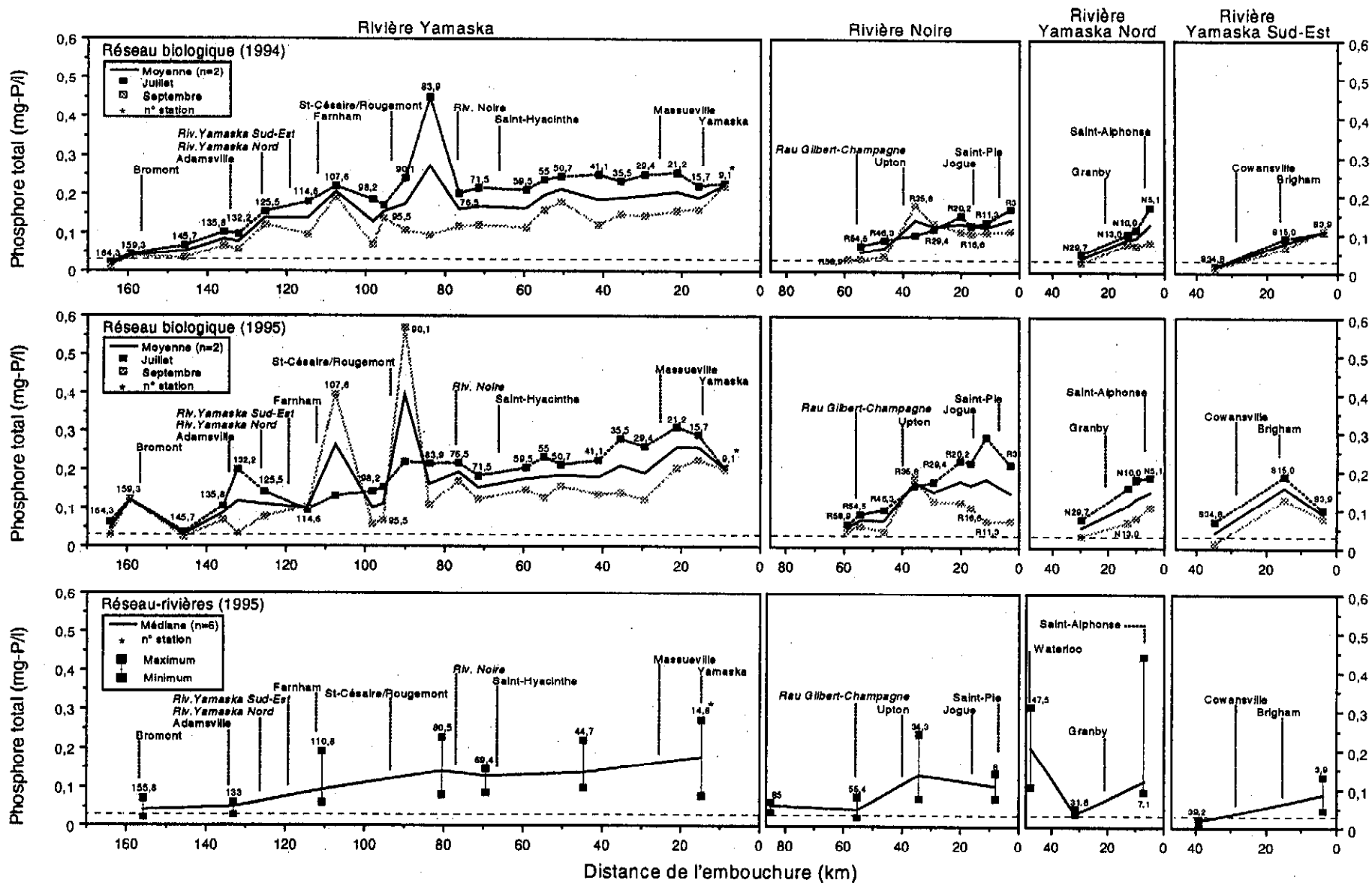


Figure 9 Variation spatiale des concentrations de phosphore total de la rivière Yamaska et de ses tributaires aux stations du réseau biologique (étés 1994 et 1995) et aux stations du réseau-rivières (été 1995). Les pointillés indiquent le critère de 0,03 mg-P/l.

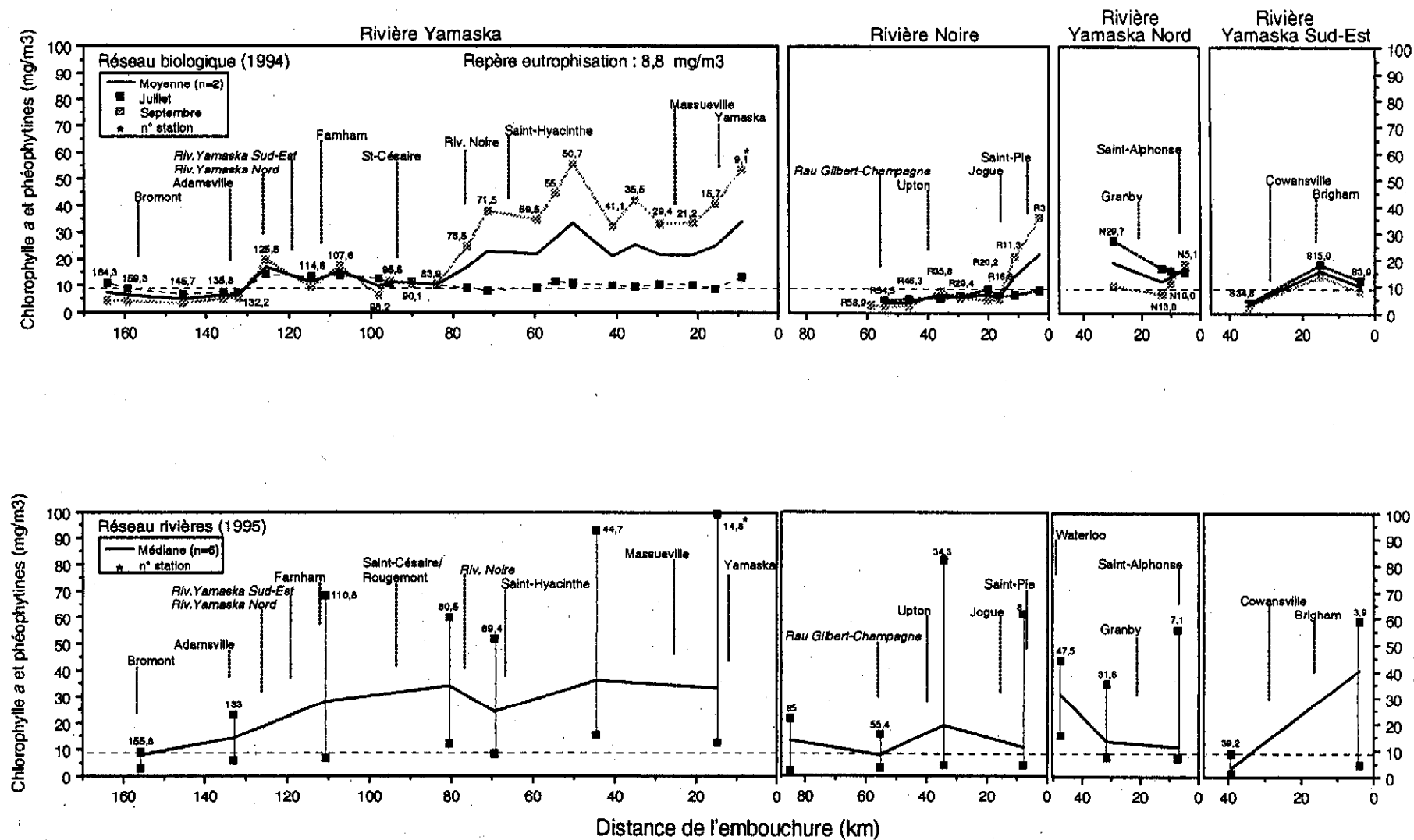


Figure 10 Variation spatiale des concentrations de chlorophylle *a* et des phéophytines de la rivière Yamaska et de ses tributaires aux stations du réseau biologique (été 1994) et aux stations du réseau-rivières (été 1995). Les pointillés indiquent le repère de 8,8 mg-CHLAT/m3.

correspondent au niveau auquel un plan d'eau est considéré comme eutrophe. Ce seuil provient d'études réalisées sur des lacs par Vollenweider *et al.* (1974).

Les concentrations de chlorophylle *a* et de phéophytines mesurées dans la rivière Yamaska dépassent très nettement la valeur de  $8,8 \text{ mg/m}^3$ , et cela à toutes les stations en aval de la confluence avec la rivière Yamaska Nord. Les nombreux barrages dans le bassin versant favorisent le développement de quantités excessives d'algues dans les réservoirs créés en amont. Lors des étiages, il n'y a que très peu d'écoulement à ces endroits, les eaux séjournent longtemps dans les réservoirs. Villeneuve (1998) indique que le temps de résidence semble être le facteur majeur intervenant sur les communautés d'algues, plus spécifiquement sur les algues en suspension dans la colonne d'eau. Ces conditions sont propices aux blooms d'algues. D'ailleurs, ces phénomènes sont fréquemment observés dans le bassin de la rivière Yamaska. Les mesures obtenues dans le cours central sont parmi les valeurs élevées au Québec.

En plus des algues, certaines plantes vasculaires flottantes, comme la lentille d'eau (*Lemna minor*), croissent en très grandes quantités à la surface des zones calmes et des bassins en amont des barrages et des seuils. Des tapis flottants de ces plantes sont présents à de nombreux endroits dans la rivière Noire, particulièrement en aval d'Upton. Ailleurs, comme en aval du barrage de Farnham, des quantités importantes de macrophytes aquatiques se développent dans le fond des rivières ou des lacs, comme au réservoir Choinière ou au lac Davignon

En aval de la confluence avec la rivière Noire et jusqu'à l'embouchure, les concentrations médianes enregistrées durant l'été 1995 varient entre 20 et  $40 \text{ mg/m}^3$ . Dans la rivière Yamaska Nord, les concentrations enregistrées ont varié entre 7 et  $44 \text{ mg/m}^3$ . Les concentrations sont particulièrement élevées en aval du lac Waterloo avec une médiane de  $20 \text{ mg/m}^3$ . Dans la rivière Noire, les niveaux enregistrés sont légèrement plus bas avec des valeurs voisines de  $10 \text{ mg/m}^3$ . Il y a toutefois la présence de valeurs très élevées à certains endroits dans la rivière Noire, notamment en aval de la confluence avec la rivière Duncan (médiane de  $23 \text{ mg/m}^3$ ). À l'embouchure de la rivière Yamaska Sud-Est, les concentrations sont comparables à celles du cours principal. Les données de juillet 1994 montrent l'impact des importantes précipitations qui ont précédé l'échantillonnage. Il y a eu un véritable lessivage du phytoplancton en aval de Saint-Damase dû aux débits élevés. Les valeurs ont par la suite augmenté nettement en septembre. La plupart de ces valeurs sont nettement au-dessus de celles obtenues dans la rivière Châteauguay. Simoneau (1996) y a calculé des concentrations médianes variant de 3 à  $16 \text{ mg/m}^3$ , durant les étés de 1990, 1992 et 1993.

Ces niveaux très élevés de chlorophylle *a* sont à souligner en raison de la présence éventuelle d'algues toxiques. Le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (CCMRE, 1987) indique que dans tous les milieux aquatiques, des algues toxiques sont susceptibles de croître. Des mortalités de poissons et d'invertébrés ont été causées par des algues bleues toxiques. Des empoisonnements d'animaux s'abreuvant d'eau, vraisemblablement contaminée par des algues, ont été observés dans plusieurs provinces canadiennes. En plus de cette toxicité, la mort et la décomposition rapide des algues, lors des blooms d'algues, peuvent entraîner des conditions anoxiques susceptibles d'asphyxier les poissons et les autres animaux aquatiques. La présence excessive d'algues est susceptible de donner un mauvais goût aux eaux brutes destinées à l'alimentation en eau potable. Enfin, l'aspect esthétique des rivières est compromis par les quantités

importantes d'algues qui s'accumulent au fond ou sur les rives des cours d'eau. Ces algues peuvent aussi générer de mauvaises odeurs lors de leur dégradation ou, même, lors de leur croissance (CCMRE, 1987).

*Coliformes fécaux.* Les densités de coliformes fécaux sont très variables (figure 11). Les densités enregistrées ont varié entre 0 et la valeur maximale mesurée de 6000 UFC/100 ml. Les profils longitudinaux ne présentent pas de gradient marqué. Aux stations échantillonnées au centre du cours principal, les densités mesurées sont clairement plus basses que le critère de 1000 unités formatrices de colonies (ou UFC) par 100 ml. Ce critère est associé aux activités de contact indirect avec l'eau (MEF, 1998). En aval de Farnham, aux stations du réseau biologique localisées près des rives, ce critère a été dépassé à peu près partout durant les mois de juillet 1994 et 1995.

Les valeurs maximales des trois courbes sont obtenues en aval de Saint-Césaire dans le cours principal. La situation est moins problématique en septembre qu'en juillet. Néanmoins, les eaux du cours principal ne sont vraiment pas propices aux usages de contact direct près des berges, à partir de la confluence avec la rivière Yamaska Nord. En aval de cet endroit, aux stations près des rives, le critère de 200 UFC/100 ml pour les activités impliquant un contact direct avec l'eau (MEF, 1998) est dépassé presque continuellement en juillet et occasionnellement en septembre. Bien qu'il n'y a pas d'installation spécifiquement destinée à la désinfection des effluents des principales stations mécanisées d'épuration des eaux dans le bassin versant (Cowansville, Farnham, Granby et Saint-Hyacinthe), ces équipements assurent quand même un abaissement notable des densités de coliformes fécaux. Ainsi, au centre de la rivière, aux stations du réseau-rivières, les densités obtenues sont souvent en dessous du critère pour les activités de contact direct.

Les profils des rivières Noire et Sud-Est indiquent une contamination moindre par la pollution microbienne. Le rejet non désinfecté de Granby est très perceptible dans la rivière Yamaska Nord. Les usages de contact indirect devraient être évités en aval de cette municipalité.

*Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>).* Le critère de 3 mg de O<sub>2</sub>/l de DBO<sub>5</sub>, associé à la protection de la vie aquatique (MEF, 1998), n'est pas dépassé dans le cours principal avant Farnham (figure 12). En aval de cette municipalité, des dépassements du critère ont été enregistrés surtout durant les mois de juillet 1994 et 1995. Ces dépassements, variant entre 3,2 et 11 mg de O<sub>2</sub>/l, sont observés pour la plupart en aval de rejets urbains, comme à Saint-Césaire. Il est à noter que la station d'épuration de cette ville n'était pas encore en service en 1995. Les rejets non traités de Saint-Césaire (ville et paroisse), de Saint-Michel-de-Rougemont, de Rougemont et de trois entreprises agro-alimentaires étaient alors envoyés dans la rivière Yamaska sans traitement. Les autres valeurs provenant des stations près des rives sont comparables à celles obtenues au centre de la rivière. On a observé aussi des valeurs dépassant le critère dans les trois affluents. Les sources ponctuelles comme Granby, Cowansville ou Saint-Pie sont alors perceptibles.

Durant les étés 1994 et 1995, 20 % des mesures enregistrées de DBO<sub>5</sub> excédaient le critère pour la protection de la vie aquatique (50 mesures sur 256). Cette fréquence est élevée, étant donné que les municipalités avec des réseaux d'égouts dans le bassin versant sont presque toutes pourvues d'une station d'épuration. De plus, plusieurs mesures provenant de stations nettement en dehors des zones d'influence des rejets ponctuels sont très près du critère en aval de Saint-Césaire.

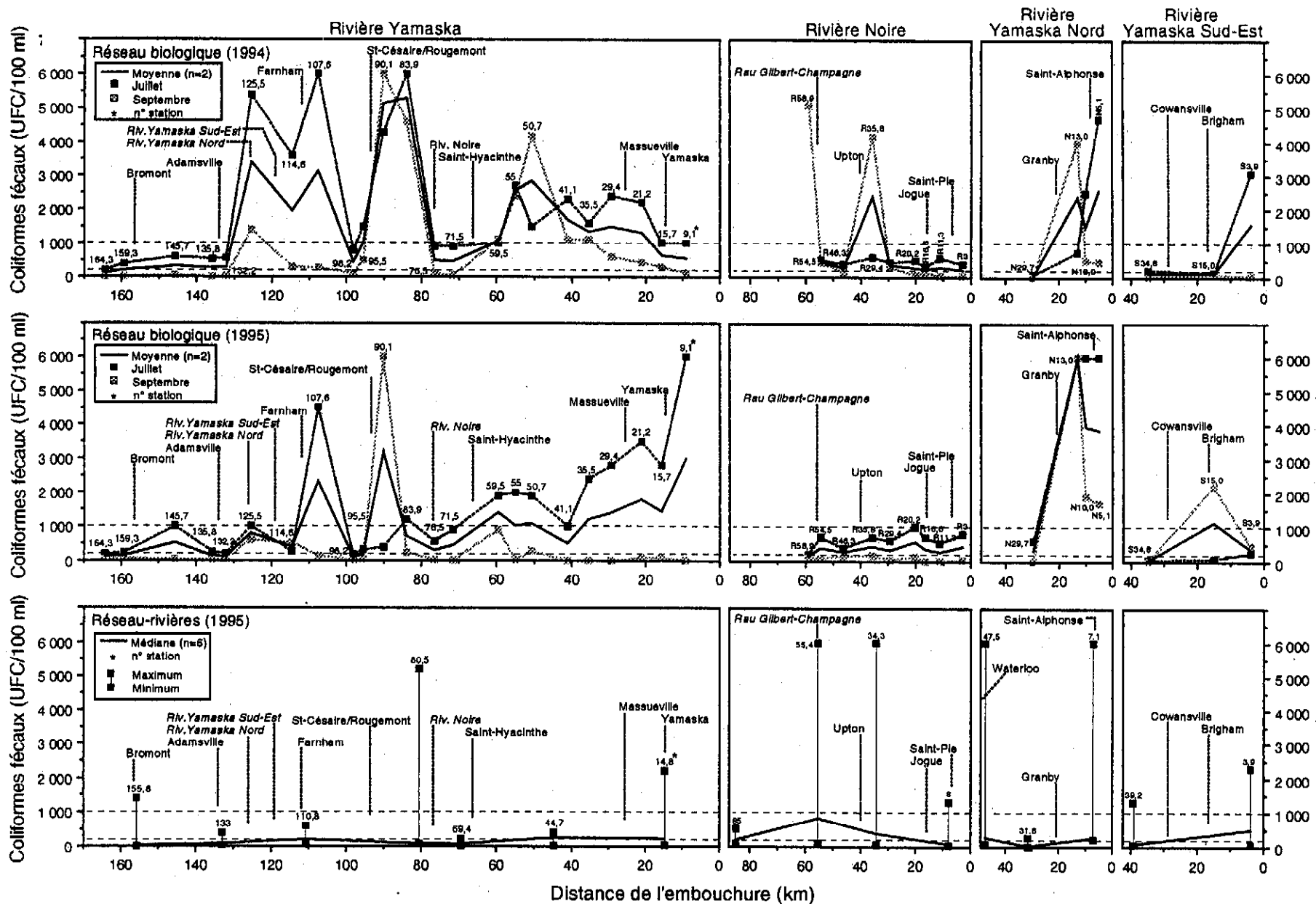


Figure 11 Variation spatiale des densités de coliformes fécaux de la rivière Yamaska et de ses tributaires aux stations du réseau biologique (étés 1994 et 1995) et aux stations du réseau-rivières (été 1995). Les pointillés indiquent le critère de 200 UFC/100 ml pour les usages de contact direct et le critère de 1 000 UFC/100 ml pour les usages de contact indirect.

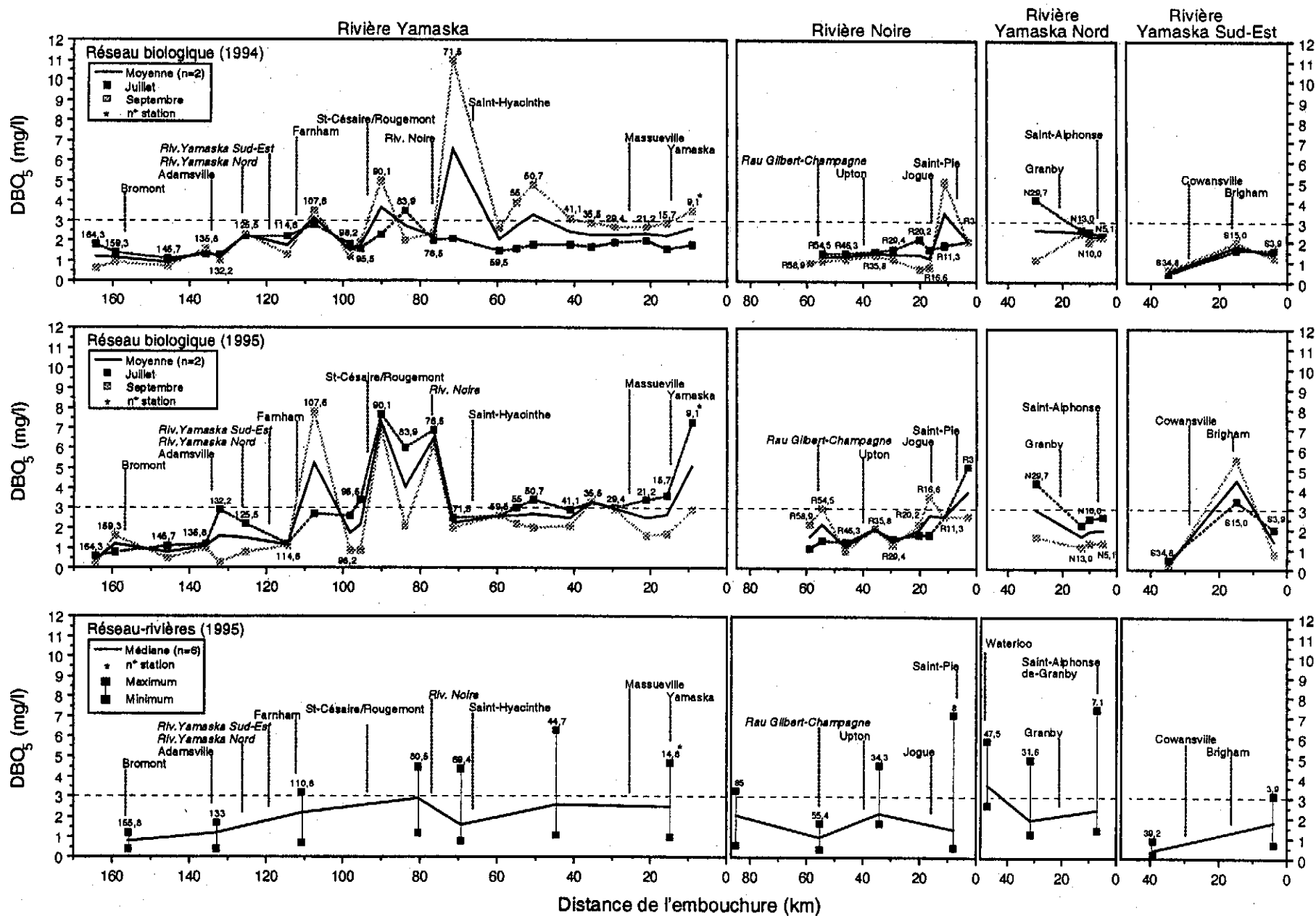


Figure 12 Variation spatiale de la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) de la rivière Yamaska et de ses tributaires aux stations du réseau biologique (étés 1994 et 1995) et aux stations du réseau-rivières (été 1995). Les pointillés indiquent le critère de 3,0 mg/l.

Les matières organiques d'origine agricole contribuent aussi à cette demande sensible en oxygène. À cet égard, une corrélation positive et significative a été établie entre les concentrations de  $\text{DBO}_5$  mesurées en 1995 et les superficies des cultures à grand interligne, retrouvées en amont des 23 stations du réseau biologique dans le cours principal ( $r_s = 0,55$  et  $p = 0,006$ , annexe 6).

*Turbidité.* La turbidité montre un gradient très clair, augmentant de l'amont vers l'aval du cours principal (figure 13). Les prélèvements faits près des rives montrent des valeurs généralement plus élevées et plus variables que celles des échantillons du centre de la rivière Yamaska. Les impacts des sources ponctuelles de pollution, la présence de petits tributaires agricoles et les fossés de drainage sont plus apparents aux stations près des rives. Les données provenant de la tournée de juillet, pour les stations près des rives, sont nettement supérieures à celles de septembre. Cette variation est particulièrement importante en 1994. Elle s'explique par les précipitations exceptionnelles observées lors de l'échantillonnage de juillet 1994. Le même phénomène a été observé aux stations de la rivière Noire. Toutefois, à l'exception de cet événement de pluie, les valeurs de la turbidité sont plus basses dans les tributaires que dans le cours principal de la rivière Yamaska, en aval de Farnham.

Lors des pluies abondantes, les sols perdent des particules fines par le martelage des gouttes d'eau. Ces particules sont ensuite emmenées dans les cours d'eau par le ruissellement (érosion en nappe). L'eau de pluie provoque également une érosion des rives des fossés de drainage et des ruisseaux (érosion en rigole et des rives). Des quantités importantes de matières en suspension peuvent être alors perdues aux cours d'eau (Delisle *et al.*, 1998). De plus, des composés organiques solubles sont alors dissous et contribuent à l'augmentation de la turbidité.

En aval de Saint-Hyacinthe, les valeurs en rives augmentent de manière plus nette et graduelle jusqu'à l'embouchure. En aval de cette ville, la plupart des valeurs enregistrées dépassent 10 U.N.T. (unité néphéométriques de turbidité). Les différences entre les valeurs de turbidité provenant des stations en rives et celles du centre des trois principaux affluents sont nettement moindres que celles observées aux stations du cours principal. Il y aurait donc une érosion moindre des sols dans les sous-bassins des trois principaux tributaires. D'ailleurs, selon Delisle *et al.* (1998), la superficie drainée par le cours principal de la rivière Yamaska est plus vulnérable à l'érosion hydrique que celles des trois principaux tributaires (rivières Yamaska Sud-Est, Yamaska Nord et Noire).

Les niveaux de turbidité enregistrés en aval de Saint-Hyacinthe sont très élevés. Ainsi, des turbidités médianes supérieures à 40 U.N.T. sont très rarement observées ailleurs au Québec durant la période estivale. On a obtenu, dans d'autres bassins versants à vocation agricole, des médianes estivales de 7,9 U.N.T. à l'embouchure de la rivière Richelieu (Simoneau, 1993), de 5,4 U.N.T. près de l'embouchure de la rivière Châteauguay (Simoneau, 1996) et de 2,8 U.N.T. dans la Chaudière, à la prise d'eau de Charny (Simoneau, 1998).

Les données obtenues aux stations du réseau biologique indiquent que la turbidité augmente graduellement entre Saint-Hyacinthe et l'embouchure. En aval de cette ville, la turbidité élevée est attribuable en partie à l'intensité des cultures à grand interligne et à la nature des sols. Les cultures à grand interligne sont particulièrement sensibles à l'érosion hydrique, en raison de la zone



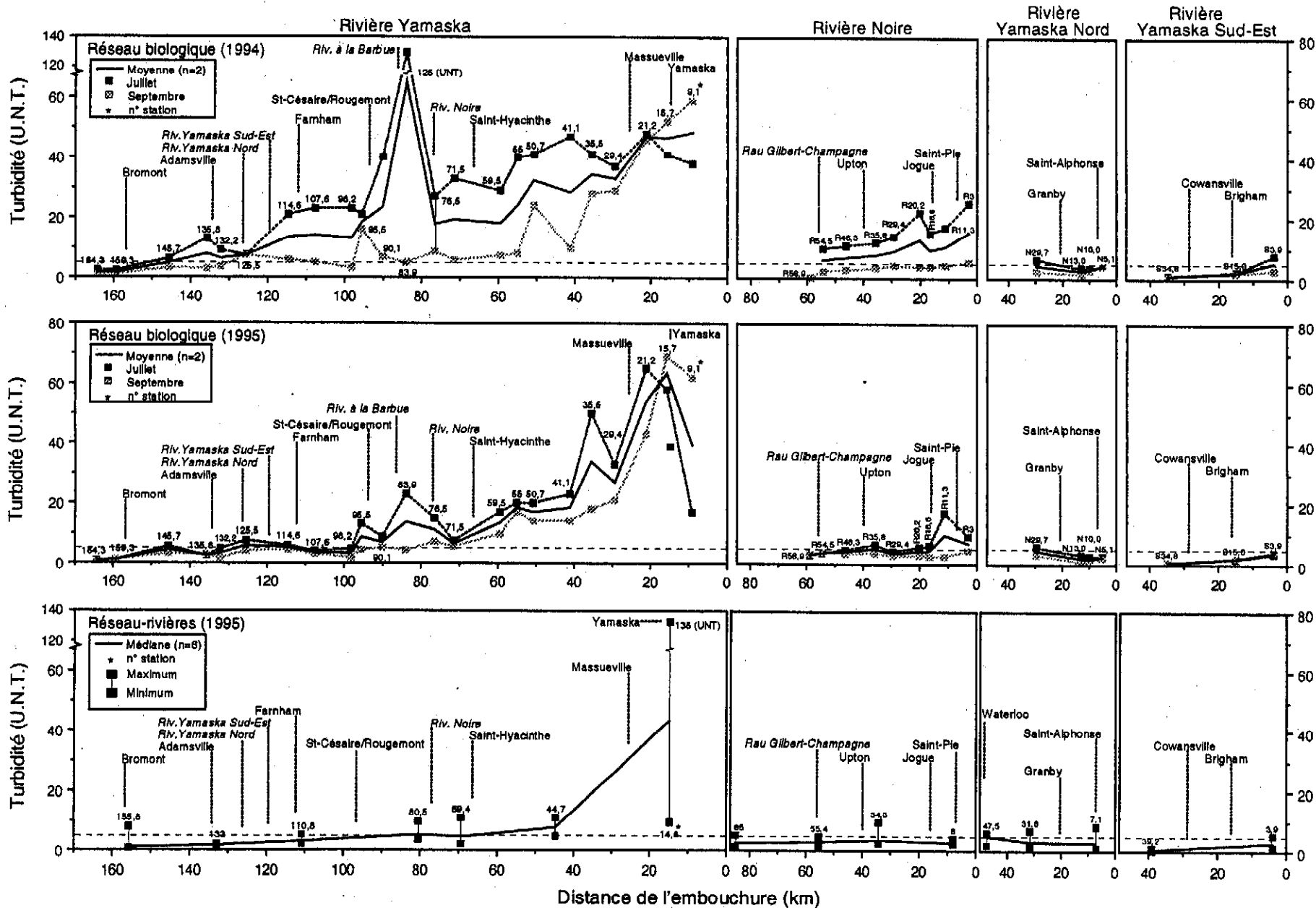


Figure 13 Variation spatiale de la turbidité de la rivière Yamaska et de ses tributaires aux stations du réseau biologique (étés 1994 et 1995) et aux stations du réseau-rivières (été 1995). Les pontillés indiquent le critère de 5 U.N.T.

découverte de végétation entre les rangs (Statistique Canada, 1986). De plus, les sols de type loam, présents de part et d'autre du cours principal, sont parmi les sols les plus sensibles à l'érosion hydrique retrouvés dans le bassin de la rivière Yamaska (Delisle *et al.*, 1998). Dans plusieurs municipalités en aval de Saint-Hyacinthe, les cultures à grand interligne représentaient, en 1991, plus de 50 % des superficies cultivées et plus de 40 % de la superficie drainée totale (Primeau *et al.*, 1999).

Les corrélations établies entre les valeurs de turbidité, obtenues aux 23 stations du réseau biologique dans le cours principal, et les caractéristiques non cumulées des cultures retrouvées en amont, en 1991 (annexe 6 et Primeau *et al.*, 1999), sont positives et très fortes. Les données de turbidité obtenues en 1994 et 1995 sont fortement corrélées notamment pour : les superficies cultivées totales, 1994,  $r_s = 0,75$  et  $p = 0,001$ , 1995,  $r_s = 0,58$  et  $p = 0,004$  ; les superficies des cultures à grand interligne (maïs, soya, etc.), 1994,  $r_s = 0,78$  et  $p = 0,0001$ , 1995,  $r_s = 0,61$  et  $p = 0,002$  ; et les superficies des cultures à interligne étroit (céréales), 1994,  $r_s = 0,80$  et  $p = 0,001$ , 1995,  $r_s = 0,63$  et  $p = 0,0012$ . Par contre, il n'y a pas de corrélation avec les superficies dédiées aux fourrages et aux pâturages (annexe 6).

En plus des particules fines de sol (argiles et limon) et des matières colorées provenant de la dégradation des débris de culture, l'intensité de l'activité biologique doit être aussi retenue comme l'une des causes qui expliquent les turbidités élevées dans le bassin de la rivière Yamaska. Les concentrations de chlorophylle *a* indiquent l'existence d'importantes quantités d'algues en suspension. Ces algues augmentent la turbidité, d'abord par leur présence et ensuite, par leur couleur (CCMRE, 1988). Enfin, surtout dans les derniers kilomètres parcourus par les eaux de la rivière, l'action du vent peut expliquer en partie les niveaux de turbidité. La faible profondeur de l'eau, la largeur de la rivière en aval de Saint-Hugues et les rives dénudées de végétation sont des facteurs qui favorisent la remise en suspensions des sédiments et l'érosion locale par le brassage dû aux vagues. La contribution de cette dernière source reste toutefois à être évaluée.

**Conductivité.** Les valeurs de la conductivité de la rivière Yamaska et de ses affluents augmentent graduellement (figure 14), passant de 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en amont à 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et plus aux stations près de l'embouchure. Ces conductivités sont élevées par rapport à l'ensemble du Québec. La conductivité peut être considérée comme élevée, étant au-dessus de la valeur repère de 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . De telles valeurs de conductivité sont par contre retrouvées dans d'autres rivières qui coulent dans la plaine du Saint-Laurent. Néanmoins, même si les eaux des cours d'eau du bassin versant de la rivière Yamaska sont naturellement minéralisées, les impacts des activités humaines amènent des hausses perceptibles des valeurs de la conductivité. De telles hausses sont notamment observées en aval de Waterloo, de Granby, de Bromont, de Cowansville et de Saint-Césaire. Les données enregistrées montrent peu de variabilité à la même station. La rivière Noire affiche une conductivité légèrement inférieure à celle du cours principal. La conductivité des rivières Yamaska Nord et Yamaska Sud-Est est plus variable. Les valeurs obtenues se situent dans un ordre de grandeur comparable à celui du cours principal.

La crue de juillet 1994 est particulièrement visible grâce à ce descripteur. Les valeurs de juillet 1994 sont nettement plus basses que celles enregistrées en septembre. Les effets de ces précipitations importantes sont claires dans l'ensemble du bassin versant. Le débit moyen journalier ayant atteint

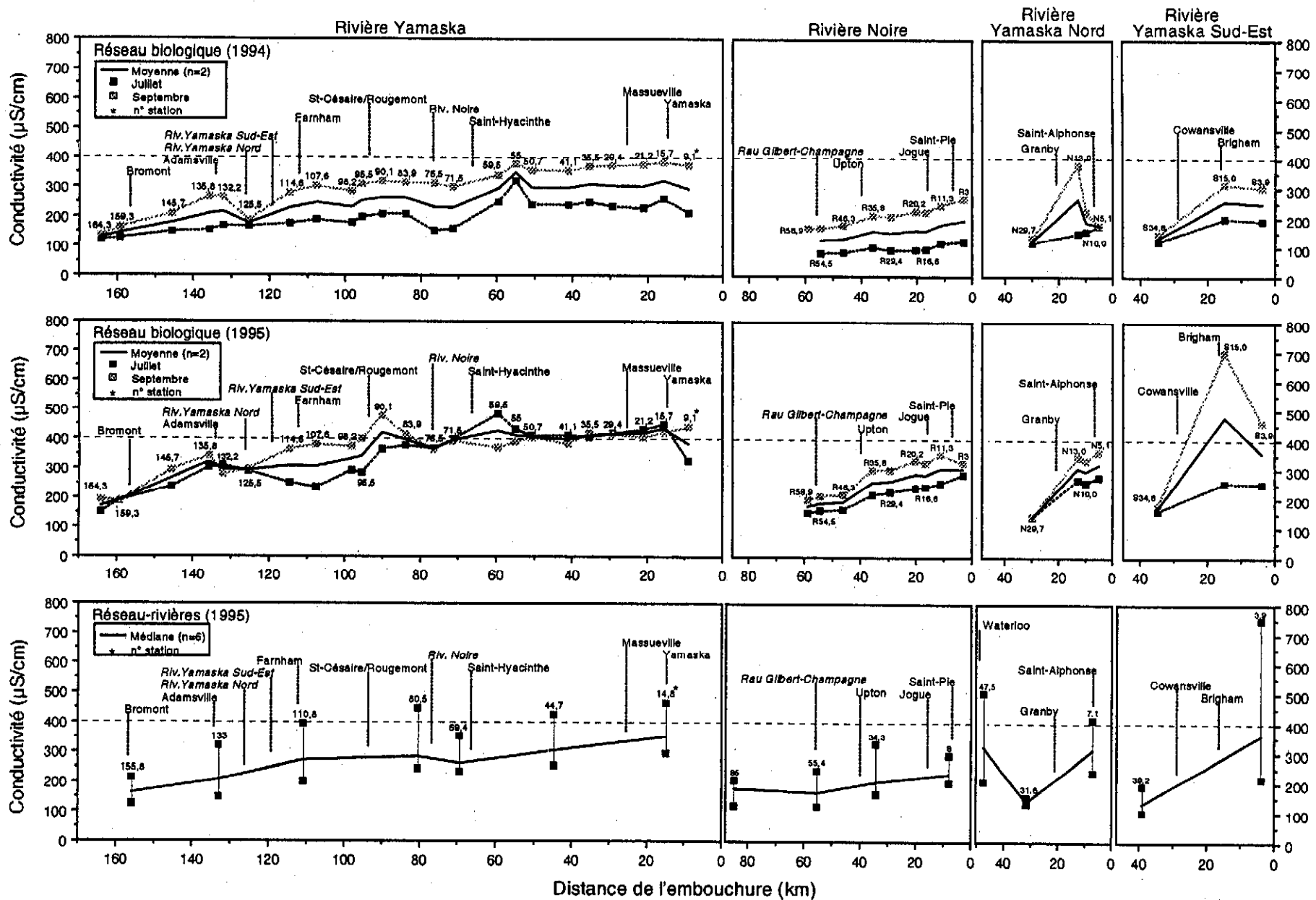


Figure 14 Variation spatiale de la conductivité de la rivière Yamaska et de ses tributaires aux stations du réseau biologique (étés 1994 et 1995) et aux stations du réseau-rivières (été 1995). Les pointillés indiquent le repère de  $400 \mu\text{S}/\text{cm}$ .

190 m<sup>3</sup> la journée avant l'échantillonnage, les matières dissoutes ont été diluées par les grandes quantités d'eau. De telles valeurs ne sont retrouvées ordinairement qu'au printemps lors de la fonte des neiges. En 1995, les courbes obtenues aux stations du réseau biologique en juillet et en septembre s'entrecroisent dans le cours principal. Aux stations du réseau-rivières, les écarts entre les valeurs minimales et maximales sont relativement constants. Les minimums correspondent aux données recueillies en mai au moment où les débits étaient encore bien au dessus de ceux de l'étiage. Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées en juillet et en août durant l'étiage.

### *Indice de la qualité de l'eau*

Les profils longitudinaux des valeurs de l'indice de qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau ou IQBP (Hébert, 1996) sont illustrés à la figure 15. Les profils obtenus aux stations du réseau biologique durant les étés 1994 et 1995 sont présentés de pair avec ceux calculés pour les stations du réseau-rivières. Il est à noter que les profils de l'été 1995 montrent de meilleurs résultats. Les courbes sont différentes en raison de l'absence de donnée concernant la chlorophylle *a* totale et l'oxygène dissous en juillet 1995. Une comparaison entre les résultats obtenus avec l'IQBP durant les étés 1988 à 1990 et l'été 1995 est présentée à l'annexe 5. Les renseignements suivants sont compris dans cette annexe : les résultats de l'indice, le descripteur provoquant le déclassement et les valeurs des sous-indices par forme de pollution. Ces résultats, calculés en 1995, ont été transposés graphiquement à la figure 16. Les données utilisées proviennent d'échantillonnages réalisés durant l'été 1995 à 25 stations dans le bassin versant. Les données du réseau biologique ont permis de valider les informations entre les longs tronçons sans stations.

Dans l'ensemble, la qualité de l'eau est très mauvaise ou mauvaise à peu près partout dans le bassin versant. Seuls quelques tronçons de rivières dans la portion supérieure du bassin échappent à ce constat. La pollution par les matières nutritives s'avère la cause la plus fréquente de déclassement de la qualité de l'eau. Les concentrations en chlorophylle *a* totale ont été particulièrement élevées durant l'été 1995. Si ce descripteur n'avait pas été retenu, le phosphore total aurait produit des résultats à peu près semblables. Il est à noter que certains changements ont été observés depuis les premières tournées réalisées durant les étés 1988, 1989 et 1990. La qualité de l'eau en période estivale s'est notamment dégradée dans la rivière Noire, particulièrement en amont de la confluence avec la rivière Duncan, et dans la rivière Yamaska Sud-Est, dans la portion en aval de Cowansville. Les résultats obtenus à chacune des stations seront abordés dans la discussion par secteur.

### **Discussion par secteur**

La discussion par secteur est basée sur le découpage présentée au tableau 6. En plus de tenir compte de la comparaison entre la qualité de l'eau observée et la qualité visée des eaux des tronçons et des principaux affluents de la rivière Yamaska aux étés 1994 et 1995, les données historiques disponibles seront aussi utilisées dans la discussion.

#### *Rivière Yamaska, portion supérieure*

La qualité de l'eau du cours principal de la rivière Yamaska est problématique dès le lac Brome. Les eaux du lac contiennent des concentrations excessives de phosphore dépassant le critère de

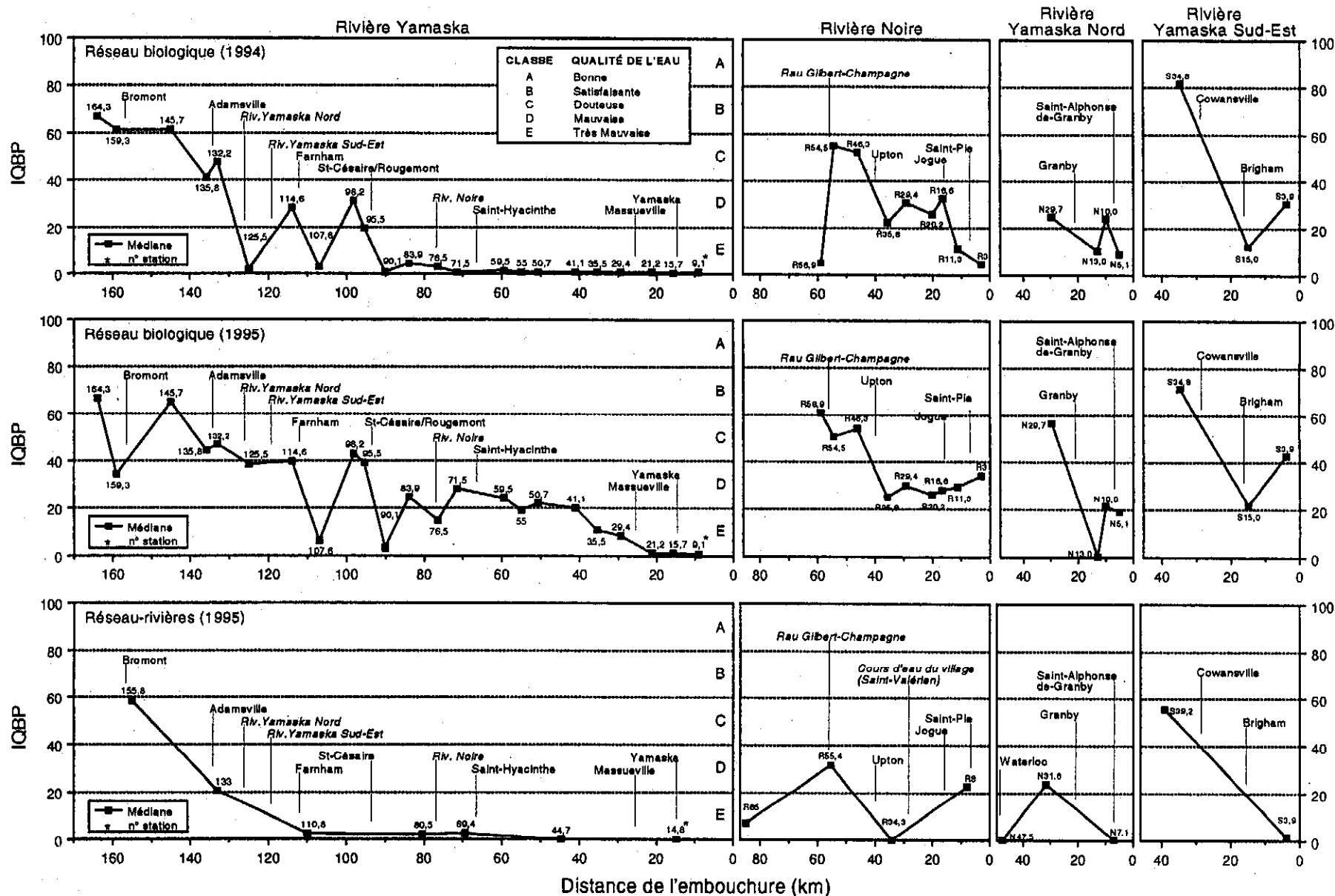


Figure 15 Variation spatiale des valeurs médianes d'IQBP de la rivière Yamaska et de ses tributaires aux stations du réseau biologique (étés 1994 et 1995) et aux stations du réseau-rivières (été 1995)

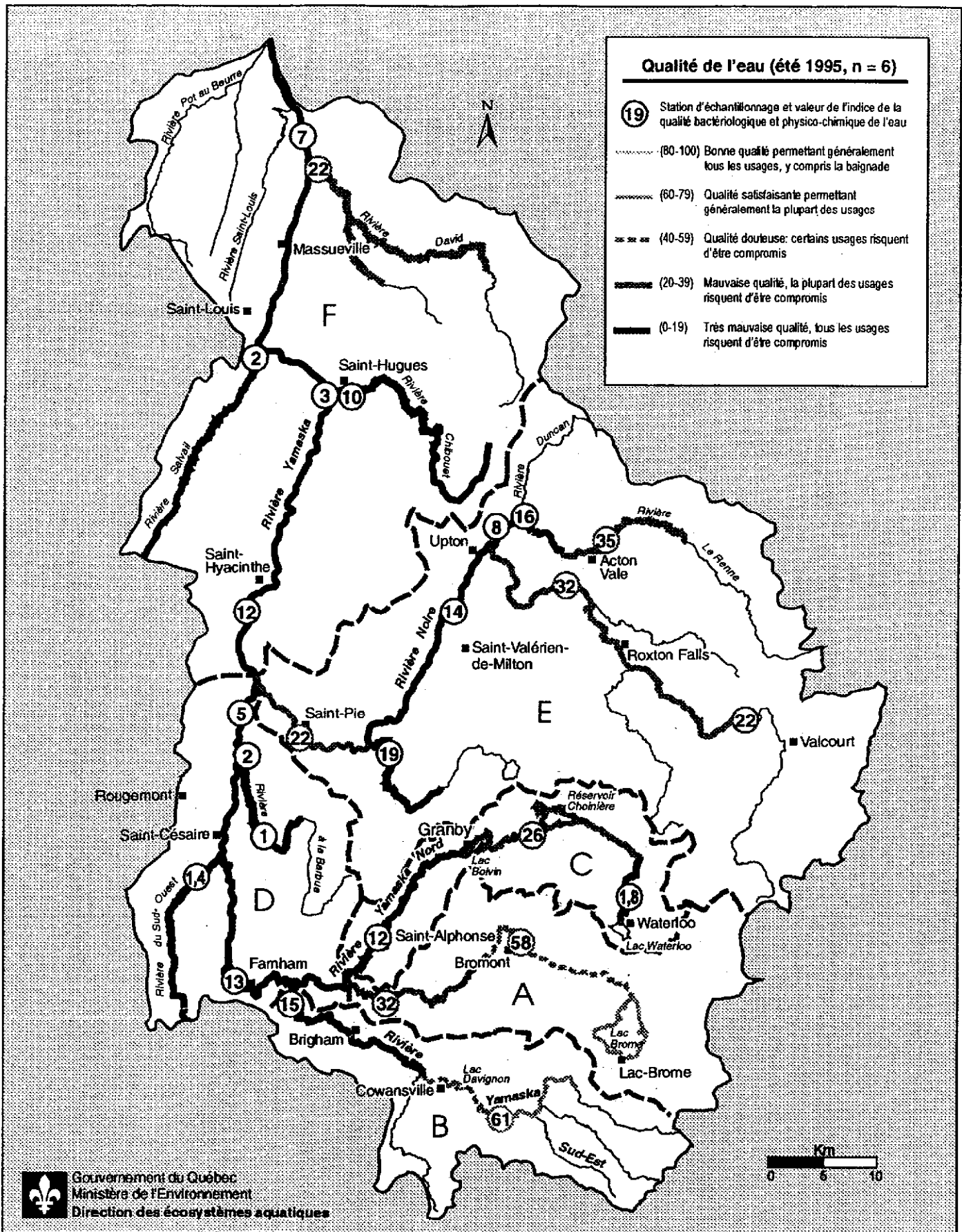

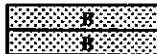








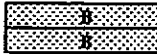

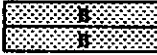
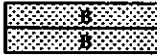



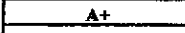



Figure 16 Qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Yamaska, à l'été 1995

Tableau 6 Comparaison entre la qualité observée et la qualité visée des eaux des tronçons et des affluents de la rivière Yamaska, à l'été 1995

TRONÇON OU TRIBUTAIRE (Station d'échantillonnage du réseau-rivières)	Qualité observée versus qualité visée		Formes de pollution		
			Microbienne	Matière organique	Substances nutritives
<b>A- Yamaska supérieure</b>					
Lac Brome	Qualité observée	N/D	N/D	N/D	N/D
	Qualité visée	A	B	A+	
Exutoire du lac Brome jusqu'à Bromont	Qualité observée	A	B	B	B*
	Qualité visée	A	B	A	
De Bromont jusqu'à la confluence avec la rivière Yamaska Nord	Qualité observée	A*	B	B	B*
	Qualité visée	B	B	A	
<b>B- Yamaska Sud-Est</b>					
De Brome-Ouest jusqu'à Cowansville	Qualité observée	B	B	B	A*
	Qualité visée	A	B	A+	
De Cowansville jusqu'à sa confluence avec la Yamaska	Qualité observée	B	B	B	B*
	Qualité visée	B	B		
<b>C- Yamaska Nord</b>					
Lac Waterloo	Qualité observée	A	N/D	N/D	B*
	Qualité visée	A	B	A+	
De Waterloo jusqu'au réservoir Choinière	Qualité observée	B*	B*	B*	B*
	Qualité visée	A	B	A+	
Réservoir Choinière	Qualité observée	A	N/D	N/D	B*
	Qualité visée	A	B	A+	
Exutoire du réservoir jusqu'à l'effluent de la station d'épuration de Granby	Qualité observée	B	B	B	B*
	Qualité visée	B	B	A	
De l'aval de Granby jusqu'à l'embouchure	Qualité observée	B	B*	B*	B*
	Qualité visée	N/D	B		
<b>D- Yamaska portion centrale</b>					
De la confluence avec la rivière Yamaska Nord jusqu'au barrage de Farnham	Qualité observée	B	B	B	B*
	Qualité visée	B	B	A	
Rivière du Sud-Ouest	Qualité observée	B*	B*	B*	B*
	Qualité visée	B	B		
Rivière à la Barbutie	Qualité observée	B	B*	B*	B*
	Qualité visée	B	B		
Du barrage de Farnham jusqu'à la confluence avec la rivière Noire	Qualité observée	B	B*	B*	B*
	Qualité visée	B	B		
<b>E- Noire</b>					
Rivière Noire, en amont de Valcourt	Qualité observée	N/D	N/D	N/D	N/D
	Qualité visée	A	B	A	
De Valcourt jusqu'à la confluence avec la rivière Duncan	Qualité observée	B*	B	B	B*
	Qualité visée	A	B	A	
Rivières Duncan et Le Renne	Qualité observée	B	B*	B*	B*
	Qualité visée	B	B	A	
Rivière Mawcook : lac Roxton	Qualité observée	N/D	N/D	N/D	N/D
	Qualité visée	A	B	A+	
Rivière Mawcook du lac Roxton jusqu'à son embouchure dans la rivière Noire	Qualité observée	B	B	B	B*
	Qualité visée	B	B	A	
De la confluence de la rivière Duncan jusqu'à l'embouchure dans la rivière Yamaska à Saint-Pie	Qualité observée	B	B	B	B*
	Qualité visée	B	B		

Tableau 6 Comparaison entre la qualité observée et la qualité visée des eaux des tronçons et des affluents de la rivière Yamaska, à l'été 1995 (suite)

TRONÇON OU TRIBUTAIRE (Station d'échantillonnage du réseau-rivières)	Qualité observée versus qualité visée	Formes de pollution		
		Microbienne	Matière organique	Substances nutritives
<b>F- Yamaska inférieure</b>				
De la confluence avec la rivière Noire jusqu'à l'effluent de la station d'épuration de Saint-Hyacinthe	Qualité observée Qualité visée			 *
Rivière Chibouet	Qualité observée Qualité visée	 *	 *	 *
Rivière Salvail	Qualité observée Qualité visée	 *	 *	 *
Rivière David	Qualité observée Qualité visée			 *
Rivière Yamaska, de l'aval de Saint-Hyacinthe jusqu'à l'embouchure	Qualité observée Qualité visée			 *

Plage des mesures selon la classe de qualité visée	Classes	Coll. fécaux (UFC/100 ml)	DBO <sub>5</sub> (mg/l O <sub>2</sub> )	P total (mg/l)	CLASSES DE QUALITÉ: (IQBP)
		-	-	0 à 0,020	A+ Bonne qualité (amont de lacs)
		0 à 200	0,0 à 1,7	0 à 0,030	A Bonne qualité (> 80 - 100)
* qualité non atteinte		201 à 1000	1,8 à 3,0	0,031 à 0,050	B Qualité satisfaisante (> 60 - 80)
		1001 à 2000	3,1 à 4,3	0,051 à 0,100	C Qualité douteuse (> 40 - 60)
N/D Non disponible		2001 à 3500	4,4 à 5,9	0,101 à 0,200	D Mauvaise qualité (> 20 - 40)
		> 3500	> 5,9	> 0,200	E Très mauvaise qualité (0 - 20)



0,02 mg-P/l. Ce critère correspond au niveau à ne pas dépasser afin de prévenir l'eutrophisation et les nuisances causées par les algues en milieu lacustre (MEF, 1998). On a mesuré trois concentrations au-dessus de ce critère sur quatre mesures faites en été, à la sortie du lac (station 164,3). Le niveau d'eutrophisation de ce lac est marqué. Des croissances excessives d'algues (blooms) peuvent limiter les nombreux usages des eaux de ce lac et ce, dès le mois de juillet (Del Giorgio et Prairies, 1996). La pollution microbienne a posé des problèmes à la plage municipale du Lac Brome; la qualité de l'eau de baignade a été jugée médiocre en 1990 et 1991 (annexe 3). Par contre, la situation s'est améliorée depuis, la qualité a été excellente de 1992 à 1995. À la plage du domaine des Érables, la qualité de l'eau a été excellente de 1988 à 1995 (Léveillé, de 1990 à 1994 et Lavoie, 1995).

Des augmentations des concentrations de phosphore et de la  $DBO_5$  (en 1995) sont notables entre la station 164,3 et la station 159,3 (amont de Bromont). Ces quantités de phosphore sont d'origine indéterminée. Les activités agricoles, qui commencent à être plus intenses à cet endroit, et les rejets industriels provenant du ruisseau John Dabb (km 162,1) sont des sources possibles de substances nutritives. La qualité bactériologique reste bonne. En aval des rejets traités de la municipalité de Bromont (station 135,8), on observe des hausses perceptibles de tous les descripteurs. Les qualités visées, suite aux efforts d'assainissement, pour la pollution microbienne et la pollution par la matière organique ont aussi été atteintes presque partout dans le secteur (tableau 6).

La qualité de l'eau de la rivière Yamaska s'est améliorée à la station principale en aval d'Adamsville (station 133), entre 1988 et 1997. La pollution par les substances nutritives est maintenant moindre, mais elle demeure excessive. En aval de Bromont, entre 1988 et 1997, on a enregistré des diminutions significatives des concentrations d'azote total et de phosphore total. Les concentrations moyennes de phosphore sont passées de 0,106 à 0,056 mg/l durant cette période (tableau 3). Les raisons qui expliquent ces diminutions ne sont pas claires. La station d'épuration de Bromont a été mise en service en 1985, soit avant la période de référence du suivi. Malgré cette amélioration temporelle, la qualité observée demeure mauvaise et ne rencontre pas la qualité visée pour les substances nutritives, qui devrait être très bonne à cet endroit. Les objectifs sont, par contre, atteints pour les niveaux visés pour la pollution microbienne et la pollution par la matière organique (tableau 6).

### *Rivière Yamaska Sud-Est*

La qualité estivale de l'eau de la rivière Yamaska Sud-Est, en amont de Cowansville, est parmi les meilleures retrouvées dans le bassin versant de la rivière Yamaska. Les mesures effectuées ont rencontré, pour la plupart, durant les étés 1994 et 1995, les critères de qualité aux stations S39,2 et S34,8. La contamination par les coliformes fécaux empêche toutefois le plein usage de la rivière. Des dépassements du critère de qualité pour la baignade sont observés dans près de 40 % des échantillons prélevés, entre 1988 et 1997, à la station témoin S39,2. Les installations septiques non conformes de certaines résidences isolées et les activités agricoles sont des causes plausibles de cette pollution microbienne. On a, par contre, assisté à une diminution significative des concentrations de phosphore entre 1988 et 1997. La concentration moyenne de ce descripteur se rapproche maintenant du critère de qualité (0,034 mg/l, tableau 3). Plus loin en aval, la plage du lac

Davignon à Cowansville a affiché une bonne qualité bactériologique entre 1987 et 1995 (annexe 3). Toutefois, en 1989, la plage a obtenu la cote D (mauvaise qualité).

En aval de Cowansville, une nette dégradation de la situation a été mesurée à la station S15 durant les étés 1994 et 1995. Toutes les formes de pollution montrent des hausses claires par rapport à l'amont de cette municipalité. Néanmoins, la mise en fonction de la station d'épuration de Cowansville, en 1986, a permis une amélioration tangible de la qualité de l'eau. Malgré cela, la qualité demeure très mauvaise en période estivale. La faible capacité de dilution de la rivière en été et l'intensification des activités agricoles en aval de cette ville sont les causes de ce constat défavorable. La qualité d'eau visée pour les substances nutritives n'est donc pas atteinte à cet endroit. On a même constaté une détérioration de la qualité de l'eau en été, notamment avec des concentrations élevées de chlorophylle *a*.

La qualité observée en aval de Cowansville, durant les étés 1988-1990, était meilleure que celle de l'été 1995. Les concentrations d'azote, de phosphore et de la DBO<sub>5</sub>, ainsi que les densités de coliformes fécaux et la conductivité ont augmenté très nettement. Le phénomène a été particulièrement clair en 1995. Les performances de la station d'épuration de Cowansville sont passables durant l'été 1994 pour le phosphore et les MES. Par contre, les exigences de rejets ont presque toutes été rencontrées durant l'été 1995. Toutefois, le trop-plein du poste de pompage principal n° 5 a fonctionné à trois occasions en septembre 1995 suite à des épisodes de pluie. Le réseau d'égouts de Cowansville est en grande partie unitaire et pseudo-séparatif (MAM, 1995 et 1996, dans Primeau *et al.*, 1999). Il est donc susceptible de charges de polluants lors des épisodes de pluie. Il est à noter que la communauté de poissons capturés, en 1995, en aval de Cowansville, montre des signes évidents de dégradation (La Violette, 1999). L'indice d'intégrité biotique chute à un niveau très faible, comparable à ce qui a été observé en aval de Granby.

Enfin, à la station S3,9, près de la confluence avec la rivière Yamaska, on assiste à une légère récupération de la qualité de l'eau. Presque tous les descripteurs, sauf la chlorophylle *a*, affichent des valeurs plus basses qu'en aval de Cowansville. La qualité de l'eau de la rivière Yamaska Sud-Est est alors à peu près comparable à celle de la rivière Yamaska aux environs du kilomètre 120. La confluence de cet affluent ne devrait donc pas avoir d'impact majeur sur la qualité du cours principal de la rivière Yamaska. Cette constatation s'applique uniquement pour les descripteurs conventionnels de la qualité de l'eau. Celle-ci s'est légèrement améliorée entre 1979 et 1997. Des baisses significatives ont été déterminées pour toutes les formes de phosphore et certaines formes d'azote. Les concentrations de phosphore total ont d'ailleurs baissées de 20 % durant la période d'étude (annexe 4). Les concentrations moyennes de phosphore total sont maintenant voisines de 0,1 mg/l. On a noté des augmentations significatives, sans conséquence environnementale, de la conductivité et des chlorures.

Delisle *et al.* (1998) ont utilisé des flux annuels de 313 tonnes d'azote et de 34 tonnes de phosphore pour calculer les apports provenant des rejets agricoles et des autres sources de pollution diffuse. Ces apports ont été calculés pour la période 1988 à 1993, sans correction. Ces auteurs ont évalué que 52 % du flux d'azote et 61 % du flux de phosphore étaient d'origine diffuse dans l'ensemble du sous-bassin de la rivière Yamaska Sud-Est.

### *Rivière Yamaska Nord*

Durant l'été 1995, la qualité de l'eau de la rivière Yamaska Nord était mauvaise dès le lac Waterloo. Ce lac est encore aujourd'hui aux prises avec des problèmes d'eutrophisation. En aval des rejets traités de la ville Waterloo, à la station N47,5 du réseau-rivières, on observe des concentrations nettement trop élevées de phosphore, de chlorophylle *a*, d'azote total, de DBO<sub>5</sub> et de coliformes fécaux. Les performances de la station d'épuration de Waterloo, de mai à octobre 1995, ont été très bonnes. Par contre, le principal ouvrage de surverse de la municipalité, le trop-plein de la station de pompage Allen, a débordé à 13 occasions durant cette même période de surveillance. En raison de la nature majoritairement unitaire du réseau d'égouts de cette municipalité, ces débordements d'eaux usées sont fréquents en temps de pluie.

Les séries chronologiques des données disponibles à la station N47,5, de 1979 à 1997, indiquent qu'il y a eu quand même une nette amélioration de la qualité de l'eau. Toutes les formes d'azote et de phosphore ainsi que la turbidité ont montré des baisses significatives après la mise en service de la station d'épuration de Waterloo en 1985. La qualité de l'eau reste néanmoins mauvaise. Bien que les concentrations de phosphore total ont baissé de 32 % suite à cette mise en service, la concentration médiane dépasse encore, avec une valeur de 0,145 mg/l, de près de cinq fois le critère de 0,03 mg/l. Les performances de la station d'épuration de Waterloo ont été bonnes dans l'ensemble, sauf en 1993 où l'exigence pour le phosphore n'a pas été rencontrée (Primeau *et al.*, 1999). Les quantités de phosphore libérées du lac Waterloo, ainsi que les débordements du réseau unitaire d'égouts lors des épisodes de pluie, sont parmi les causes possibles des concentrations encore excessives de phosphore retrouvées en aval de cette ville. Ces sources peuvent avoir un impact important en raison des très faibles débits de la rivière Yamaska à cet endroit.

Le réservoir Choinière est alimenté par des eaux de mauvaise qualité. La pollution microbienne ne pose néanmoins pas de problème à la plage du Parc provincial de la Yamaska. Il y a une diminution importante du nombre de bactéries coliformes entre l'entrée du réservoir et la plage. Selon le programme Environnement plage, la qualité de l'eau a été excellente ou bonne de 1988 à 1995 à cet endroit (Léveillé, 1990, 1993, 1994 et Lavoie 1995). On observe, par contre, la présence de plantes aquatiques en abondance, susceptible de limiter les nombreux usages récréatifs du réservoir Choinière. Les quantités excédentaires de substances nutritives provenant de Waterloo ainsi que des activités agricoles autour du réservoir expliquent les croissances excessives des plantes dans le réservoir.

La qualité de l'eau s'améliore à la sortie du réservoir, à la station N31,6. Des baisses marquées des valeurs sont observées de la plupart des descripteurs retenus. Il y a donc une proportion importante des quantités de substances nutritives et de la matière organique qui sont trappées dans le réservoir Choinière, ce qui accélère son vieillissement. On note ainsi des concentrations élevées de chlorophylle *a* totale en aval du réservoir. Cinq valeurs sur les six mesures enregistrées dépassent 10 mg/m<sup>3</sup>, ce qui trahit l'impact des surcharges de substances nutritives rejoignant le réservoir. La chlorophylle *a* totale est ainsi responsable de la cote douteuse de la qualité de l'eau à cet endroit (annexe 5).

À la station N29,7 du réseau biologique, la qualité de l'eau a été douteuse en 1994, tandis qu'elle a été jugée mauvaise en 1995. Elle s'améliore encore dans les herbiers et les marécages du lac Boivin. Elle devient suffisamment bonne dans le tronçon urbain de la rivière, à Granby, afin de permettre l'ensemencement de salmonidés. Certains aménagements favorisent la survie des truites arc-en-ciel et brunes. Les possibilités de survie à long terme de ces poissons (plus qu'un an) restent toutefois à être confirmées, particulièrement lors des sévères étiages estivaux.

À la station N13, qui est située en aval de la station d'épuration de Granby, on observe un changement drastique de la qualité de l'eau. Bien que les valeurs des descripteurs atteignent des niveaux élevés, ceux-ci sont nettement en dessous de ce qui était observé avant la mise en service de la station d'épuration en 1984. La contamination par les coliformes fécaux demeure importante. Il faut toutefois signaler, à cet égard, que l'effluent de la station d'épuration n'est pas désinfecté. On observe par la suite des hausses graduelles des concentrations de phosphore aux stations N10, N7,1 et N5,1. Les autres descripteurs étudiés n'affichent pas aussi clairement cette tendance. Les activités agricoles, très intenses en aval de Granby, sont la cause la plus vraisemblable de ces augmentations. La rivière Yamaska Nord amène au cours principal de la rivière Yamaska des eaux affectées par la pollution due aux substances nutritives et par la pollution microbienne. Il est à noter que les concentrations de chlorophylle *a* n'apparaissent pas fréquemment en quantités importantes en aval de Granby, malgré l'abondance des substances nutritives disponibles. L'écoulement n'étant pas rapide, on pourrait croire à la présence d'un phénomène toxique nuisant au phytoplancton. La faible capacité de dilution de la rivière en été, les herbicides associés à la culture du maïs et la pollution industrielle résiduelle sont parmi les hypothèses pouvant expliquer cette observation unique dans le bassin de la rivière Yamaska.

Les séries chronologiques des descripteurs conventionnels indiquent que la qualité de l'eau de la rivière Yamaska Nord s'est grandement améliorée en aval de Granby, entre 1979 et 1997. Les interventions d'assainissement urbain et industriel ont permis une réduction importante des quantités de substances nutritives et de matières organiques rejetées. Toutefois, malgré ce constat fort positif, les concentrations de phosphore et d'azote total demeurent trop élevées. Les fréquences de dépassement des critères de qualité associés à l'azote ammoniacal ont néanmoins diminué de façon notable. La concentration médiane de cette forme d'azote, avec une valeur de 0,16 mg-N/l obtenue de 1984 à 1997, a diminué de 68 % après la mise en service de la station d'épuration de Granby en 1984 (annexe 4). Une concentration médiane de 0,91 mg-N/l avait été en effet enregistrée de 1979 à 1984. Bien que la concentration médiane de phosphore total a chuté aussi de 68 % entre ces deux périodes, la médiane après assainissement de 0,162 mg-P/l dépasse encore de plus de cinq fois le critère de 0,03 mg-P/l associé à l'eutrophisation.

Certaines causes expliquent ce constat. Premièrement, la rivière a un très faible débit en relation avec les charges résiduelles d'azote et de phosphore et ce, même si la station d'épuration de la ville de Granby a affiché de bonnes performances au cours des dernières années. Ensuite, la pression des activités agricoles, notamment la culture du maïs et les élevages de porcs et de volailles (Primeau *et al.*, 1999), est très importante en aval de la ville. Delisle *et al.* (1998) ont évalué que les rejets agricoles et autres constituent environ 45 % des apports d'azote et de phosphore dans l'ensemble du sous-bassin de la rivière Yamaska Nord. Ces calculs sont basés sur des flux annuels de 294 tonnes

d'azote et 54 tonnes de phosphore. Il s'agit de moyennes non corrigées obtenues à partir de données recueillies de 1988 à 1993.

Il est à noter que les autres rejets comprennent notamment les débordements du réseau d'égouts de Granby. La contribution du réseau d'égouts de Granby doit être considérée dans ce calcul. Ce réseau fonctionne très bien; il a reçu des notes de 98 % en 1994 et de 100 % en 1995 ainsi qu'en 1996 (MAM, 1996 et 1998 données non publiées, dans Primeau *et al.*, 1999). Ainsi, à titre indicatif, 2 % du volume d'eau transporté par ce réseau d'égouts, en 1996, a débordé lors de pluies fortes et de la fonte des neiges. Cette contribution représenterait 1,8 % des apports annuels totaux de phosphore et 1,2 % des apports annuels totaux d'azote dans la rivière Yamaska Nord.

Le secteur de la rivière Yamaska Nord montre la plus forte progression de la pression agricole dans le bassin versant de la rivière Yamaska. De 1976 à 1996, la densité animale est passée de 1,59 U.A./ha à 2,94 U.A./ha en culture (Statistique Canada, dans Primeau *et al.*, 1999). Ainsi, malgré des efforts remarquables, la qualité de l'eau demeure très mauvaise dans le tronçon de la rivière Yamaska Nord localisé en aval du rejet de la station d'épuration de Granby. La rencontre de la qualité de l'eau visée pour les substances nutritives devra passer par une réduction de la charge d'origine agricole.

De nombreuses substances toxiques ont été détectées en aval de Granby dans l'eau (Berryman et Nadeau, 1999) et dans les poissons (Lapierre, 1998). Malgré son bon fonctionnement pour la réduction des descripteurs conventionnels, cette station d'épuration n'a pas été conçue pour enlever des polluants toxiques comme les BPC, les dioxines et furannes ou les métaux lourds. Ces polluants proviennent vraisemblablement d'une pollution résiduelle des entreprises qui rejettent leurs eaux usées dans le réseau d'égouts de Granby. Enfin, il est à noter que des poissons ont été capturés en aval de Granby (La Violette, 1999). Avant la construction de la station d'épuration, aucun poisson n'a été pris lors de pêches scientifiques. L'état de cette communauté est par contre fortement dégradé et l'indice d'intégrité biotique (IIB) montre une cote très faible (La Violette, 1999).

### *Rivière Yamaska, portion centrale*

La qualité de l'eau de la rivière Yamaska est très mauvaise dans la portion centrale en période estivale. Le cours central de la rivière reçoit en amont de Farnham les eaux de deux affluents, la rivière Yamaska Nord et la rivière Yamaska Sud-Est, qui sont déjà de très mauvaise qualité. En aval de la confluence avec la rivière Yamaska Nord (station 125,5), des augmentations des densités en coliformes fécaux ont été constatées, particulièrement en 1994. Il y a eu aussi des hausses plus discrètes des concentrations d'azote total, de phosphore total, de la chlorophylle *a* et de la DBO<sub>5</sub>. L'impact de la rivière Yamaska Nord s'explique par l'importance des charges urbaines et industrielles de pollution même après traitement à la station d'épuration de Granby. Il n'y a pas de désinfection à cette station d'épuration.

On observe le même phénomène en aval de la confluence du cours principal et de la rivière Yamaska Sud-Est (station 114,6). Celui-ci se manifeste toutefois de façon plus discrète. On remarque même une légère récupération au niveau de la DBO<sub>5</sub>, la rivière Yamaska Sud-Est amenant des eaux moins chargées par la pollution organique. Les effets des précipitations de juillet

1994 sont perceptibles à partir de cet endroit avec une hausse de la turbidité. L'activité agricole commence à être très intense, en raison de la qualité des sols des basses-terres. Ainsi, près de 60 % de la superficie drainée entre les stations des km 125,5 et 114,6 est en culture (en excluant le sous-bassin de la rivière Yamaska Sud-Est) (Primeau, *et al.*, 1998).

La situation s'aggrave en aval de Farnham. L'eau contient des quantités importantes d'azote, de phosphore, de chlorophylle *a* et de matières en suspension. Cette mauvaise qualité est observée partout dans le secteur. On assiste, par la suite, à des augmentations des valeurs de presque tous les descripteurs retenus, en aval de Farnham, à la station 107,6. Les coliformes fécaux, la DBO<sub>5</sub>, le phosphore total et la chlorophylle *a* y montrent des hausses très claires. Les informations disponibles quant aux performances de la station d'épuration de cette municipalité n'indiquent aucun problème d'opération durant les étés 1994 et 1995. Il y a eu, par contre, des débordements prévisibles aux ouvrages de surverse du réseau d'égouts lors de certains épisodes de pluie aux mois de juillet et septembre 1994 et 1995 (MAM, 1995 et 1996, dans Primeau *et al.*, 1999). Il faut noter enfin que le réseau d'égouts de cette ville est en grande partie de type unitaire. Des polluants toxiques ont été détectés dans l'eau (Berryman et Nadeau, 1999) et dans les poissons (Lapierre, 1999). Des indices laissent croire qu'il s'agit en partie de traces des rejets de Granby. De plus, 22 % des poissons capturés souffraient d'anomalies (La Violette, 1999) et la communauté d'organismes benthiques a subi une baisse importante du nombre d'espèces (St-Onge, 1999).

À la station 98,2, on observe une diminution de la DBO<sub>5</sub>, des concentrations de phosphore total et des densités de coliformes fécaux. On assiste à une légère récupération de la qualité de l'eau à cet endroit. À la station 95,5, l'arrivée de la rivière du Sud-Ouest, un affluent à vocation agricole, provoque de légères hausses. Il y a, par la suite, une nette détérioration à la station 90,1, située en aval des rejets de la municipalité de Saint-Césaire. Ces rejets n'étaient pas encore traités en 1995, la station d'épuration de cette municipalité ayant commencé à fonctionner efficacement seulement à partir de l'été 1997. Tous les descripteurs ont montré clairement des hausses à cet endroit. Les coliformes fécaux et la DBO<sub>5</sub> ont affiché des valeurs parmi les plus élevées enregistrées dans le bassin versant. Les impacts de ces rejets ont été perçus jusqu'à la station du réseau-rivières localisée au km 80,5.

En plus des rejets urbains de Saint-Césaire, Saint-Michel-de-Rougemont et de Rougemont, les eaux usées de trois grosses entreprises agro-alimentaires, les usines 1 et 2 de A. Lassonde et fils inc. et les Aliments Carrière, étaient rejetées sans traitement dans la rivière Yamaska. Ces entreprises avaient des rejets très riches en matières organiques, ce qui explique les hausses constatées de la DBO<sub>5</sub> en aval de cet endroit en 1994 et 1995. Ces entreprises effectuent maintenant un traitement de leurs eaux usées avant de les envoyer à la station d'épuration de Saint-Césaire. Les rejets non traités ont eu des impacts clairs, en 1994, sur la communauté benthique (St-Onge, 1999) et, en 1995, sur la communauté de poissons (La Violette, 1999). Les indices de ces deux groupes d'organismes aquatiques ont chuté à un niveau faible en aval de Saint-Césaire.

Les impacts de ces rejets et de ceux des activités agricoles se font encore plus sentir à partir de l'aval de Saint-Césaire. Les concentrations d'azote total, de phosphore total, de la chlorophylle *a* et les valeurs de la turbidité tendent, à partir de cet endroit, vers les maximums observés généralement ailleurs au Québec. Des affluents, comme la rivière à la Barbutte au km 84,8, amènent à la rivière

Yamaska des eaux turbides et chargées de matières nutritives. Les impacts de ce tributaire sont notamment perceptibles, en juillet 1994, à la station 83,9. Des hausses marquées de la turbidité et de la concentration du phosphore total ont été constatées lors de l'important épisode de pluie observé au moment de l'échantillonnage. Les cultures à grand interligne, particulièrement favorables aux pertes de particules fines, d'azote et de phosphore, occupent plus de 30 % des superficies drainées en amont des stations d'échantillonnage localisées en aval de Saint-Césaire.

La qualité de l'eau observée dans le secteur a rencontré les attentes pour la pollution microbienne; les usages de contact indirect ne sont donc pas contre-indiqués (tableau 6). Par contre, on n'a pas atteint la qualité visée pour la pollution par la matière organique et encore moins celle pour la pollution par les substances nutritives. Les concentrations d'azote et de phosphore augmentent dans ce secteur par rapport à l'amont.

Les séries chronologiques indiquent que la qualité de l'eau s'est améliorée, entre 1988 et 1997, à la station 80,5 à Saint-Damase. Les concentrations de la plupart des formes d'azote et de phosphore ont diminué de façon significative durant cette période. Les concentrations de phosphore total ont baissé de 41 % entre 1988 et 1997, passant de 0,188 à 0,110 mg-P/l. Celles de l'azote total sont passées de 2,06 à 1,56 mg-N/l, ce qui représente une diminution de près de 25 % (annexe 4). La qualité de l'eau demeure néanmoins mauvaise à cet endroit. La mise en service de la station d'épuration de Saint-Césaire devrait avoir un impact positif sur la qualité de l'eau, à la station 80,5, au cours des prochaines années.

Les gains obtenus entre 1988 et 1997 par les efforts d'assainissement pourraient être réduits par l'intensification récente des activités agricoles dans le secteur. Ainsi, les données disponibles pour 1991 et 1996 indiquent que les superficies en culture et les unités animales ont augmenté respectivement de 4 et 60 %. Ce secteur a connu entre 1991 et 1996 la plus forte croissance des activités agricoles parmi les six secteurs du bassin versant de la rivière Yamaska. La majeure partie de l'importante augmentation du cheptel s'est faite du côté de l'élevage porcin. Le nombre de porcs a augmenté de 73 % entre ces deux années de recensement, ce qui représente près de 16 000 unités animales. Les superficies des cultures à grand interligne (maïs et soya) se sont accrues de 28 % dans ce secteur (Statistique Canada, dans Primeau *et al.*, 1999). Ces cultures occupent maintenant 41 % de la superficie totale de ce secteur (19 381 ha). La densité animale dans le secteur a bondi de 1,39 U.A./ha en 1991 à 2,12 U.A./ha en 1996. Le suivi temporel des descripteurs de la qualité de l'eau à cet endroit sera particulièrement révélateur des impacts de cette forte croissance.

### *Rivière Noire*

La qualité de l'eau de la rivière Noire est problématique dès la station R85 du réseau-rivières, située à 6 km en aval de Valcourt. Les concentrations de phosphore ont dépassé le critère de 0,03 mg-P/l, à toutes les tournées de l'été 1995. Les concentrations de la DBO<sub>5</sub> et des coliformes fécaux ont affiché des valeurs nettement au-dessus de ce qui devrait être retrouvé aussi en amont, dans le sous-bassin de la rivière Noire. La station d'épuration de la ville de Valcourt a pourtant rencontré toutes ses exigences de fonctionnement durant l'été 1995, y compris celles pour les coliformes fécaux. Du côté du réseau d'égouts, on a observé de mai à octobre huit cas de débordement des ouvrages de

surverse des deux principales stations de pompages. Malgré ces résultats relativement bons, le niveau de pollution pour les trois descripteurs reste élevé à cet endroit.

Une légère amélioration de la qualité de l'eau est notée plus loin, à la station R58,9, en aval de Roxton Falls. C'est d'ailleurs l'endroit où la qualité de l'eau est la moins détériorée parmi les stations échantillonnées dans le sous-bassin de la rivière Noire. Par contre, la station d'épuration de Roxton Falls a plus ou moins bien fonctionné en 1994 et 1995 en ce qui a trait au phosphore. Elle n'a pas atteint les exigences de rejet pour cette substance nutritive.

La qualité de l'eau se dégrade légèrement par la suite aux stations **R55,4** et **R54,5**, localisées en aval du ruisseau Gilbert-Champagne. On y remarque des hausses des valeurs de phosphore, de la DBO<sub>5</sub>, de l'azote total et surtout des coliformes fécaux, constituant un signe de pollution. Les causes restent cependant à être identifiées. Il est à noter qu'un signal fort de pollution a été perçu en aval du ruisseau Gilbert-Champagne lors de l'inventaire ichtyologique réalisé par le MEF en 1995 (La Violette, 1999). L'indice d'intégrité biotique est passé de bon à moyen et plus de 20 % des poissons capturés ont présenté des anomalies. Cette chute d'intégrité ne peut pas être expliquée par les descripteurs conventionnels. Il s'agit vraisemblablement d'une pollution toxique dont l'origine reste à déterminer. À la station **R46,3**, on remarque une certaine récupération de la qualité de l'eau.

Dans la section de rivière comprise entre Valcourt et le secteur en amont d'Upton, seule la qualité visée pour la matière organique a été atteinte (tableau 6). On note que la qualité de l'eau, selon l'IQBP, est passée de douteuse, durant les étés 1988 à 1990, à mauvaise durant l'été 1995. L'intensification des activités agricoles s'avère la cause la plus vraisemblable de cette dégradation de l'eau en amont d'Upton. Les qualités visées pour les coliformes fécaux et les substances nutritives correspondent à des eaux de bonne qualité. La présence de nombreux chalets dans ce tronçon est un indice du bon potentiel passé de la rivière pour les usages comme la baignade, le canotage ou la pêche. La qualité douteuse de l'eau compromet actuellement ces usages. La contamination microbienne de l'eau pourrait être due aux déjections des animaux de ferme et aux installations septiques non conformes de certaines résidences isolées. La qualité de l'eau est aussi douteuse quant à la pollution par les substances nutritives.

Les stations suivantes, **R35,8** et **R34,3** sont situées en aval de la confluence avec la rivière Duncan. La rivière Duncan a été visitée à trois endroits. Le territoire drainé par cette rivière a une vocation agricole importante. La qualité de la rivière Le Renne, un affluent de la rivière Duncan, était déjà mauvaise en amont d'Acton Vale. Celle-ci reçoit les eaux de la station d'épuration d'Acton Vale. La qualité de l'eau devient très mauvaise à la station d'échantillonnage située après cette ville. De plus, plusieurs substances toxiques, dont des BPC, des dioxines et des HAP, ont été détectées dans l'eau, en aval d'Acton Vale, par Berryman et Nadeau (1999). Enfin, la qualité de l'eau était très mauvaise durant l'été 1995 à la station localisée près de la confluence de la rivière Duncan dans la rivière Noire. Les objectifs de qualité visés pour les coliformes fécaux y sont par contre rencontrés, alors que les niveaux visés pour la matière organique et les substances nutritives ne sont pas atteints (tableau 6).

La ville d'Upton rejetait ses eaux usées sans traitement en amont des stations **R35,8** et **R34,3**. La station d'épuration désuète de cette municipalité, de type biodisques, a été remplacée en 1998 par



des étangs aérés. La première station ne fonctionnait plus depuis 1990. Ainsi, à l'été 1994, et de façon plus évidente à l'été 1995, on a noté localement une nette dégradation de l'eau par l'azote total, les coliformes fécaux (en 1994), le phosphore total, la chlorophylle *a* et la DBO<sub>5</sub> à ces deux stations et, plus particulièrement, à la station **R34,3**.

L'augmentation des concentrations d'azote total dans la rivière Noire, constatée en 1994, débute à la station **R34,3**. Les pressions agricoles deviennent aussi très importantes dans le sous-bassin de la rivière Noire à partir d'Upton. Ainsi, en 1991, plus de 40 % de la superficie drainée en aval de cette station était cultivée, principalement en maïs (Primeau *et al.*, 1999). La pression d'élevage est également notable. La plupart des municipalités en aval affichent des densités animales supérieures à 1 unité animale par hectare drainé (Primeau *et al.*, 1999). La qualité estivale de la rivière Noire devient mauvaise à partir de cet endroit.

Par la suite, la qualité de l'eau observée aux stations R29,4, R20,4, R16,6 et R11,3 varie peu. En plus de la hausse généralisée observée en juillet 1994 pour la turbidité, on note uniquement une valeur élevée pour la DBO<sub>5</sub> en juillet à la station 11,3. En 1995, les principales variations à signaler concernent l'azote total et le phosphore total (dans une moindre mesure) au mois de juillet de l'été 1995. Les valeurs retrouvées à ces stations croissent de manière continue et très marquée. Les concentrations d'azote retrouvées en juillet 1995 sont parmi les valeurs les plus fortes enregistrées dans l'ensemble du bassin versant. Ces concentrations de substances nutritives sont élevées, par rapport à ce qui a été obtenu antérieurement dans la rivière Noire (Primeau et Grimard, 1989b).

La rivière Mawcook a également montré une très mauvaise qualité de l'eau durant l'été 1995. Cet autre tributaire rejoint la rivière Noire au km R16. La rivière draine un territoire de forte activité agricole. La pollution par les substances nutritives s'avère la principale cause de dégradation. Dans le secteur, la seule plage d'un plan d'eau naturel est localisée au lac Roxton. La rivière Mawcook débute à la sortie de ce lac. La qualité de l'eau pour la baignade a été excellente à la plage du Centre Familial au cours des dernières années (annexe 3).

La station **R8** est située en amont du barrage de Saint-Pie, mais en aval de celui d'Émileville. Le rejet de la station d'épuration de cette municipalité se situe en aval de la station d'échantillonnage. La qualité d'eau observée en été y est légèrement meilleure qu'en amont; elle passe de très mauvaise à mauvaise. Nous n'observons aucune hausse de concentrations d'azote et de phosphore en juillet aux stations du réseau biologique. La présence des barrages, qui ralentissent l'écoulement des eaux, se fait notamment sentir du côté des concentrations de la chlorophylle *a* totale. Ces concentrations ont dépassé 12 mg/m<sup>3</sup> quatre fois sur six. En juin 1995, une valeur de 73 mg/m<sup>3</sup> a coïncidé avec une DBO<sub>5</sub> de 7,1 mg/l. La chlorophylle *a* s'avère le descripteur qui a provoqué le déclassement de la qualité de l'eau aux trois stations secondaires en aval d'Upton, à l'été 1995 (annexe 5).

La qualité estivale de l'eau à la station R3 est presque comparable à celle de la station **R8**. La station d'épuration de Saint-Pie a très bien fonctionné en 1995. Par contre, les épisodes de surverse des ouvrages secondaires du réseau d'égouts de Saint-Pie ont pu avoir un impact discernable sur la qualité de l'eau de la rivière Noire, en 1995. La DBO<sub>5</sub> a été notable à cet endroit. On y remarque, par contre, en juillet 1995, une chute des concentrations d'azote et de phosphore par rapport à la

station R11,3. Néanmoins, seule la qualité estivale visée pour les substances nutritives n'a pas été atteinte dans le tronçon entre Upton et l'embouchure de la rivière Noire (tableau 6). La pollution microbienne et la pollution organique ont presque accédé aux niveaux de qualité attendus après les interventions d'assainissement.

Comme la rivière Noire est le principal affluent de la rivière Yamaska, l'évolution temporelle de la qualité de ses eaux a un impact certain sur la qualité de l'eau de la rivière Yamaska à la confluence des deux rivières. Les séries chronologiques, disponibles de 1979 à 1997 à la station principale de Saint-Pie (R8,0), indiquent une amélioration certaine de la qualité de l'eau de la rivière Noire. Cependant, malgré l'abaissement significatif de plusieurs descripteurs de la qualité de l'eau, dont le phosphore avec une diminution de 36 % des concentrations de phosphore total, la qualité de l'eau de la rivière Noire demeure mauvaise à Saint-Pie. Les concentrations de phosphore total sont passées en effet de 0,185 à 0,119 mg-P/l, entre 1979 et 1997 (annexe 4).

Par contre, il y a eu une dégradation notable de la qualité de l'eau dans la rivière Noire en période estivale. Ainsi, selon l'IQBP, la qualité de l'eau obtenue durant les étés 1988 à 1990 était douteuse en amont d'Upton et mauvaise en aval de cette ville jusqu'à l'embouchure. À l'été 1995, la qualité a été jugée comme étant mauvaise en amont et très mauvaise d'Upton à l'amont de Saint-Pie (annexe 5).

Les activités agricoles sont la principale source de substances nutritives dans le sous-bassin de la rivière Noire. Delisle *et al.*, (1998) ont déterminé que les rejets agricoles et autres représentent 55 % des apports d'azote et 65 % des apports de phosphore. Les apports de sources dites autres doivent être considérés comme étant peu importants. Il faut aussi rappeler que l'absence de traitement à Upton a été considérée lors du calcul de la contribution totale de la population humaine. Les rejets urbains et ceux des résidences isolées représentent 20 % des apports d'azote et 24 % des apports de phosphore. Les flux totaux utilisés représentaient 1269 tonnes d'azote et 174 tonnes de phosphore (Delisle *et al.*, 1998)

Les changements dans le faciès agricole du sous-bassin de la rivière, au cours des dernières années, font aussi partie des causes vraisemblables expliquant la dégradation de la qualité de l'eau en été. Ces activités se sont modifiées entre 1991 et 1996. Les agriculteurs ont accru leurs productions de cultures à grand interligne (maïs et soya). Entre 1991 et 1996, on a observé une augmentation de 22 % des superficies consacrées aux cultures à grand interligne; celles-ci sont passées de 21 600 à 26 400 ha. La superficie cultivée totale n'a pratiquement pas changé entre les deux recensements (Statistique Canada, dans Primeau *et al.*, 1999). Durant la même période, le nombre d'unités animales s'est accru de 18 %, passant de 101 460 à 118 914 U.A. Cette augmentation s'est surtout produite du côté du cheptel porcin. Leur nombre a atteint presque 70 000 U.A. en 1996, ce qui représente un accroissement de plus de 12 300 U.A. ou de 22 % par rapport à 1991. La densité animale est passée de 1,7 à 2,0 A./ha en culture durant cette période dans le sous-bassin de la rivière Noire.

Tout comme dans le secteur central de la rivière Yamaska (secteur D), ces évolutions du faciès agricole du sous-bassin de la rivière Noire laisse entrevoir des reculs possibles de la qualité de

l'eau. La détérioration de qualité de l'eau observée durant l'été 1995, en amont d'Upton surtout, donne des indices appuyant cette hypothèse.

### *Rivière Yamaska, portion inférieure*

La portion inférieure de la rivière Yamaska affiche une très mauvaise qualité d'eau en été. La pollution par les substances nutritives atteint, aux stations d'échantillonnage du secteur, des valeurs qui sont parmi les plus élevées enregistrées dans l'ensemble du territoire québécois. Cette pollution s'avère la principale cause de déclassement de la qualité de l'eau. À aucun endroit, les objectifs de qualité visés pour l'azote et le phosphore n'ont été atteints durant les étés 1994 et 1995. Des tributaires comme la rivière Chibouet ou la rivière Salvail montrent une qualité de l'eau très similaire à celle de la rivière Yamaska. Les objectifs visés pour la contamination par les coliformes fécaux et pour la pollution organique n'ont pas été rencontrés dans ces deux rivières (tableau 6).

En aval de la confluence avec la rivière Noire, à la station 76,5, on a observé durant les étés 1994 et 1995, une diminution des valeurs des descripteurs de la qualité de l'eau par rapport à la station 83,9. Les eaux de la rivière Noire, moins polluées, diluent sensiblement celles de la rivière Yamaska. Les profils de l'azote total, de la conductivité et de la turbidité sont typiques à cet égard. Toutefois, la DBO<sub>5</sub> à l'été 1995, et la chlorophylle *a*, en septembre 1994, s'écartent de ce portrait, en affichant plutôt des augmentations. Il est à noter que des valeurs élevées, dépassant les 5 mg de O<sub>2</sub>/l de DBO<sub>5</sub>, ont été également enregistrées à l'embouchure de la rivière Noire à la station du réseau biologique (R3,0) ainsi qu'à celle du réseau-rivières (R8,0).

D'autres valeurs élevées de DBO<sub>5</sub> ont été mesurées, lors des tournées de l'été 1994, à la station 71,5, située en aval du ruisseau Corbin. Celui-ci reçoit les effluents traités de la municipalité de Saint-Damase. Les données disponibles (MAM, 1996, dans Primeau *et al.* 1999) indiquent qu'un ouvrage de surverse a probablement débordé lors des fortes pluies de juillet 1994. L'intensité des cultures atteint ici un maximum d'intensité pour l'ensemble du bassin versant de la rivière Yamaska. Le territoire drainé entre les stations 76,5 et 71,5 était occupé, en 1991, à près de 90 % par les terres en culture (Statistique Canada, dans Primeau *et al.*, 1999).

La rivière Yamaska traverse ensuite le territoire urbain de la ville de Saint-Hyacinthe. La présence de l'émissaire de la station d'épuration est perceptible à la station 59,5. On y note une hausse des coliformes fécaux, qui s'explique par l'absence de désinfection à la station d'épuration. L'enlèvement du phosphore se perçoit par une relative stabilisation des concentrations. Toutefois, les poissons capturés en aval de Saint-Hyacinthe supportent mal ces rejets; l'indice d'intégrité de la communauté de poissons affiche une faible valeur et 9 % d'entre eux présentaient des anomalies (La Violette, 1999). Par contre, peu de substances toxiques provenant de l'eau ont été absorbées dans les mousses et cellules à dialyse (Berryman et Nadeau, 1999).

Une détérioration supplémentaire de la qualité de l'eau aux stations 55 et 50,7 est notable en 1994 et 1995. La rivière Yamaska reçoit, à ce niveau, les eaux de petits tributaires agricoles dont le ruisseau Corbeil-Beaudoin, la décharge des Douze et la rivière Delorme. En 1991, plus de 60 % des superficies drainées entre les stations 59,5 et 50,7 étaient occupées par des cultures. La présence d'une importante production animale, avec des densités approchant une unité animale par hectare

drainé (Primeau *et al.*, 1999) doit être également signalée. Ces accroissements des pressions agricoles se sont traduits par des hausses des concentrations d'azote et de phosphore total. On remarque que les valeurs de la turbidité sont de plus en plus élevées en juillet.

On observe aussi une contamination par les coliformes fécaux près des rives. À la station 44,7, la contamination bactérienne de l'eau est nettement moins apparente qu'aux stations allant du km 59,5 au km 41,1. Aucune valeur n'a dépassé 500 UFC/100 ml au centre de la rivière. Les petits tributaires agricoles sont la source la plus vraisemblable de cette contamination. Aux stations situées près des rives, les concentrations mesurées durant les mois de juillet 1994 et 1995 sont nettement plus élevées que celles obtenues durant les mois de septembre; les densités sont alors supérieures au critère de 1000 UFC/100 ml. En septembre, plusieurs valeurs étaient inférieures à 200 UFC/100 ml. La contamination de juillet 1994 doit être associée à l'importante précipitation observée au moment de l'échantillonnage.

Malgré la précarité de la qualité de l'eau, des signes d'amélioration sont néanmoins apparus entre 1979 et 1997. La mise en fonction de la station d'épuration de Saint-Hyacinthe est la principale cause expliquant la chute significative de 31 % des concentrations de phosphore total à la station 44,7. Ces concentrations sont passées de 0,199 mg-P/l, avant la mise service de la station d'épuration de Saint-Hyacinthe, en 1987, à 0,137 mg-P/l, entre 1988 et 1997 (annexe 4). On y a aussi observé une stabilisation des séries chronologiques des descripteurs majeurs comme l'azote total et la turbidité, en aval de cette municipalité.

À partir de la confluence avec la rivière Chibouet, à la station 44,7, et jusqu'à la station 14,8 près de l'embouchure, la plupart des descripteurs continuent d'augmenter. La turbidité atteint des valeurs très élevées, notamment en juillet 1994, après l'épisode important de pluie. On note, de plus, que les différences entre les valeurs obtenues près des rives et celles du centre de la rivière s'estompent. La rivière Yamaska reçoit les eaux d'affluents coulant en milieu à forte utilisation agricole. Ces cours d'eau, dont la rivière Salvail, en amont de la station 35,9, la rivière David en amont de la station 15,7 et la rivière Saint-Louis en amont de la station 9,1, ainsi que de nombreux ruisseaux et fossés de drainage amènent en grandes quantités des matières en suspension, de l'azote et du phosphore. On remarque finalement des concentrations très élevées de chlorophylle *a*, ce qui indique la présence d'importantes quantités d'algues dans l'eau.

La nature des sols, la configuration du relief et les cultures à grand interligne, comme le maïs et le soya, favorisent les pertes de sols lors des précipitations. Les superficies en culture occupent entre 50 % et 75 % des superficies drainées entre l'aval de la station 41,1 et l'embouchure (Primeau *et al.*, 1999). Enfin, les pressions urbaines et industrielles sont peu importantes en aval de Saint-Hyacinthe et n'ont pas eu d'impact perceptible.

La plupart des descripteurs affichent des valeurs comparables entre Saint-Hyacinthe et la station localisée en aval de la confluence avec la rivière Chibouet. Les valeurs de la turbidité et de la chlorophylle *a*, surtout aux stations localisées en aval de Saint-Hyacinthe, sont parmi les maximums provinciaux. Les qualités de l'eau visées pour la pollution microbienne et pour la pollution par la matière organique ont été atteintes au centre de la rivière Yamaska. La situation pour ces formes de pollution est nettement moins bonne près des rives et dans les petits affluents.

À la station 14,8 localisée près de l'embouchure de la rivière Yamaska, les séries chronologiques indiquent un maintien de la hausse significative des valeurs de la turbidité. De plus, les quantités de matières en suspension (MES) transportées par la rivière sont considérables. On peut situer les pertes annuelles moyennes à plus de 300 000 tonnes par année, entre 1979 et 1994. Ces pertes sont surtout observées dans la portion du bassin en aval de Saint-Hugues. Les quantités d'azote et de phosphore transportées par la rivière sont aussi importantes, avec des valeurs respectives d'environ 6300 et 650 tonnes par année. Les concentrations de phosphore total sont, par contre, à la baisse. Depuis la mise en service de la station d'épuration de Saint-Hyacinthe en mars 1987, la concentration médiane a diminué de 25 %, passant de 202 à 164 mg-P/l. Aucune tendance n'a été observée dans le cas de l'azote total. Selon Delisle *et al.* (1998), 68 % des apports totaux d'azote et 75 % des apports totaux de phosphore, retrouvés à l'embouchure de la rivière Yamaska, proviendraient des rejets agricoles et des sources autres que les rejets urbains, les résidences isolées et le milieu naturel.

Le maintien de la tendance à la hausse pour la turbidité est particulièrement préoccupant, et cela, d'autant plus que la répartition des activités agricoles est en changement dans la portion inférieure du bassin de la rivière Yamaska. Lors du recensement de 1996, bien que la superficie totale cultivée soit demeurée stable, une hausse de 16 % des superficies dédiées aux cultures à grand interligne a été enregistrée par rapport à 1991 (Statistique Canada, 1993, 1998, dans Primeau *et al.*, 1999). Le maïs et le soya sont maintenant cultivés très intensivement dans le secteur inférieur. Ces cultures occupent 68 % des superficies en culture, ce qui représente 43 % de la superficie totale du secteur (671 km<sup>2</sup> sur 1575 km<sup>2</sup>).

De plus, la nature très fine du sol et la présence de pentes favorisent l'érosion dans la partie en aval du secteur. Le contrôle de l'érosion est essentiel à l'abaissement de la turbidité et des concentrations de matières en suspension, sans quoi il faut s'attendre, au cours des prochaines années, au maintien des fortes valeurs de la turbidité et des MES à l'embouchure de la rivière. Il en est de même avec la réduction de l'utilisation des engrais chimiques; moins les sols contiennent d'azote et de phosphore, moins il y aura de pertes aux cours d'eau. De plus, l'accroissement des superficies des cultures à grand interligne laisse prévoir une augmentation de l'utilisation d'engrais. Ces cultures requièrent en effet de plus grandes quantités de fertilisants que les céréales ou les fourrages. Si les pressions agricoles continuent de s'accroître sans un changement généralisé des méthodes culturales, il est difficile d'entrevoir, au cours des prochaines années, une baisse des concentrations des substances nutritives et de MES à l'embouchure de la rivière Yamaska. Le nouveau faciès agricole peut éventuellement annuler les gains réalisés au cours des dernières années quant à la qualité de l'eau.

Du côté de l'élevage, le cheptel a augmenté de 7 % dans le secteur. La densité animale est relativement faible, avec 0,94 U.A./ha en culture. Il s'agit d'un aspect important puisqu'il existe là un déséquilibre dans le portrait de la capacité de support du bassin versant pour l'élevage. On utilise des quantités importantes d'engrais inorganiques afin de satisfaire aux besoins des cultures dans le secteur inférieur (Delisle *et al.*, 1998) puisque la plupart des municipalités en aval de Saint-Hugues affichent des densités animales inférieures à 0,75 U.A./ha en culture. Il y aurait donc là une capacité importante d'accueil pour les excédents d'engrais organiques qui proviennent des fermes des secteurs Yamaska centrale et du sous-bassin de la rivière Noire, où sont concentrées les activités d'élevage dans le bassin versant. Une grande partie des terres de ces municipalités ne sont pas

accessibles, pour le moment, pour recevoir ces excédents, en raison notamment des coûts et des contraintes importantes relatifs au transport des déjections.

## CONCLUSION

La qualité de l'eau de la rivière Yamaska et de ses principaux affluents demeure mauvaise dans la majeure portion de leur cours respectif. Ainsi, à l'exception des sections supérieures (dans les Appalaches), les rivières du bassin versant reçoivent encore des quantités excessives de substances nutritives, de matières organiques et de coliformes fécaux. Les causes de ces diverses formes de pollution sont dans l'ordre suivant : les activités agricoles suivies des pressions urbaine et industrielle. Cette mauvaise qualité compromet la plupart des usages de l'eau. Ainsi, les usines de filtration doivent être très performantes afin d'obtenir une qualité d'eau potable satisfaisante. Néanmoins, les problèmes associés à l'azote ammoniacal, qui compromettaient cet usage, sont maintenant plus rares. Les usages de contact primaire, comme la baignade, ne sont pas recommandables à peu près partout, en raison de la contamination bactériologique excessive, sauf dans les lacs. Les conditions pour les usages de contact secondaire, comme la pêche ou le nautisme, ne sont guère meilleures, particulièrement près des rives.

Malgré ces constatations négatives, les diverses interventions d'assainissement urbain et industriel ont permis localement une nette amélioration de la salubrité du milieu aquatique et la disparition presque complète des cas flagrants de pollution visible. Par contre, les débordements des ouvrages de surverse des portions unitaires des réseaux d'égouts sont encore des sources de dégradation lors des pluies abondantes et de la fonte des neiges.

Entre 1979 et 1997, une amélioration généralisée de la qualité physico-chimique de l'eau est notée dans la rivière Yamaska. Les interventions d'assainissement urbain et industriel ont causé, à peu près partout dans le bassin versant, des chutes significatives des concentrations de phosphore. Toutefois, les valeurs mesurées sont encore trop souvent nettement au-dessus des critères. Des améliorations supplémentaires de la qualité de l'eau sont prévisibles en aval de Saint-Césaire et d'Upton après les mises en service des stations d'épuration.

Par contre, les gains sont nettement moins apparents en période estivale. Même si l'aspect esthétique de la rivière s'est grandement amélioré, la qualité physico-chimique de la rivière Yamaska demeure globalement, à l'échelle d'un bassin versant, la plus mauvaise au Québec. Certains tronçons, comme dans les sous-bassins de la rivière Noire et la rivière Yamaska Sud-Est, ont connu une dégradation de la qualité de l'eau au cours des derniers étés. On observe fréquemment des blooms d'algues et des tapis de plantes aquatiques flottantes à plusieurs endroits.

La pollution diffuse d'origine agricole reste le problème majeur. Entre 1991 et 1996, on a noté une intensification des activités agricoles par l'accroissement de l'élevage porcin et des superficies dédiées aux cultures à grand interligne. Les densités animales par hectare en culture représentent maintenant des maximums historiques. Elles atteignent ou dépassent actuellement 2 U.A./ha cultivé dans les sous-bassins de la rivière Yamaska Nord et de la rivière Noire ainsi que dans le secteur central du cours principal de la rivière Yamaska.

Ce niveau de pression est unique au Québec. Il existe des relations claires entre la détérioration de la qualité de l'eau et l'intensité des activités agricoles dans le bassin versant. Les concentrations de phosphore, d'azote de la chlorophylle *a* et des matières en suspension ainsi que les valeurs de la turbidité demeurent trop élevées. Les impacts des interventions réalisées par le monde agricole sont toutefois plus difficiles à cerner. La construction de structures adéquates d'entreposage a permis une meilleure gestion des déjections animales. Les déversements illicites sont de moins en moins fréquents. De plus, une agence de gestion des engrais organiques a été mise en service pour le bassin versant et des clubs de producteurs agricoles mettent de l'avant de nouvelles méthodes culturales.

Bien que de telles actions ont assurément contribué à l'amélioration constatée de la qualité de l'eau, il reste néanmoins du travail à faire du côté de la pollution diffuse d'origine agricole. Il faut réduire les impacts associés à un tel niveau de pression, afin de ne pas compromettre les investissements réalisés dans le cadre des travaux d'assainissement urbain et industriel. Des solutions plus systématiques, impliquant l'utilisation des meilleures pratiques agricoles disponibles, devront être instaurées au niveau agricole. Ainsi, on pourra limiter, à tout le moins, la détérioration de la qualité des eaux et conserver les gains obtenus au cours des dernières années dans le bassin versant de la rivière Yamaska.

## REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier Nathalie La Violette et Jacques St-Onge pour leur assistance lors de la rédaction ainsi que Denis Brouillette et Jean Painchaud de la Direction des écosystèmes aquatiques du ministère de l'Environnement, le personnel de la Direction régional de la Montérégie du même ministère et Pierre Bilodeau de Faune et Parcs pour leur précieuse collaboration et leurs commentaires sur ce rapport.

Des remerciements bien sincères à l'équipe technique qui a participé à la collecte de renseignements, à la réalisation graphique et à la mise en forme de ce rapport : René Poulin, Jacques Dupont, Denis Labrie, Francine Matte-Savard, Lyne Blanchet et Roger Audet. Enfin un gros merci à Nathalie Milhomme pour tout le travail de mise en page et pour sa patience.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BERRYMAN, D. et I. GIROUX, 1994. *La contamination des cours d'eau par les pesticides dans les régions de cultures intensives de maïs au Québec, Campagne d'échantillonnage de 1992 et 1993*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° EN940594, rapport n° PES-4, 134 p. et 5 annexes.

BERRYMAN, D. et A. NADEAU, 1999. Le bassin de la rivière Yamaska : contamination de l'eau par des métaux et certaines substances organiques toxiques, section 3, dans ministère de l'Environnement (éd.), *Le bassin de la rivière Yamaska : état de l'écosystème aquatique*, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° EN990224, rapport n° EA-14.

BOYD R. A., 1996. « Distribution of Nitrate and Orthophosphate in Selected Streams in Central Nebraska », *Water Ressources Bulletin*, American Water Ressources Association, Paper n° 96017.

BUDD L. F. et D.W. MEALS, 1994. *Lake Champlain Nonpoint Source Pollution Assessment*, Grand Isle, Vermont, Prep. For Lake Champlain Management conference, Lake Champlain Basin Program Tech. Rap.n° 6, 140 p.

CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT (CCMRE), 1987. *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada*, Groupe de travail pour les recommandations pour la qualité des eaux.

COOTE D. R., E. M MacDONALD et R. DeHAAN, 1978. « Relationships Between Agricultural Land and Water Quality », *Best Management Practices for Agricultural and Silviculture*, Proceedings of 1978 Cornell Agricultural Waste Management Conference, Ann Arbour Science Publishers Inc., Ann Arbour Michigan.

CULLEY J. L. B., E. F. BOLTON et V. BERNYK. 1983. « Suspended Solids and Phosphorus Loads from Clay : i. Plot Studies », *Journal of Environmental Quality*, 12(4) : 493-498.

DEL GIORGIO, P. et Y. PRAIRIES, 1996. *Brome Lake Project, Final Report 1996*, Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal, 18 p. et figures. Préparé pour la ville de Lac Brome

DELISLE, F., S. GARIÉPY et Y. BÉDARD, 1998. *Bassin versant de la rivière Yamaska : l'activité agricole et ses effets sur la qualité de l'eau*, ministère de l'Environnement et de la Faune et Saint-Laurent Vision 2000, Dépôt légal Bibliothèque nationale du Québec, 1998. Bibliothèque nationale du Canada ISBN 2-550-32495-1, envirodoq EN970764, 124 p.

GANGBAZO, G., 1998. *Relations empiriques entre l'utilisation du territoire agricole et la qualité de l'eau des rivières*, Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement et de la Faune. En préparation.

GRIMARD, Y., 1990. *Qualité générale de l'eau du Québec*, Québec, Conseil des productions végétales du Québec, Colloque sur la conservation de l'eau en milieu agricole, 15 p.

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, 20 p. et 4 annexes.

JONHSON, L. B., C. RICHARDS, G. E. HOST et J. W. ARTHUR J. W., 1997. « Landscape Influences on Water Chemistry in Midwestern Stream Ecosystem », *Freshwater Biology*, Blackwell Science Ltd., 37 : 193-208.

JORDAN, T. E., D. L. CORRELL et D. E. WELLER, 1997. « Effects of agriculture on discharges of nutrients from coastal plain watersheds of Chesapeake Bay », *Journal of Environmental Quality*, 26 : 836-848.

KAUPPI, L., 1979. « Effects of land use on the diffuse load of phosphorus and nitrogen », *Nordic Hydrology*, 10 : 79-88.



LAFLAMME, D., 1995. *Qualité des eaux de la rivière Saint-Maurice, 1979 à 1992*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° EN950251, rapport n° QE-98, 87 p. et 9 annexes.

LA VIOLETTE, N., 1999. Le bassin de la rivière Yamaska : les communautés ichthyologiques et l'intégrité biotique du milieu, section 6, dans ministère de l'Environnement (éd.), *Le bassin de la rivière Yamaska : état de l'écosystème aquatique*, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° EN990224, rapport n° EA-14.

LA VIOLETTE, N. et Y. RICHARD, 1996. Le bassin de la rivière Châteauguay : les communautés ichthyologiques et l'intégrité biotique du milieu, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq n° EN960454, rapport n° EA-7, 64 p. et 9 annexes.

LAPIERRE, L., 1999. Le bassin de la rivière Yamaska : contamination du poisson en 1995, section 4, dans ministère de l'Environnement (éd.), *Le bassin de la rivière Yamaska : état de l'écosystème aquatique*, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° EN990224, rapport n° EA-14.

LAVOIE, M., 1995. *Historique du classement des plages par région administrative et municipalité 1995*, Sainte-Foy, Direction de la qualité des services à la clientèle, ministère de l'Environnement et de la Faune, 81 p.

LÉVEILLÉE, G., 1994. *Historique du classement des plages par région administrative et municipalité 1994*, Sainte-Foy, ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des services à la clientèle, 86 p.

LÉVEILLÉE, G., 1993. *Historique du classement des plages par région administrative et municipalité 1993*, Sainte-Foy, ministère de l'Environnement du Québec, Direction des orientations et services aux régions, 92 p.

LÉVEILLÉE, G., 1992. *Historique du classement des plages par région administrative et municipalité 1992*, Sainte-Foy, ministère de l'Environnement du Québec, Direction des orientations et services aux régions, 92 p.

LÉVEILLÉE, G., 1990. *Historique du classement des plages par région administrative et municipalité 1987, 1988, 1989 et 1990*, Sainte-Foy, ministère de l'Environnement du Québec, Direction des orientations et services aux régions, 266 p.

MC NEELY, R. N., J. P. NIEMANIS et L. DWYER, 1980. *Références sur la qualité des eaux, guide des paramètres de la qualité des eaux*, Ottawa, Canada, Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, En-37-54/1981 F.

MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES DU QUÉBEC, 1996. *Fiches d'évaluation de performance pour l'année 1996, Volume A.*, boues activées, disques biologiques, biofiltration et étangs aérés.

MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES DU QUÉBEC, 1994. *Répertoire des municipalités du Québec 1994*, Québec, Publications du Québec, ISBN-2-551-13771-3, ISSN 0079-869X. A36 A1 R46/1994 gouvernement du Québec, 926 p.

MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES DU QUÉBEC, 1980. *Répertoire des municipalités du Québec 1979*, ministère des Affaires municipales, gouvernement du Québec, Éditeur officiel du Québec, 602 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, 1999. *Méthodes d'échantillonnage en milieu aquatique*, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques. En préparation.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (MENVIQ), 1992. *État de l'environnement au Québec*, ministère de l'Environnement du Québec, gouvernement du Québec, EN930129 QEN/ EN-41/1, 550 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE (MEF), 1998. *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, 387 p.

NEWMAN, M. C., P. M. DIXON, B. B. LOONEY et J. PINDER, 1989. « 2. Estimating Mean and Variance for Environmental Samples Below Detection Limit Observations », *Water Resources Bulletin*, 25(4) : 905-916.

PHILLIPS, R. D., P. H. OTTO et J. C. LOFTIS, 1989. *WQSTAT II : a Water Quality Statistics Program*, Fort Collins, Etats-Unis, Colorado State University, 42 p.

PRIMEAU, S., 1992. *Qualité des eaux du bassin versant de la rivière Saint-François, 1976 à 1991*, Sainte-Foy, ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité du milieu aquatique, envirodoq n° ENV920515, rapport n° QE-6-1, 145 p. et 6 annexes.

PRIMEAU, S. et Y. GRIMARD, 1989a. *Rivière Yamaska : 1975-1988, volume 1 : description du bassin versant et qualité du milieu aquatique*, Sainte-Foy, ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité du milieu aquatique, envirodoq n° ENV90060, rapport n° QE-66-1, 136 p. et 10 annexes.

PRIMEAU, S. et Y. GRIMARD, 1989b. *Rivière Yamaska 1975-1988, volume 2 : résultats complémentaires sur la qualité des eaux*, Sainte-Foy, ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, envirodoq n° 9100060, rapport n° QE-66-1, 150 p. et 10 annexes.

PRIMEAU, S., N. LA VIOLETTE, D. BERRYMAN et J. ST-ONGE, 1999. Le bassin de la rivière Yamaska : profil géographique, source de pollution et interventions d'assainissement, section 1, dans ministère de l'Environnement (éd.), *Le bassin de la rivière Yamaska : état de l'écosystème aquatique*, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° EN990224, rapport n° EA-14.

ROBITAILLE, P., 1994. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Nicolet, 1979 à 1992*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° ENV940249, rapport n° QE-87, 74 p. et 6 annexes.

SAS INSTITUTE INC., 1985. *SAS User's guide: basics*, 5<sup>e</sup> édition, Cary, North Carolina, SAS Institute Inc., 1290 p.

SHARPLEY, A. N., S. C. S CHAPRA, R. WEDEPOHL, J. T. SIMS, T. C. DANIELS et K. R. REDDY, 1994. « Managing Agricultural Phosphorus for Protection of Surface Waters: Issues and Options », *Journal of Environmental Quality*, 23(3) : 437-451.

SIMARD, R. R., D. CLUIS, G. GANGBAZO et S. BEAUCHEMIN. 1995. « Phosphorus Status of Forest and Agricultural Soil from a Watershed of High Animal Density », *Journal of Environmental Quality*, 24(5) : 1 010-1 017.

SIMONEAU, M., 1998. *Le bassin de la rivière Chaudière : qualité des eaux de, 1979 à 1996*, pages 2.1 à 2.49, dans ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), *Le bassin de la rivière Chaudière : état de l'écosystème aquatique — 1996*, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° 980022.

SIMONEAU, M., 1996. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Châteauguay, 1979 à 1994*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq n° 960455, rapport n° QE-106, 82 p. et 8 annexes.

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° 930016, rapport n° QEN/QE-83/1, 190 p. et 6 annexes.

SIMONEAU, M., 1991. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Chaudière, 1976 à 1988*, ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, envirodoq n° 910053, rapport n° QE-68-1, 207 p. et 9 annexes.

SIMONEAU, M. et Y. GRIMARD, 1989. *Qualité des eaux du bassin de la rivière L'assomption, 1976 à 1987*, ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, envirodoq n° 910053, rapport n° QE-68-1, 207 p. et 9 annexes.

SMITH, D. G., 1990. « A Better Water Quality Indexing System for Rivers and Streams », *Water Resources*, Pergamon Press, 24(10) : 1237-1244.

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

STATISTIQUE CANADA, 1987a. *Agriculture, Québec 1986, recensement du Canada*, ministère des Approvisionnements et Services, Canada, ISBN 0-660-53544-0, catalogue 96-107.

STATISTIQUE CANADA, 1987b. *Agriculture, Québec 1986, recensement du Canada*, ministère des Approvisionnements et Services, Canada. Banque de données informatiques par municipalité au Québec.

STATISTIQUE CANADA, 1986. *Activités humaines et environnement ; un compendium de statistiques*, ministère des Approvisionnements et Services, Canada, 375 p.

STATISTIQUE CANADA, 1978. *Agriculture, Québec 1976, recensement du Canada*, ministère des Approvisionnements et Services, Canada, 4-3200-817, catalogue 96-805.

ST-ONGE, J., 1999. Le bassin de la rivière Yamaska : les communautés benthiques et l'intégrité biotique du milieu, section 5, dans ministère de l'Environnement (éd.), *Le bassin de la rivière*

Annexe 1 Méthodes analytiques et seuils de détection des différents paramètres de la qualité de l'eau (suite)

Paramètre	Prétraitement	Méthode analytique	Seuil de détection
Phosphore en suspension <sup>2</sup>	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
<b>PARAMÈTRE PHYSIQUE</b>			
pH <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 48 heures (depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 1982).	Mesure par néphélométrie.	0,2 UTN
Matières en suspension <sup>2</sup>	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 7 jours (depuis le 1 <sup>er</sup> 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 <sup>4</sup>	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 <sub>2</sub>
Température	Mesure prise sur le terrain.	Mesurée à l'aide d'un thermomètre de poche à l'alcool, en °C.	
<b>PARAMÈTRES BIOLOGIQUES</b>			
Coliformes fécaux <sup>3</sup>	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.	
DBO <sub>5</sub> <sup>3</sup>	Expédition au laboratoire à 4 °C dans un délai de 24 à 48 heures. Temps limite pour l'analyse : 24 heures depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 1982; pouvant aller jusqu'à 48 heures.	Détermination par différence des concentrations en oxygène dissous dans l'échantillon ou d'une dilution appropriée avant et après une période d'incubation de 5 jours à 20 °C. Mesures des concentrations à l'aide d'un appareil utilisant des électrodes sélectives.	De 0,2 à 1 mg/l de O <sub>2</sub> (Selon la quantité de bactéries ajoutées.)

# Annexe 1 Méthodes analytiques et seuils de détection des différents paramètres de la qualité de l'eau (suite)

Paramètre	Prétraitement	Méthode analytique	Seuil de détection
Chlorophylle <i>a</i> active <sup>5,6</sup>	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 <sup>3</sup>
<b>MÉTAUX</b>			
Aluminium <sup>9</sup>	Acidification sur le terrain, dans un délai de 8 heures <sup>1</sup> avec 0,5 ml d'acide nitrique 8 N, puis expédition au laboratoire dans un délai de 24 à 72 heures. Temps limite pour l'analyse : 6 mois.	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 Après juillet 1991 : Al : 0,01 mg/l de Al Fe : 2 µg/l de Fe Mn : 1 µg/l de Mn
Fer <sup>9</sup>			
Manganèse <sup>9</sup>			

- <sup>1</sup> Lorsque l'échantillon est prélevé par un observateur, l'acidification se fait lors de la réception au laboratoire, dans un délai de 24 heures.
- <sup>2</sup> *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 15 th. Ed., 1980, APHA, AWWA, WPCF. Washington D.C.
- <sup>3</sup> *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 14 th. Ed., 1975, APHA, AWWA, WPCF. Washington, D.C.
- <sup>4</sup> Technicon Industrial Systems. A division of Technicon Instruments Corporation, Tarrytown, N.Y. 10591
- <sup>5</sup> Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons, 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Fisheries Research Board, Ottawa, Canada, p. 201.
- <sup>6</sup> 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.
- <sup>7</sup> Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des laboratoires, 2700, Einstein, Sainte-Foy, Québec.
- <sup>8</sup> Technicon, 1977. *Total Dissolved Organic Carbon; Industrial Method # 451-76W*, December 1976.
- <sup>9</sup> Jarrel-Ash Division Fisher Scientific Company. *Operator's Manual*. Waltham, Mass. 02254, December 1982.

## Annexe 2 Statistiques descriptives aux stations principales dans le bassin de la rivière Yamaska

STATION NUMÉRO : R8

Rivière Noire à Saint-Pie, 1979 à 1997, # BQMA : 03030003

DESCRIPTEUR	UNITÉ	EFFECTIF	MOYENNE	ÉCART-TYPE	MINIMUM	CENTILE 25	CENTILE 50	CENTILE 75	MAXIMUM
<b>IONS MAJEURS</b>									
CALCIUM	mg/l	83	24,8	7,7	6,2	20	25,5	29,9	42
CHLORURES	mg/l	152	16,2	28	3,2	10	13	15	330
FLUORURES	mg/l	7	0,07	0,02	0,06	0,06	0,07	0,09	0,1
MAGNÉSIUM	mg/l	114	4,72	2,8	0,6	3,8	4,7	5,3	31
POTASSIUM	mg/l	82	3	1,2	1	2	2,7	3,6	6,8
SODIUM	mg/l	82	8,1	3,1	2,8	5,8	7,3	9,8	18
SULFATES	mg/l	105	21,4	7,7	5,4	16,5	20,5	27,5	40
ALCALINITÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	13	60,31	15,34	25	51	64	69	80
DURETÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	83	81,5	28,5	18	65,3	82,6	98,1	218,7
<b>SUBSTANCES NUTRITIVES</b>									
AZOTE AMMONIACAL	mg-N/l	346	0,28	0,29	0,01	0,1	0,2	0,38	2,6
NO <sub>2</sub> & NO <sub>3</sub>	mg-N/l	335	1,03	0,73	0,01	0,6	0,9	1,39	5,9
AZOTE KJELDAHL	mg-N/l	160	0,83	0,42	0,25	0,58	0,75	0,91	3,2
AZOTE ORGANIQUE	mg-N/l	334	0,44	0,43	0	0,25	0,4	0,54	5,93
AZOTE TOTAL	mg-N/l	341	1,74	0,92	0,34	1,14	1,61	2,1	6,8
CARBONE ORGANIQUE DISSOUS	mg-C/l	171	7,99	2,2	2,2	6,5	8	9,4	14,6
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	mg-C/l	125	15,5	6,9	3,5	11,5	14	18	64
PHOSPHORE FILTRÉ	mg-P/l	354	0,095	0,065	0,005	0,055	0,08	0,114	0,5
PHOSPHORE EN SUSPENSION	mg-P/l	353	0,059	0,063	0,008	0,029	0,039	0,062	0,457
PHOSPHORE TOTAL	mg-P/l	353	0,154	0,104	0,019	0,092	0,122	0,177	0,644
<b>DESCRIPTEURS PHYSIQUES</b>									
CONDUCTIVITÉ	µS/cm	289	233,2	92,5	56	191	228	270	1160
COULEUR VRAIE	HAZEN	82	37,7	16,8	6	28	34,5	45	98
OXYGÈNE DISSOUS	mg/l	36	11,08	2,36	5,8	9,35	11	12,85	15,5
PH	UNITÉS	188	7,69	0,39	6,5	7,5	7,7	7,9	9,2
SOLIDES EN SUSPENSION (MES)	mg/l	68	19,4	40,5	1	5	7	11,5	267
TANNINS ET LIGNINES	mg/l	100	1,17	0,71	0,2	0,88	1	1,37	7
TEMPÉRATURE	DEGRÉS C	422	10,3	8,6	0	2	8	18	29
TURBIDITÉ	U.N.T.	314	9,6	14,1	0,5	3,1	4,6	8,2	120
<b>DESCRIPTEURS BIOLOGIQUES</b>									
PHÉOPHYTINE	mg/m <sup>3</sup>	26	6,17	6,02	0,21	2,1	4,09	8,69	26,58
CHLOROPHYLLE a TOTALE	mg/m <sup>3</sup>	22	16,25	16,94	0,43	4,95	13,14	23,09	73,49
COLIFORMES FÉCAUX	UFC/100 ml	210	583	1205	0	96	200	460	6000
STREPTOCOQUES FÉCAUX	N/100 ml	0	-	-	-	-	-	-	-
DBO <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	28	3,2	6	0,5	1,3	2	2,5	33
<b>MÉTAUX</b>									
ALUMINIUM	mg/l	65	0,22	0,26	0,01	0,08	0,15	0,25	1,52
ARSENIC	µg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
CADMIUM	µg/l	174	0,8	0,5	0,3	0,5	1	1	6
CHROME	µg/l	116	1,8	1,5	0,5	1,5	1,5	1,5	15,6
CUIVRE	µg/l	71	2,9	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	10
FER	mg/l	106	0,4	0,33	0,03	0,24	0,36	0,45	2,48
MANGANÈSE	mg/l	106	0,08	0,05	0,01	0,05	0,07	0,09	0,37
NICKEL	µg/l	174	6,8	4,4	5	5	5	10	48

Descripteurs calculés : dureté = (Ca\*2,497) + (Mg\*4,116), azote organique = Ntot-(NO<sub>x</sub> + NH<sub>3</sub>), phosphore total = Psusp. + Pfiltré

Annexe 2 : Statistiques descriptives aux stations principales dans le bassin de la rivière Yamaska (suite)

STATION NUMÉRO : N31,6

Rivière Yamaska Nord à la sortie du réservoir Choinière, 1979 à 1995, # BQMA : 03030006

DESCRIPTEUR	UNITÉ	EFFECTIF	MOYENNE	ÉCART-TYPE	MINIMUM	CENTILE 25	CENTILE 50	CENTILE 75	MAXIMUM
<b>IONS MAJEURS</b>									
CALCIUM	mg/l	60	12,5	1,9	4,2	11,8	13	14	16,8
CHLORURES	mg/l	109	14,1	2,2	10	12	14	16	22
FLUORURES	mg/l	12	0,07	0,02	0,05	0,06	0,06	0,08	0,12
MAGNÉSIUM	mg/l	92	2,38	0,3	1,7	2,15	2,4	2,6	3,2
POTASSIUM	mg/l	67	1,7	0,4	1,3	1,6	1,7	1,9	3,8
SODIUM	mg/l	67	8,1	1,1	6,2	7,4	7,9	8,7	11,7
SULFATES	mg/l	95	10	1,8	5	9	10	11,5	13,8
ALCALINITÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	11	31,36	4,74	20	30	33	34	37
DURETÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	60	41,1	5,5	21,2	38,2	42,5	44,9	54,3
<b>SUBSTANCES NUTRITIVES</b>									
AZOTE AMMONIACAL	mg-N/l	241	0,12	0,09	0,01	0,05	0,1	0,17	0,49
NO <sub>2</sub> & NO <sub>3</sub>	mg-N/l	229	0,31	0,23	0,01	0,1	0,29	0,48	1,32
AZOTE KJELDAHL	mg-N/l	138	0,44	0,17	0,1	0,31	0,43	0,56	1
AZOTE ORGANIQUE	mg-N/l	228	0,3	0,11	0	0,23	0,3	0,36	1,05
AZOTE TOTAL	mg-N/l	232	0,73	0,28	0,18	0,53	0,76	0,92	2,5
CARBONE ORGANIQUE DISSOUS	mg-C/l	117	5,31	0,87	2,4	4,6	5,3	6	7,8
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	mg-C/l	104	11,1	3,6	5	8,3	10,5	13	23,5
PHOSPHORE FILTRÉ	mg-P/l	239	0,022	0,024	0,005	0,005	0,015	0,027	0,175
PHOSPHORE EN SUSPENSION	mg-P/l	237	0,028	0,022	0,003	0,019	0,025	0,031	0,215
PHOSPHORE TOTAL	mg-P/l	237	0,05	0,033	0,013	0,033	0,042	0,054	0,23
<b>DESCRIPTEURS PHYSIQUES</b>									
CONDUCTIVITÉ	µS/cm	178	138,2	20,9	96	128	138,5	148	327
COULEUR VRAIE	HAZEN	80	21,2	14,6	10	15,5	20	24	140
OXYGÈNE DISSOUS	mg/l	37	10,86	2,03	6,8	9,2	11,2	12,4	14
PH	UNITÉS	110	7,42	0,3	6,4	7,2	7,4	7,6	8,2
SOLIDES EN SUSPENSION (MES)	mg/l	41	6,4	3,8	1	4	5	9	20
TANNINS ET LIGNINES	mg/l	90	0,63	0,14	0,3	0,54	0,6	0,7	0,92
TEMPÉRATURE	DEGRÉS C	283	10,7	8,2	0	2	10	19	26
TURBIDITÉ	U.N.T.	176	3,5	2,4	0,6	2	2,9	4,1	17
<b>DESCRIPTEURS BIOLOGIQUES</b>									
PHÉOPHYTINE	mg/m <sup>3</sup>	12	3,68	4,63	0	0,53	1,74	6,12	13,9
CHLOROPHYLLE <i>a</i> TOTALE	mg/m <sup>3</sup>	12	17,67	12,02	6,43	9,06	13,74	20,06	46,39
COLIFORMES FÉCAUX	UFC/100 ml	81	60	79	0	15	28	64	340
STREPTOCOQUES FÉCAUX	N/100 ml	0	-	-	-	-	-	-	-
DBO <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	20	2	0,9	1	1,3	1,9	2,5	4,9
<b>MÉTAUX</b>									
ALUMINIUM	mg/l	42	0,06	0,05	0,01	0,03	0,05	0,07	0,32
ARSENIC	µg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
CADMIUM	µg/l	152	0,8	0,4	0,3	0,5	1	1	3
CHROME	µg/l	96	2,2	1,8	1	1,5	1,5	2,3	14
CUIVRE	µg/l	45	2,5	0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
FER	mg/l	92	0,23	0,13	0,03	0,13	0,2	0,3	0,64
MANGANÈSE	mg/l	92	0,15	0,09	0,01	0,08	0,12	0,18	0,55
NICKEL	µg/l	151	6,9	4,5	5	5	5	10	34

Descripteurs calculés : dureté = (Ca\*2,497) + (Mg\*4,116), azote organique = Ntot-(NO<sub>x</sub> + NH<sub>3</sub>), phosphore total = Psusp. + Pfiltré

## Annexe 2 Statistiques descriptives aux stations principales dans le bassin de la rivière Yamaska (suite)

STATION NUMÉRO : N47,5

Rivière Yamaska Nord en aval de Waterloo, de 1979 à 1985, reprise de 1988 à 1995, # BQMA : 03030040

DESCRIPTEUR	UNITÉ	EFFECTIF	MOYENNE	ÉCART-TYPE	MINIMUM	CENTILE 25	CENTILE 50	CENTILE 75	MAXIMUM
IONS MAJEURS									
CALCIUM	mg/l	76	21,7	8,1	9,5	17	19,6	23,5	60
CHLORURES	mg/l	129	35,9	21,9	8	24	30	38	160
FLUORURES	mg/l	13	0,07	0,02	0,02	0,05	0,07	0,08	0,1
MAGNÉSIUM	mg/l	100	3,53	1,57	0,4	2,9	3,25	3,7	14,9
POTASSIUM	mg/l	63	2,9	1,7	1,4	1,9	2,3	3	9,5
SODIUM	mg/l	63	23	14,9	2,3	15	18,7	26,9	86
SULFATES	mg/l	100	14,7	5,7	8,4	11,5	13,3	15,5	50
ALCALINITÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	13	51,69	14,57	27	48	54	56	87
DURETÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	76	68,9	25,7	31,1	54	61,8	74,9	187,3
SUBSTANCES NUTRITIVES									
AZOTE AMMONIACAL	mg-N/l	276	0,67	0,89	0,01	0,19	0,4	0,8	8,7
NO <sub>2</sub> & NO <sub>3</sub>	mg-N/l	272	0,39	0,45	0,01	0,17	0,31	0,46	4,5
AZOTE KJELDAHL	mg-N/l	163	1,63	1,67	0,1	0,68	1,12	1,88	11,8
AZOTE ORGANIQUE	mg-N/l	270	0,6	0,8	0	0,27	0,41	0,7	11,12
AZOTE TOTAL	mg-N/l	271	1,68	1,4	0,11	0,9	1,24	1,9	12
CARBONE ORGANIQUE DISSOUS	mg-C/l	89	6,02	1,56	1,8	4,8	6	6,9	10,8
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	mg-C/l	137	13,9	5,5	3	9,5	13	17,5	32
PHOSPHORE FILTRÉ	mg-P/l	278	0,141	0,222	0,005	0,045	0,085	0,16	2,6
PHOSPHORE EN SUSPENSION	mg-P/l	278	0,119	0,109	0,006	0,057	0,088	0,147	1,17
PHOSPHORE TOTAL	mg-P/l	278	0,26	0,294	0,009	0,117	0,177	0,295	3,21
DESCRIPTEURS PHYSIQUES									
CONDUCTIVITÉ	µS/cm	238	268,3	107,5	95	200	235	297	830
COULEUR VRAIE	HAZEN	68	22,8	9,8	3	17	20,5	26,5	67
OXYGÈNE DISSOUS	mg/l	31	9,7	2,86	2,6	7,1	10,4	12	14,3
PH	UNITÉS	174	7,47	0,36	6,7	7,3	7,5	7,6	9,2
SOLIDES EN SUSPENSION (MES)	mg/l	46	16,1	21,7	2	6,9	13	16	145
TANNINS ET LIGNINES	mg/l	96	0,86	0,54	0,05	0,6	0,72	1	3,5
TEMPÉRATURE	DEGRÉS C	391	10,8	8	-1	3	9	18	29,5
TURBIDITÉ	U.N.T.	250	4,9	5,6	1,1	2,4	3,2	5,4	70
DESCRIPTEURS BIOLOGIQUES									
PHÉOPHYTINE	mg/m <sup>3</sup>	17	10,93	7,46	0,45	4,74	9,58	16,74	25,34
CHLOROPHYLLE <i>a</i> TOTALE	mg/m <sup>3</sup>	16	26,91	18,47	1,32	15,51	21,27	39,29	75,5
COLIFORMES FÉCAUX	UFC/100 ml	145	1440	1920	8	230	470	2000	6000
STREPTOCOQUES FÉCAUX	N/100 ml	0	-	-	-	-	-	-	-
DBO <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	17	3,8	1,5	2	2,7	3,1	5	6,8
MÉTAUX									
ALUMINIUM	mg/l	31	0,08	0,09	0,01	0,04	0,07	0,08	0,55
ARSENIC	µg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
CADMIUM	µg/l	116	0,7	0,5	0,3	0,5	0,5	1	4
CHROME	µg/l	112	10,3	26,4	0,5	1,5	4	9,9	210
CUIVRE	µg/l	23	24,7	72	2,5	2,5	2,5	2,5	261
FÈR	mg/l	44	0,41	0,24	0,13	0,24	0,32	0,5	1,26
MANGANÈSE	mg/l	44	0,16	0,09	0,06	0,1	0,14	0,21	0,54
NICKEL	µg/l	117	15,8	27,3	5	5	10	10	252

Descripteurs calculés : dureté = (Ca\*2,497) + (Mg\*4,116), azote organique = Ntot - (NO<sub>x</sub> + NH<sub>3</sub>), phosphore total = P<sub>susp.</sub> + P<sub>filtré</sub>



## Annexe 2 Statistiques descriptives aux stations principales dans le bassin de la rivière Yamaska (suite)

STATION NUMÉRO : S39,2

Station témoin, rivière Yamaska Sud-Est à Brome-Ouest, de 1988 à 1997, # BQMA : 03030041

DESCRIPTEUR	UNITÉ	EFFECTIF	MOYENNE	ÉCART-TYPE	MINIMUM	CENTILE 25	CENTILE50	CENTILE 75	MAXIMUM
IONS MAJEURS									
CALCIUM	mg/l	14	10,5	4,2	5	7,2	10,8	12,5	19,5
CHLORURES	mg/l	53	12,5	17,7	3,4	6	8	11	112
FLUORURES	mg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
MAGNÉSIUM	mg/l	47	2,29	1,13	0,9	1,5	2	2,9	5,1
POTASSIUM	mg/l	14	0,6	0,2	0,4	0,5	0,6	0,6	1,2
SODIUM	mg/l	14	5	2	2,2	3,3	5,2	5,7	8,8
SULFATES	mg/l	63	9,1	2,7	3	7,5	8,6	10,5	16,5
ALCALINITÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	0	,	,	,	,	,	,	,
DURETÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	14	33,5	13,3	16,6	22,9	34,4	40,3	61,9
SUBSTANCES NUTRITIVES									
AZOTE AMMONIACAL	mg-N/l	126	0,04	0,05	0,01	0,01	0,02	0,04	0,46
NO <sub>2</sub> & NO <sub>3</sub>	mg-N/l	126	0,29	0,21	0,01	0,15	0,23	0,35	1,33
AZOTE KJELDAHL	mg-N/l	0	-	-	-	-	-	-	-
AZOTE ORGANIQUE	mg-N/l	126	0,16	0,17	0,01	0,08	0,12	0,18	1,51
AZOTE TOTAL	mg-N/l	126	0,48	0,35	0,14	0,31	0,4	0,54	3,3
CARBONE ORGANIQUE DISSOUS	mg-C/l	91	3,17	1,98	0,1	2,1	2,9	4	15,3
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	mg-C/l	0	-	-	-	-	-	-	-
PHOSPHORE FILTRÉ	mg-P/l	125	0,014	0,029	0,005	0,005	0,005	0,01	0,23
PHOSPHORE EN SUSPENSION	mg-P/l	125	0,025	0,055	0,001	0,006	0,009	0,018	0,5
PHOSPHORE TOTAL	mg-P/l	125	0,039	0,071	0,006	0,012	0,018	0,03	0,615
DESCRIPTEURS PHYSIQUES									
CONDUCTIVITÉ	µS/cm	122	118,5	57,2	47	87	106	132	410
COULEUR VRAIE	HAZEN	74	12,3	7,7	1	8	10	15	46
OXYGÈNE DISSOUS	mg/l	14	10,49	1,41	7,9	8,9	10,55	11,6	12,6
PH	UNITÉS	126	7,49	0,33	6,4	7,3	7,5	7,7	8,7
SOLIDES EN SUSPENSION (MES)	mg/l	41	6,1	12,5	1	1	2	5	58
TANNINS ET LIGNINES	mg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
TEMPÉRATURE	DEGRÉS C	128	9,7	8,2	0	1	8,5	17,5	25
TURBIDITÉ	U.N.T.	126	2,7	5,1	0,2	0,8	0,9	1,5	34
DESCRIPTEURS BIOLOGIQUES									
PHÉOPHYTINE	mg/m <sup>3</sup>	25	1,69	1,45	0,62	0,86	1,27	1,82	7,54
CHLOROPHYLLE <i>a</i> TOTALE	mg/m <sup>3</sup>	21	3,1	1,99	1,31	1,68	2,33	4,04	8,85
COLIFORMES FÉCAUX	UFC/100 ml	121	405	847	0	60	118	300	6000
STREPTOCOQUES FÉCAUX	N/100 ml	0	-	-	-	-	-	-	-
DBO <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	28	0,6	0,3	0,2	0,4	0,5	0,7	1,2
MÉTAUX									
ALUMINIUM	mg/l	28	0,08	0,09	0,01	0,02	0,04	0,1	0,34
ARSENIC	µg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
CADMIUM	µg/l	43	1,1	0,6	1	1	1	1	5
CHROME	µg/l	43	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	13
CUIVRE	µg/l	35	4,3	8,1	2,5	2,5	2,5	2,5	50
FER	mg/l	43	0,21	0,24	0,01	0,1	0,14	0,22	1,51
MANGANÈSE	mg/l	43	0,06	0,05	0,01	0,03	0,05	0,08	0,26
NICKEL	µg/l	43	5,3	2,3	5	5	5	5	20

Descripteurs calculés : dureté = (Ca\*2,497) + (Mg\*4,116), azote organique = Ntot-(NO<sub>x</sub> + NH<sub>3</sub>), phosphore total = P<sub>susp.</sub> + P<sub>filtré</sub>

## Annexe 2 Statistiques descriptives aux stations principales dans le bassin de la rivière Yamaska (suite)

STATION NUMÉRO : B0,3

Station suivi agricole, rivière à la Barbuée près de son embouchure, de 1988 à 1997, # BQMA : 03030096

DESCRIPTEUR	UNITÉ	EFFECTIF	MOYENNE	ÉCART-TYPE	MINIMUM	CENTILE 25	CENTILE 50	CENTILE 75	MAXIMUM
IONS MAJEURS									
CALCIUM	mg/l	13	52,7	16,9	15,1	47	55	63	76
CHLORURES	mg/l	37	41,6	18,3	6,5	35	40	45	123
FLUORURES	mg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
MAGNÉSIUM	mg/l	13	11,02	2,71	3,1	10,6	11,4	12,6	13,6
POTASSIUM	mg/l	13	5,2	1,2	3,4	4,4	5,1	6,3	6,9
SODIUM	mg/l	13	21,3	7	4,5	21	23,4	25,9	28,3
SULFATES	mg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
ALCALINITÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	0	-	-	-	-	-	-	-
DURETÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	13	176,9	52,3	50,5	164,3	185,5	207,9	241,6
SUBSTANCES NUTRITIVES									
AZOTE AMMONIACAL	mg-N/l	53	0,23	0,2	0,01	0,07	0,18	0,35	0,85
NO <sub>2</sub> & NO <sub>3</sub>	mg-N/l	54	3,22	2,3	0,01	1,4	3,1	4,8	8,5
AZOTE KJELDAHL	mg-N/l	0	-	-	-	-	-	-	-
AZOTE ORGANIQUE	mg-N/l	53	0,66	0,75	0	0,3	0,45	0,79	3,99
AZOTE TOTAL	mg-N/l	53	4,07	2,46	0,4	1,83	3,9	6	9,1
CARBONE ORGANIQUE DISSOUS	mg-C/l	49	7	1,73	4,5	5,9	6,6	7,6	12,7
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	mg-C/l	0	-	-	-	-	-	-	-
PHOSPHORE FILTRÉ	mg-P/l	53	0,092	0,085	0,01	0,05	0,065	0,095	0,485
PHOSPHORE EN SUSPENSION	mg-P/l	53	0,146	0,228	0,01	0,069	0,085	0,135	1,4
PHOSPHORE TOTAL	mg-P/l	53	0,238	0,247	0,058	0,128	0,165	0,228	1,46
DESCRIPTEURS PHYSIQUES									
CONDUCTIVITÉ	µS/cm	54	531,4	121,9	136	490	550	595	760
COULEUR VRAIE	HAZEN	8	42,6	25,4	18	26	35	52	97
OXYGÈNE DISSOUS	mg/l	11	11,34	2,06	8,3	9,6	11,2	13	15,4
PH	UNITÉS	53	7,9	0,33	7,2	7,7	7,9	8,1	8,6
SOLIDES EN SUSPENSION (MES)	mg/l	54	50,1	47,1	5	27	36	65	342
TANNINS ET LIGNINES	mg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
TEMPÉRATURE	DEGRÉS C	52	11,9	9,1	0	2	11,8	21	28
TURBIDITÉ	U.N.T.	54	32,3	35,7	2,3	17	24	36	260
DESCRIPTEURS BIOLOGIQUES									
PHÉOPHYTINE	mg/m <sup>3</sup>	26	8,65	11,83	0,59	2,91	4,75	10,86	61,91
CHLOROPHYLLE <i>a</i> TOTALE	mg/m <sup>3</sup>	21	22,07	19,79	2,83	10,84	12,69	26,37	75,5
COLIFORMES FÉCAUX	UFC/100 ml	51	855	1337	15	162	390	600	6000
STREPTOCOQUES FÉCAUX	N/100 ml	0	-	-	-	-	-	-	-
DBO <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	24	3,3	2,2	0,8	1,6	2,5	4,4	8,8
MÉTAUX									
ALUMINIUM	mg/l	8	0,58	0,22	0,28	0,4	0,55	0,79	0,88
ARSENIC	µg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
CADMIUM	µg/l	8	1	0	1	1	1	1	1
CHROME	µg/l	8	1,8	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5	4
CUIVRE	µg/l	8	2,5	0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
FER	mg/l	8	0,9	0,28	0,55	0,61	0,95	1,12	1,29
MANGANÈSE	mg/l	8	0,15	0,09	0,07	0,08	0,14	0,2	0,33
NICKEL	µg/l	8	5	0	5	5	5	5	5

Descripteurs calculés : dureté = (Ca\*2,497) + (Mg\*4,116), azote organique = Ntot-(NO<sub>x</sub> + NH<sub>3</sub>), phosphore total = Psusp. + Pfiltré

## Annexe 2 Statistiques descriptives aux stations principales dans le bassin de la rivière Yamaska (suite)

STATION NUMÉRO : N7,1

Rivière Yamaska Nord à Saint-Alphonse, de 1979 à 1997, # BQMA : 03030108

DESCRIPTEUR	UNITÉ	EFFECTIF	MOYENNE	ÉCART-TYPE	MINIMUM	CENTILE 25	CENTILE 50	CENTILE 75	MAXIMUM
<b>IONS MAJEURS</b>									
CALCIUM	mg/l	79	19,3	3,5	4,8	17,3	19	22,1	24,6
CHLORURES	mg/l	160	37,3	34	1,2	27	32	38	372
FLUORURES	mg/l	13	0,09	0,05	0,02	0,08	0,08	0,09	0,26
MAGNÉSIUM	mg/l	114	3,41	0,63	1	3	3,4	3,9	5
POTASSIUM	mg/l	87	2,8	0,8	1,6	2,1	2,7	3,3	5,5
SODIUM	mg/l	87	23,9	16,3	9,8	17	21	26	159
SULFATES	mg/l	104	18,1	5,6	7,2	14,8	17,2	20	52
ALCALINITÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	11	45,82	12,38	30	39	42	52	72
DURETÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	79	62,1	11	16,1	55,6	61,8	71,2	79,5
<b>SUBSTANCES NUTRITIVES</b>									
AZOTE AMMONIACAL	mg-N/l	366	0,6	0,78	0,01	0,12	0,26	0,76	5,3
NO <sub>2</sub> & NO <sub>3</sub>	mg-N/l	348	0,82	0,58	0,01	0,43	0,74	1,18	3,5
AZOTE KJELDAHL	mg-N/l	151	1,81	1,19	0,36	1,02	1,48	2,3	6,6
AZOTE ORGANIQUE	mg-N/l	346	0,55	0,44	0	0,28	0,44	0,71	3,1
AZOTE TOTAL	mg-N/l	352	2,01	0,95	0,56	1,36	1,8	2,4	7,36
CARBONE ORGANIQUE DISSOUS	mg-C/l	190	7,05	2,71	3,8	5,8	6,6	7,5	26
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	mg-C/l	115	16,9	11,2	1	10,5	15	19,5	84
PHOSPHORE FILTRÉ	mg-P/l	367	0,205	0,31	0,005	0,055	0,11	0,24	4
PHOSPHORE EN SUSPENSION	mg-P/l	365	0,127	0,133	0,02	0,054	0,087	0,153	1,47
PHOSPHORE TOTAL	mg-P/l	365	0,332	0,379	0,045	0,132	0,222	0,402	4,465
<b>DESCRIPTEURS PHYSIQUES</b>									
CONDUCTIVITÉ	µS/cm	297	278,1	109,1	113	223	265	305	1315
COULEUR VRAIE	HAZEN	87	26	9,1	13	20	24	28	65
OXYGÈNE DISSOUS	mg/l	41	8,01	3,74	0	6,6	8,4	10,6	13
PH	UNITÉS	199	7,49	0,38	6,5	7,3	7,5	7,6	8,9
SOLIDES EN SUSPENSION (MES)	mg/l	68	18,1	16,2	3	7	12,5	23	72
TANNINS ET LIGNINES	mg/l	99	1,05	0,42	0,5	0,8	1	1,2	3,2
TEMPÉRATURE	DEGRÉS C	469	11,1	8,8	0	2	10	19	29
TURBIDITÉ	U.N.T.	346	8	9,7	0	3,3	5	8	82
<b>DESCRIPTEURS BIOLOGIQUES</b>									
PHÉOPHYTINE	mg/m <sup>3</sup>	25	4,57	3,67	0	1,4	4,05	8,07	11,95
CHLOROPHYLLE <i>a</i> TOTALE	mg/m <sup>3</sup>	21	15,63	11,44	2,45	8,97	11,6	18,44	55,46
COLIFORMES FÉCAUX	UFC/100 ml	249	2388	2294	2	460	1400	5200	6000
STREPTOCOQUES FÉCAUX	N/100 ml	0	-	-	-	-	-	-	-
DBO <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	28	2,8	1,4	1,2	1,6	2,4	3,6	7,4
<b>MÉTAUX</b>									
ALUMINIUM	mg/l	67	0,23	0,28	0,04	0,09	0,14	0,23	1,86
ARSENIC	µg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
CADMIUM	µg/l	186	0,9	0,5	0,3	0,5	1	1	5,2
CHROME	µg/l	125	2,3	2,5	0,5	1,5	1,5	1,5	16
CUIVRE	µg/l	73	11,2	9,2	2,5	5	10	14	52
FER	mg/l	121	0,42	0,37	0,13	0,24	0,34	0,45	3,24
MANGANÈSE	mg/l	121	0,17	0,08	0,04	0,11	0,15	0,2	0,45
NICKEL	µg/l	184	6,8	3,8	5	5	5	10	34

Descripteurs calculés : dureté = (Ca\*2,497) + (Mg\*4,116), azote organique = Ntot-(NO<sub>x</sub> + NH<sub>3</sub>), phosphore total = Psusp. + Pfiltré

## Annexe 2 Statistiques descriptives aux stations principales dans le bassin de la rivière Yamaska (suite)

STATION NUMÉRO : 44,7

Rivière Yamaska en aval de la confluence avec la rivière Chibouet de 1979 à 1997, # BQMA : 03030123

DESCRIPTEUR	UNITÉ	EFFECTIF	MOYENNE	ÉCART-TYPE	MINIMUM	CENTILE 25	CENTILE 50	CENTILE 75	MAXIMUM
<b>IONS MAJEURS</b>									
CALCIUM	mg/l	86	26,3	5,7	9,5	23,2	26	29,8	40
CHLORURES	mg/l	168	28,7	16	8	19	25	32	118
FLUORURES	mg/l	13	0,09	0,03	0,02	0,08	0,08	0,1	0,14
MAGNÉSIUM	mg/l	123	5,99	1,63	1,9	4,7	5,8	7	11
POTASSIUM	mg/l	87	3,2	1,1	1,8	2,4	3	3,6	7,3
SODIUM	mg/l	87	17,7	7,7	5,1	12,3	16,3	22,1	51
SULFATES	mg/l	115	24	7,4	10,5	19,1	23,5	28	64
ALCALINITÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	13	69,31	13,99	32	63	74	78	86
DURETÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	86	90,7	19,8	31,5	78,4	88,2	105,7	135,2
<b>SUBSTANCES NUTRITIVES</b>									
AZOTE AMMONIACAL	mg-N/l	372	0,26	0,3	0,01	0,05	0,18	0,33	2,3
NO <sub>2</sub> & NO <sub>3</sub>	mg-N/l	361	1,24	0,82	0,01	0,75	1,1	1,57	8,4
AZOTE KJELDAHL	mg-N/l	178	0,82	0,39	0,25	0,59	0,7	0,92	3,1
AZOTE ORGANIQUE	mg-N/l	361	0,49	0,31	0	0,32	0,45	0,59	2,27
AZOTE TOTAL	mg-N/l	368	1,98	0,98	0,4	1,35	1,89	2,4	10,4
CARBONE ORGANIQUE DISSOUS	mg-C/l	175	6,86	1,56	0,2	5,8	7	8	10,8
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	mg-C/l	139	13,5	4,9	3	10	13	17	25,5
PHOSPHORE FILTRÉ	mg-P/l	379	0,13	0,08	0,005	0,072	0,11	0,17	0,51
PHOSPHORE EN SUSPENSION	mg-P/l	378	0,073	0,103	0,006	0,035	0,052	0,08	1,6
PHOSPHORE TOTAL	mg-P/l	378	0,203	0,13	0,037	0,128	0,177	0,246	1,65
<b>DESCRIPTEURS PHYSIQUES</b>									
CONDUCTIVITÉ	µS/cm	311	302,3	74	106	255	303	355	522
COULEUR VRAIE	HAZEN	92	31,3	13,7	7	22,5	26,5	37	86
OXYGÈNE DISSOUS	mg/l	36	10,35	2,28	4,8	8,7	11	11,9	13,5
PH	UNITÉS	209	7,84	0,49	6,7	7,6	7,8	8	9,2
SOLIDES EN SUSPENSION (MES)	mg/l	65	29,6	40,8	2	9	17	25	204
TANNINS ET LIGNINES	mg/l	111	0,96	0,34	0,5	0,7	0,9	1,1	2,6
TEMPÉRATURE	DEGRÉS C	499	10,9	9,3	0	1	9	20,5	29
TURBIDITÉ	U.N.T.	340	15,3	21,9	1,6	4,5	7	17,5	150
<b>DESCRIPTEURS BIOLOGIQUES</b>									
PHÉOPHYTINE	mg/m <sup>3</sup>	24	11,02	9,36	0,1	2,76	9,36	15,36	35,1
CHLOROPHYLLE <i>a</i> TOTALE	mg/m <sup>3</sup>	20	28,88	22,87	0,27	11,12	25,51	38,6	92,82
COLIFORMES FÉCAUX	UFC/100 ml	221	1260	1796	0	120	430	1500	6000
STREPTOCOQUES FÉCAUX	N/100 ml	0	-	-	-	-	-	-	-
DBO <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	27	2,7	1,4	1,1	1,7	2,2	4	6,3
<b>MÉTAUX</b>									
ALUMINIUM	mg/l	67	0,28	0,24	0,03	0,13	0,2	0,36	1,34
ARSENIC	µg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
CADMIUM	µg/l	180	0,8	0,3	0,3	0,5	1	1	1,8
CHROME	µg/l	179	2,2	2,4	0,5	1,5	1,5	1,8	21
CUIVRE	µg/l	73	3	1,8	2,5	2,5	2,5	2,5	13
FER	mg/l	107	0,4	0,37	0,03	0,18	0,31	0,49	2,42
MANGANÈSE	mg/l	107	0,08	0,06	0,01	0,05	0,06	0,09	0,36
NICKEL	µg/l	179	6,9	4	5	5	5	10	36

Descripteurs calculés : dureté = (Ca\*2,497) + (Mg\*4,116), azote organique = Ntot-(NO<sub>x</sub> + NH<sub>3</sub>), phosphore total = Psusp. + Pfiltré

## Annexe 2 Statistiques descriptives aux stations principales dans le bassin de la rivière Yamaska (suite)

STATION NUMÉRO : 133

Rivière Yamaska en aval de Bromont et en amont de la confluence avec la rivière Yamaska Nord, 1987 à 1997, # BQMA : 03030199

DESCRIPTEUR	UNITÉ	EFFECTIF	MOYENNE	ÉCART-TYPE	MINIMUM	CENTILE 25	CENTILE 50	CENTILE 75	MAXIMUM
<b>IONS MAJEURS</b>									
CALCIUM	mg/l	13	16,9	5,9	9,6	12,3	15,8	17,1	28
CHLORURES	mg/l	56	22,4	8,3	12	16,5	20	25	45
FLUORURES	mg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
MAGNÉSIUM	mg/l	13	3,15	1,12	1,9	2,2	2,9	3,3	5,3
POTASSIUM	mg/l	13	1,4	0,5	0,8	1	1,3	1,6	2,4
SODIUM	mg/l	13	14,3	6,4	7,6	10,1	13,7	15,3	31
SULFATES	mg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
ALCALINITÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	0	-	-	-	-	-	-	-
DURETÉ	mg/l CaCO <sub>3</sub>	13	55,3	19,2	31,8	39,8	51,4	56,3	91,7
<b>SUBSTANCES NUTRITIVES</b>									
AZOTE AMMONIACAL	mg-N/l	192	0,1	0,1	0,01	0,03	0,06	0,13	0,43
NO <sub>2</sub> & NO <sub>3</sub>	mg-N/l	175	0,36	0,22	0,03	0,2	0,3	0,47	1,19
AZOTE KJELDAHL	mg-N/l	0	-	-	-	-	-	-	-
AZOTE ORGANIQUE	mg-N/l	175	0,24	0,12	0	0,18	0,24	0,29	1,27
AZOTE TOTAL	mg-N/l	184	0,69	0,31	0,09	0,47	0,64	0,83	2,4
CARBONE ORGANIQUE DISSOUS	mg-C/l	129	4,7	1,79	1,2	3,6	4,2	5,3	16,3
CARBONE ORGANIQUE TOTAL	mg-C/l	0	-	-	-	-	-	-	-
PHOSPHORE FILTRÉ	mg-P/l	196	0,064	0,067	0,005	0,02	0,04	0,085	0,34
PHOSPHORE EN SUSPENSION	mg-P/l	196	0,031	0,04	0,007	0,014	0,02	0,031	0,35
PHOSPHORE TOTAL	mg-P/l	196	0,095	0,078	0,012	0,044	0,066	0,12	0,405
<b>DESCRIPTEURS PHYSIQUES</b>									
CONDUCTIVITÉ	µS/cm	149	203,8	66,7	104	156	185	233	453
COULEUR VRAIE	HAZEN	12	26,5	18,2	11	15,5	20	32	76
OXYGÈNE DISSOUS	mg/l	17	10,5	1,52	7,4	9,8	11,2	11,6	12,4
PH	UNITÉS	100	7,75	0,42	7,1	7,5	7,65	7,9	9,1
SOLIDES EN SUSPENSION (MES)	mg/l	47	9,3	13,2	1	3	4	7	62
TANNINS ET LIGNINES	mg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
TEMPÉRATURE	DEGRÉS C	256	11,3	9,4	0	1	11	20	30
TURBIDITÉ	U.N.T.	247	4,1	6,4	0,2	1,6	2,2	3,7	70
<b>DESCRIPTEURS BIOLOGIQUES</b>									
PHÉOPHYTINE	mg/m <sup>3</sup>	27	4,75	4,56	0,24	1,79	3,36	8,15	21,37
CHLOROPHYLLE <i>a</i> TOTALE	mg/m <sup>3</sup>	23	9,03	7,67	0,39	4,29	6,28	11,63	32,8
COLIFORMES FÉCAUX	UFC/100 ml	252	331	716	0	44	100	270	6000
STREPTOCOQUES FÉCAUX	N/100 ml	0	-	-	-	-	-	-	-
DBO <sub>5</sub>	mg/l O <sub>2</sub>	33	1,2	0,5	0,1	0,8	1,1	1,5	2,9
<b>MÉTAUX</b>									
ALUMINIUM	mg/l	56	0,18	0,18	0,03	0,1	0,12	0,17	1,01
ARSENIC	µg/l	0	-	-	-	-	-	-	-
CADMIUM	µg/l	84	1	0,3	1	1	1	1	4
CHROME	µg/l	84	2	2,4	1,5	1,5	1,5	1,5	20,5
CUIVRE	µg/l	70	2,9	2,3	2,5	2,5	2,5	2,5	21
FER	mg/l	84	0,29	0,27	0,07	0,16	0,2	0,31	1,44
MANGANÈSE	mg/l	84	0,1	0,11	0,02	0,04	0,06	0,1	0,74
NICKEL	µg/l	84	5	0	5	5	5	5	5

Descripteurs calculés : dureté = (Ca\*2,497) + (Mg\*4,116), azote organique = Ntot-(NO<sub>x</sub> + NH<sub>3</sub>), phosphore total = Psusp. + Pfiltré

### Annexe 3 Classement des plages dans le bassin versant de la rivière Yamaska, de 1987 à 1997

SECTEUR ET MUNICIPALITÉ	NOM DE LA PLAGE ET DU PLAN D'EAU	CLASSEMENT MOYEN SAISONNIER*										
		87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
<b>SECTEUR A</b>												
Bromont	Camping Carrousel Plage (lac artificiel)	-	A	A	A	B	A	A	A	A	A	-
	Base de plein air Davignon (étang Gale)	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-
	Plage municipale du lac Bromont (lac artificiel)	-	-	-	-	-	-	A	A	A	A	-
Lac Brome	Plage Domaine des Érables (lac Brome)	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Plage municipale (lac Brome)	B	B	B	C	C	A	A	A	A	-	-
	Plage Douglass	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	A
<b>SECTEUR B</b>												
Cowansville	Plage du Lac Davignon (lac Davignon)	B	B	D	B	B	B	A	B	A	B	B
<b>SECTEUR C</b>												
Granby	Camping Granby enr. (lac artificiel)	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A	-
	Camping Tropicana (étang artificiel)	-	B	A	D	B	B	C	-	-	-	B
Roxton Pond	Parc de la Yamaska (réservoir Choinière)	-	B	A	A	B	A	B	A	A	A	B
Saint-Alphonse	Camping Saint-Alphonse (lac artificiel)	-	-	A	B	B	A	A	A	A	A	-
Waterloo	Plage municipale (lac Waterloo)	A	A	A	A	B	B	A	A	B	A	A
<b>SECTEUR E</b>												
Roxton Pond	Centre Familial (lac Roxton)	A	A	A	A	B	A	A	B	B	B	A
Saint-Liboire	Camping Laliberté Inc. (lac artificiel)	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<b>SECTEUR F</b>												
Saint-Louis	Camping Père Ovide Inc. (lac artificiel)	A	A	A	D	A	A	A	B	-	-	-

\* A: Moyenne géométrique saisonnière de 0 à 20 coliformes fécaux/100 ml

B: Moyenne géométrique saisonnière de 21 à 100 coliformes fécaux/100 ml

C: Moyenne géométrique saisonnière de 101 à 200 coliformes fécaux/100 ml

D: Moyenne géométrique saisonnière > 200 coli fécaux/100 ml ou 10 % des échantillons > 400 coli fécaux/100 ml

Source : Léveillé G. (1990, 1991, 1992, 1993, 1994 et 1995)

Annexe 4 Tendances significatives ( $p < 0,05$ ) détectées aux stations principales du bassin versant de la rivière Yamaska

Station	Descripteur	Unité	Type de tendance observée	Période étudiée (tendance continue) (année)	Date de l'événement justifiant la tendance par saut	Longueur de la période (année)	Centre de la période (année)	Moyenne du descripteur pour la période	Pente estimée (méthode de Sen) (unité par année)	Estimation de la valeur initiale (unité)	Estimation de la valeur finale (unité)	Variation (Unité)	Variation Relative (pour cent)
133	Phosphore total	mg/l	Monotone	1987/11 à 1997/12	-	8,08	4,04	0,077	-0,0053	0,098	0,056	-0,043	-43,5
	Phosphore filtré	mg/l	Monotone	Idem	-	8,08	4,04	0,047	-0,0048	0,066	0,028	-0,039	-58,4
	Phosphore en suspension	mg/l	Monotone	Idem	-	8,08	4,04	0,031	-0,001	0,035	0,027	-0,008	-23,1
	Nitrates-nitrites	mg/l	Monotone	Idem	-	8,08	4,04	0,35	-0,025	0,45	0,25	-0,20	-44,8
	Turbidité	U.N.T.	Monotone	Idem	-	8,08	8,08	3,9	-0,07	4,5	3,9	-0,6	-12,7
S39,2	Phosphore total	mg/l	Monotone	1987/11 à 1997/12	-	8,1	4,05	0,039	-0,0013	0,044	0,034	-0,011	-23,8
	Phosphore en suspension	mg/l	Monotone	Idem	-	8,1	4,05	0,025	-0,0005	0,027	0,023	-0,004	-15,0
	Coliformes fécaux	UFC/100 ml	Monotone	Idem	-	8,1	4,05	378	-8	410	346	-65	-15,8
	Conductivité	$\mu$ S/cm	Monotone	Idem	-	8,1	4,05	114	-2,7	125	103	-22	-17,5
S3,9	Phosphore total	mg/l	Saut	1979/01 à 1997/12	Déc. 1986	19	-	0,157	-	0,153	0,101	-0,030	-19,6
	Phosphore en suspension	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,061	-	0,045	0,038	-0,008	-17,8
	Phosphore filtré	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,09	-	0,094	0,061	-0,025	-26,6
	Azote ammoniacal	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,14	-	0,11	0,08	-0,03	-27,3
	Azote organique	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,30	-	0,33	0,23	-0,09	-28,2
	Conductivité	$\mu$ S/cm	Monotone	Idem	-	19	9,5	230	2,1	210	250	40	19,0
	Chlorures	mg/l	Monotone	1979/01 à 1995/12	-	17	8,5	21,0	0,61	15,8	26,2	10,4	65,6
N47,5	Phosphore total	mg/l	Saut	1979/01 à 1995/12	Sept. 1985	19	-	0,240	-	0,208	0,145	-0,067	-32,2
	Phosphore en suspension	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,114	-	0,110	0,070	-0,031	-28,2
	Phosphore filtré	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,126	-	0,103	0,060	-0,037	-35,9
	Azote total	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	1,57	-	1,44	1,22	-0,19	-13,2
	Azote ammoniacal	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,63	-	0,46	0,33	-0,13	-28,3
	Azote organique	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,53	-	0,59	0,26	-0,33	-55,9
	Nitrates-nitrites	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,41	-	0,23	0,47	0,21	91,3
	Turbidité	U.N.T.	Saut	Idem	Idem	19	-	5,0	-	5,0	2,9	-1,95	-39,0
N31,6	Phosphore total	mg/l	Monotone	1979/07 à 1995/12	-	16,4	8,2	0,049	-0,0007	0,055	0,043	-0,011	-21,0
	Azote total	mg/l	Monotone	Idem	-	16,4	16,4	0,73	-0,012	0,93	0,73	-0,20	-21,2
	Turbidité	U.N.T.	Monotone	Idem	-	16,4	16,4	3,7	-0,14	6,0	3,7	-2,3	-38,3
N7,1	Phosphore total	mg/l	Saut	1979/07 à 1997/12	Nov. 1984	16,4	-	0,304	-	0,404	0,162	-0,242	-59,9
	Phosphore en suspension	mg/l	Saut	Idem	Idem	16,4	-	0,122	-	0,136	0,068	-0,058	-42,6
	Phosphore filtré	mg/l	Saut	Idem	Idem	16,4	-	0,195	-	0,228	0,070	-0,156	-68,4
	Azote total	mg/l	Saut	Idem	Idem	16,4	-	1,94	-	2,21	1,60	-0,46	-20,8
	Azote ammoniacal	mg/l	Saut	Idem	Idem	16,4	-	0,59	-	0,91	0,16	-0,62	-68,1
	Azote organique	mg/l	Saut	Idem	Idem	16,4	-	0,51	-	0,70	0,33	-0,38	-54,3
	Nitrates-nitrites	mg/l	Saut	Idem	Idem	16,4	-	0,84	-	0,46	0,96	0,51	110,9
	Conductivité	$\mu$ S/cm	Monotone	Idem	-	16,4	8,2	287	1,9	271	303	31	11,5
	Chlorures	mg/l	Monotone	Idem	-	16,4	8,2	35,3	0,42	31,9	38,7	6,9	21,6
	Turbidité	U.N.T.	Saut	Idem	Nov. 1984	16,4	-	7,8	-	7,0	4,9	-2,0	-28,3
	Carbone organique dissous	mg/l	Monotone	1984/12 à 1997/12	-	11	5,5	7,0	-0,074	7,4	6,6	-0,8	-11,0
80,5	Phosphore total	mg/l	Monotone	1987/11 à 1997/12	-	10,1	5,1	0,149	-0,0077	0,188	0,110	-0,078	-41,4
	Phosphore en suspension	mg/l	Monotone	Idem	-	10,1	5,05	0,071	-0,0029	0,086	0,056	-0,029	-34,2
	Phosphore filtré	mg/l	Monotone	Idem	-	10,1	5,1	0,078	-0,0044	0,100	0,056	-0,044	-44,3
	Azote total	mg/l	Monotone	Idem	-	10,1	5,1	1,81	-0,05	2,06	1,56	-0,51	-24,5
	Azote ammoniacal	mg/l	Monotone	Idem	-	10,1	5,1	0,17	-0,0069	0,20	0,14	-0,07	-34,0
	Nitrates-nitrites	mg/l	Monotone	Idem	-	10,1	5,1	1,24	-0,052	1,50	0,98	-0,53	-35,0
	Coliformes fécaux	UFC/100 ml	Monotone	Idem	-	10,1	5,1	1693	-57	1981	1405	-576	-29,1
	Débit	$m^3/s$	Monotone	1987/11 à 1994/12	-	10,1	5,1	32	1,9	22	41	19	87,2

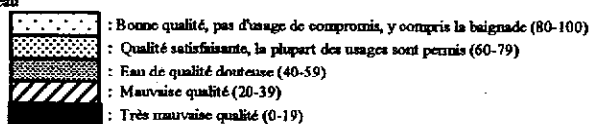
Annexe 4 Tendances significatives ( $p < 0,05$ ) détectées aux stations principales du bassin versant de la rivière Yamaska (suite)

Station	Descripteur	Type de tendance observée	Période étudiée (tendance continue) (année)	Date de l'événement justifiant la tendance par saut	Longueur de la période (année)	Centre de la période (année)	Moyenne du descripteur pour la période	Pente estimée (méthode de Sen) (unité par année)	Estimation de la valeur initiale (unité)	Estimation de la valeur finale (unité)	Variation (unité)	Variation Relative (pour cent)	
R8,0	Phosphore total	mg/l	Monotone	1979/01 à 1997/12	-	19	9,5	0,152	-0,0035	0,185	0,119	-0,066	-35,5
	Phosphore en suspension	mg/l	Monotone	Idem	-	19	9,5	0,061	-0,0011	0,071	0,051	-0,021	-29,3
	Phosphore filtré	mg/l	Monotone	Idem	-	19	9,5	0,091	-0,0022	0,112	0,070	-0,042	-37,4
	Azote ammoniacal	mg/l	Monotone	Idem	-	19	9,5	0,26	-0,0093	0,35	0,17	-0,18	-50,7
	Azote organique	mg/l	Monotone	Idem	-	19	9,5	0,41	-0,011	0,51	0,31	-0,21	-40,6
	Nitrates-nitrites	mg/l	Monotone	Idem	-	19	9,5	1,07	0,027	0,81	1,33	0,51	63,1
	Turbidité	U.N.T.	Monotone	Idem	-	19	9,5	9,4	-0,07	10	9	-1	-13,2
	Coliformes fécaux	UFC/100 ml	Monotone	1988/01 à 1997/12	-	10,0	5,0	568	-20	668	468	-200	-29,9
Chlorures	mg/l	Monotone	1979/01 à 1995/12	-	17	8,5	18,7	0,42	15,1	22,3	7,1	47,2	
C2,5	Phosphore total	mg/l	Monotone	1989/02 à 1997/12	-	6,8	3,4	0,267	-0,016	0,322	0,212	-0,109	-34,0
	Phosphore en suspension	mg/l	Monotone	Idem	-	6,8	3,4	0,081	-0,0054	0,099	0,063	-0,037	-37,1
	Phosphore filtré	mg/l	Monotone	Idem	-	6,8	3,4	0,158	-0,0085	0,187	0,129	-0,058	-31,0
	Azote ammoniacal	mg/l	Monotone	Idem	-	6,8	3,4	0,38	-0,011	0,42	0,34	-0,075	-18,0
	Nitrates-nitrites	mg/l	Monotone	Idem	-	6,8	3,4	2,77	-0,099	3,11	2,43	-0,676	-21,8
	Conductivité	$\mu\text{S/cm}$	Monotone	Idem	-	6,8	3,4	632	-7	656	608	-48	-7,3
	Coliformes fécaux	UFC/100 ml	Monotone	Idem	-	6,8	3,4	703	-53,7	886	520	-367	-41,4
	44,7	Phosphore total	mg/l	Saut	1979/01 à 1997/12	Déc. 1987	19	-	0,190	-	0,199	0,137	-0,062
Phosphore filtré		mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,114	-	0,133	0,072	-0,055	-41,4
Azote ammoniacal		mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,24	-	0,22	0,13	-0,06	-29,1
Nitrates-nitrites		mg/l	Saut	Idem	-	19	-	1,27	-	1,04	1,40	0,39	37,5
Conductivité		$\mu\text{S/cm}$	Saut	Idem	-	19	-	304	-	289	326	42	14,5
Turbidité		U.N.T.	Monotone	Idem	-	19	10,5	15,1	0,15	14	16	3	21,1
14,8		Phosphore total	mg/l	Saut	1979/01 à 1997/12	Déc. 1987	19	-	0,240	-	0,202	0,164	-0,051
	Phosphore filtré	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,114	-	0,130	0,080	-0,047	-36,2
	Azote ammoniacal	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,24	-	0,18	0,12	-0,08	-44,4
	Azote organique	mg/l	Saut	Idem	Idem	19	-	0,49	-	0,46	0,39	-0,09	-18,5
	Nitrates-nitrites	mg/l	Monotone	Idem	-	19	9,5	1,42	0,026	1,17	1,67	0,49	42,1
	Conductivité	$\mu\text{S/cm}$	Monotone	Idem	-	19	9,5	341	2,2	320	362	42	13,1
	Turbidité	U.N.T.	Monotone	Idem	-	19	9,5	30,5	0,39	26,8	34,2	7,4	27,7



Secteur - Station	N° de station	Résultat moyen de l'indice global	Descripteur provoquant le déclassement	Qualité observée	Valeur du sous-indice par forme de pollution été 1995				
					Pollution Microbienne	Pollution organique	Pollution par les substances nutritives	Pollution visuelle	
<b>A- Yamaska, portion supérieure</b>									
Yamaska, à l'exutoire du lac Brome	170	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Yamaska, à l'est de Bromont	155,8	58,4	Phosphore						
Yamaska, à Adamsville	133	32,1	Chlo. a						
<b>B- Yamaska Sud-Est</b>									
Yamaska Sud-Est, à Brome-Ouest	S39,2	60,3	% Sat. O <sub>2</sub>						
Yamaska Sud-Est, à Brigham	S20,2	n.d.	n.d.		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Yamaska Sud-Est, à son embouchure	S3,9	15,2	Chlo. a						
<b>C- Yamaska Nord</b>									
Yamaska Nord, en aval du lac Waterloo	N47,5	1,8	Chlo. a						
Yamaska Nord, en amont du réservoir Choinière	N40,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Yamaska Nord, à Val-Shefford	N31,6	25,5	Chlo. a						
Yamaska Nord, à Saint-Alphonse	N7,1	11,7	Phosphore						
<b>D- Yamaska, portion centrale</b>									
Yamaska, en aval de Farnham	110,8	12,8	Chlo. a						
Du Sud-Ouest, à Honoréville	O2,8	1,4	Chlo. a						
Yamaska, à Saint-Césaire	93,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
À la Barbut, à son embouchure	B0,3	2,1	Chlo. a						
Yamaska, en amont de la confluence avec la rivière Noire	80,5	5,2	Chlo. a						
<b>E- Noire</b>									
Noire, en aval de Valcourt	R85	21,6	Chlo. a						
Noire, en amont de Roxton Falls	R71	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Noire, au sud d'Acton Vale	R55,4	32,1	Coli. fécaux						
Noire, à l'est d'Upton	R42,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Le Renne, en amont d'Acton Vale	L13,5	34,5	% Sat. O <sub>2</sub>						
Duncan, en amont de la rivière Le Renne	U5,3	15,9	NO <sub>x</sub>						
Duncan, au nord est d'Upton	U2,3	7,7	Phosphore						
Noire, au sud d'Upton	R34,3	13,8	Chlo. a						
Noire, au sud de Saint-Dominique	R25,3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Mawcook, près de son embouchure	M3,6	18,5	Chlo. a						
Noire, à Saint-Pie	R8,0	21,7	Chlo. a						
<b>F- Yamaska, portion inférieure</b>									
Yamaska, à Douville	69,4	11,7	Chlo. a						
Chibouet, à Saint-Hugues	C2,5	9,8	Phosphore						
Yamaska, en aval de la rivière Chibouet	44,7	3,3	Chlo. a						
Salvail, à son embouchure	V0,2	1,9	Chlo. a						
David, à son embouchure	A0,6	21,2	Turbidité						
Yamaska, à Yamaska-Est	14,8	6,5	Chlo. a						

Valeur des sous-indices de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau



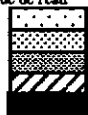
Descripteurs retenus des sous-indices par forme de pollution (critères)

- : Pollution microbienne; coliformes fécaux (200 et 1 000 UFC/100 ml)
- : Pollution organique; % de saturation en oxygène dissous, demande biochimique en oxygène (< 3,0 mg de O<sub>2</sub>/l)
- : Pollution par les substances nutritives; phosphore total (0,030 mg/l), azote ammoniacal (0,5 mg/l), nitrates-nitrites (10 mg de N/l), chlorophylle a et phaeopigments
- : Pollution visuelle; matières en suspension et turbidité (5 UTN) et rapport de visite par les employés du ME.

Annexe 5 Évolution spatiale et temporelle de la qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Yamaska : comparaison des résultats obtenus avec l'IQBP durant les étés de 1988 à 1990 et durant l'été 1995 (suite)

Secteur -Station	N° de station	Résultat moyen de l'indice global	Descripteur provoquant le déclassement	Valeur du sous-indice par forme de pollution, étés 1988, 1989 et 1990					Différence 1988-1990 vs 1995
				Qualité observée	Pollution Microbienne	Pollution organique	Pollution par les substances nutritives	Pollution visuelle	
<b>A- Yamaska, portion supérieure</b>									
Yamaska, à l'exutoire du lac Brome	170	78,1	Chlo. a						-
Yamaska, à l'est de Bromont	155	56,3	Phosphore						0
Yamaska, à Adamsville	133	36,2	Phosphore						0
Total secteur									0
<b>B- Yamaska Sud-Est</b>									
Yamaska Sud-Est, à Brome-Ouest	S39,2	70,5	Coli. fécaux						-1
Yamaska Sud-Est, à Brigham	S20,2	13,4	Coli. fécaux						-
Yamaska Sud-Est, à son embouchure	S3,9	26,5	Phosphore						-1
Total secteur									-2
<b>C- Yamaska Nord</b>									
Yamaska Nord, en aval du lac Waterloo	N47,5	11,5	Chlo. a						0
Yamaska Nord, en amont du réservoir Choinière	N40,0	30,1	Phosphore						-
Yamaska Nord, à Val-Shefford	N31,6	49,7	Chlo. a						-1
Yamaska Nord, à Saint-Alphonse	N7,1	12,6	Phosphore						0
Total secteur									-1
<b>D- Yamaska, portion centrale</b>									
Yamaska, en aval de Farnham	110,8	16,9	Phosphore						0
Du Sud-Ouest, à Honoréville	O0,2	n.d.	n.d.						-
Yamaska, à Saint-Césaire	93,3	18,9	Phosphore						-
À la Barbue, à son embouchure	B0,3	6,7	Turbidité						0
Yamaska, en amont de la confluence avec la rivière Noire	80,5	11,1	Phosphore						0
Total secteur									0
<b>E- Noire</b>									
Noire, en aval de Valcourt	R85	40,9	Phosphore						-1
Noire, en amont de Roxton Falls	R71	45,2	Phosphore						-
Noire, au sud d'Acton Vale	R56	46,1	Phosphore						-1
Noire, à l'est d'Upton	R42,2	44,7	Phosphore						-
Le Renne, en amont d'Acton Vale	L13,5	n.d.	n.d.						-
Duncan, en amont de la rivière Le Renne	U5,3	n.d.	n.d.						-
Duncan, au nord est d'Upton	U2,3	9,1	Phosphore						0
Noire, au sud d'Upton	R34,3	21,2	Phosphore						-1
Noire, au sud de Saint-Dominique	R25,3	21,1	Phosphore						-
Mawcook, près de son embouchure	M0,1	19,6	Nitrates-nitrites						0
Noire, à Saint-Pie	R8,0	24,8	Phosphore						0
Total secteur									-3
<b>F- Yamaska, portion inférieure</b>									
Yamaska, à Douville	69,4	14,1	Phosphore						0
Chibouct, à Saint-Hugues	C2,5	5,2	Phosphore						0
Yamaska, en aval de la rivière Chibouct	44,7	10,7	Phosphore						0
Salvail, à son embouchure	V0,2	2,8	Turbidité						0
David, à son embouchure	A0,6	26,0	Turbidité						0
Yamaska, à Yamaska-Est	14,8	3,8	Turbidité						0
Total secteur									0

Valeur des sous-indices de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau



: Bonne qualité, pas d'usage de compromis, y compris la baignade (80-100)

: Qualité satisfaisante, la plupart des usages sont permis (60-79)

: Eau de qualité douteuse (40-59)

: Mauvaise qualité (20-39)

: Très mauvaise qualité (0-19)

Descripteurs retenus des sous-indices par forme de pollution (critères)

: Pollution microbienne; coliformes fécaux (200 et 1 000 UFC/100 ml)

: Pollution organique; % de saturation en oxygène dissous, demande biochimique en oxygène (< 3,0 mg de O<sub>2</sub>/l)

: Pollution par les substances nutritives; phosphore total (0,030 mg/l), azote ammoniacal (0,5 mg/l),

nitrate-nitrite (10 mg de N/l), chlorophylle a et phaeopigments

: Pollution visuelle; matières en suspension et turbidité (5 UTN) et rapport de visite par les employés du ME.

Annexe 6.1 Corrélations de Spearman entre les variables de pressions agricoles et démographiques et les valeurs moyennes des principaux descripteurs de la qualité de l'eau  
Cours principal de la rivière Yamaska (23 stations) - 1994

Pression	IQBP94	Coliformes fécaux	Chlorophylle a totale	Conductivité	DBO <sub>5</sub>	Azote totale	Phosphore filtré	Phosphore en suspension	Phosphore total	Solides en suspension	Turbidité
Superficie totale	-0,252	-0,055	0,309	0,383	0,070	0,186	0,325	0,155	0,262	0,365	*0,487
Nombre de ferme	-0,347	*0,466	0,247	0,286	*0,456	**0,719	0,329	0,253	0,298	0,291	0,385
Grand interligne	**0,871	0,351	**0,643	**0,627	**0,552	**0,628	**0,563	*0,420	**0,533	*0,421	**0,610
Interligne étroit	**0,766	0,320	**0,769	**0,748	**0,527	**0,654	**0,608	*0,415	**0,540	**0,591	**0,633
Fourrage	-0,056	0,179	0,072	0,124	-0,167	0,049	-0,078	0,291	0,045	0,379	0,163
Maïs	**0,692	0,296	**0,669	**0,636	**0,528	**0,573	**0,567	*0,434	**0,539	*0,437	**0,634
Autres cultures	-0,182	*0,444	0,026	0,182	0,384	**0,565	0,201	0,221	0,229	0,171	0,287
Superficie cultivée	**0,635	0,273	**0,601	**0,590	*0,479	**0,607	*0,486	0,362	*0,460	0,404	**0,579
Bovins (u.a.)	-0,200	0,401	0,200	0,387	0,103	0,402	0,208	*0,492	0,333	**0,540	*0,464
Porcs (u.a.)	-0,254	*0,302	0,254	0,232	0,253	**0,536	0,219	0,290	0,201	0,332	0,232
Volailles (u.a.)	-0,014	0,397	0,068	0,027	0,077	**0,488	0,048	0,042	-0,047	0,130	**0,009
Autres (u.a.)	0,178	-0,380	-0,308	-0,404	-0,163	-0,223	-0,252	*0,427	-0,383	-0,371	-0,226
Unités animales totales	-0,270	**0,561	0,272	0,272	0,276	0,532	0,262	0,383	0,258	*0,422	0,319
Population humaine 1994	-0,019	0,331	-0,078	-0,021	0,292	0,392	0,132	-0,025	0,027	-0,083	-0,094
Population desservie par des égouts 1994	-0,310	0,345	0,133	0,196	*0,437	0,168	0,301	0,256	0,297	0,189	0,219

Significatif P < 0,05 \*

Très significatif P < 0,01 \*\*

Annexe 6.2 Corrélations de Spearman entre les variables de pressions agricoles et démographiques, et les valeurs moyennes des principaux descripteurs de la qualité de l'eau  
Bassin de la rivière Yamaska (39 stations) - 1994

Pression	IQBP94	Coliformes fécaux	Cholorophylle <i>a</i> totale	Conductivité	DBO <sub>5</sub>	Azote totale	Phosphore filtré	Phosphore en suspension	Phosphore total	Solides en suspension	Turbidité
Superficie totale	-0,155	-0,085	0,107	0,108	0,045	0,020	0,081	-0,079	-0,012	-0,002	0,088
Nombre de ferme	*-0,351	0,234	0,226	0,168	0,286	**0,488	**0,480	**0,416	**0,482	**0,447	**0,527
Grand interligne	**0,852	0,304	**0,596	**0,560	**0,464	**0,705	**0,711	**0,695	**0,761	**0,696	**0,782
Interligne étroit	**0,649	0,307	**0,554	**0,581	*0,403	**0,707	**0,755	**0,628	**0,736	**0,703	**0,792
Fourrage	0,152	0,112	-0,240	-0,273	-0,233	-0,168	-0,031	-0,001	-0,047	0,057	-0,023
Maïs	**0,639	0,282	**0,586	**0,512	**0,441	**0,657	**0,694	**0,681	**0,740	**0,674	**0,761
Autres cultures	-0,231	0,120	0,145	0,255	0,265	**0,507	*0,348	0,296	*0,361	0,285	*0,379
Superficie cultivée	**0,602	0,260	**0,530	**0,478	*0,380	**0,637	**0,645	**0,603	**0,679	**0,637	**0,738
Bovins (u.a.)	-0,022	0,228	-0,073	-0,026	-0,012	0,167	0,257	0,255	0,256	0,309	*0,322
Porcs (u.a.)	-0,171	0,189	0,150	-0,006	0,139	0,251	0,254	0,315	0,293	*0,326	0,298
Volailles (u.a.)	-0,178	0,207	0,281	0,129	0,260	*0,353	0,166	*0,317	0,250	0,306	0,204
Autres (u.a.)	*0,328	**0,440	**0,427	*0,367	*0,367	-0,279	-0,151	**0,481	*0,381	*0,387	-0,246
Unités animales totales	-0,159	0,250	0,144	-0,021	0,149	0,216	0,233	*0,350	0,297	*0,343	0,283
Population humaine 1994	-0,146	0,184	0,188	0,148	*0,405	0,288	0,065	0,122	0,086	-0,006	-0,048
Population desservie par des égouts 1994	-0,275	0,079	0,159	0,140	*0,327	0,105	0,104	0,078	0,080	-0,003	0,020

Significatif P < 0,05 \*  
Très significatif P < 0,01 \*\*

Annexe 6.3 Corrélations de Spearman entre les variables de pressions agricoles et démographiques, et les valeurs moyennes des principaux descripteurs de la qualité de l'eau  
Cours principal de la rivière Yamaska (23 stations) - 1995

Pression	IQBP95	Coliformes fécaux	Conductivité	DBO <sub>5</sub>	Azote totale	Phosphore filtré	Phosphore en suspension	Phosphore total	Turbidité
Superficie totale	-0,135	0,115	0,306	0,038	0,363	0,136	0,159	0,049	0,447
Nombre de ferme	-0,157	-0,019	0,406	0,346	0,339	0,290	0,193	0,136	0,310
Grand interligne	*0,457	0,258	**0,673	*0,502	**0,698	**0,537	*0,463	*0,443	**0,628
Interligne étroit	*0,456	0,268	**0,724	0,390	**0,726	**0,602	*0,502	*0,419	**0,705
Fourrage	0,095	-0,126	0,023	-0,288	0,064	-0,166	-0,006	-0,220	0,227
Maïs	*0,454	0,245	**0,654	*0,476	**0,689	*0,483	*0,483	*0,420	**0,683
Autres cultures	-0,155	-0,008	0,338	0,321	0,236	0,273	0,183	0,185	0,165
Superficie cultivée	-0,360	0,130	**0,625	0,387	**0,621	*0,419	*0,432	0,324	**0,613
Bovins (u.a.)	-0,111	0,050	0,296	0,029	0,321	0,072	0,144	-0,005	*0,425
Porcs (u.a.)	0,042	-0,153	0,209	0,056	0,267	0,106	0,043	-0,089	0,261
Volailles (u.a.)	0,199	-0,258	0,041	0,052	0,101	-0,049	-0,045	-0,164	0,028
Autres (u.a.)	0,277	*0,470	-0,232	-0,227	-0,257	-0,291	0,012	-0,220	-0,290
Unités animales totales	0,012	-0,110	0,215	0,084	0,280	0,087	0,063	-0,069	0,317
Population humaine 1995	0,099	0,066	0,087	0,120	-0,070	0,265	-0,284	0,001	-0,216
Population desservie par des égouts 1995	-0,324	*0,483	*0,414	0,296	0,355	**0,596	0,091	0,370	0,107

Significatif P < 0,05 \*  
Très significatif P < 0,01 \*\*

Annexe 6.4 Corrélations de Spearman entre les variables de pressions agricoles et démographiques, et les valeurs moyennes des principaux descripteurs de la qualité de l'eau  
Bassin de la rivière Yamaska (39 stations) - 1995

Pression	IQBP95	Coliformes fécaux	Conductivité	DBO <sub>5</sub>	Azote totale	Phosphore filtré	Phosphore en suspension	Phosphore total	Turbidité
Superficie totale	0,077	-0,128	0,030	0,009	0,026	-0,017	0,013	-0,041	0,240
Nombre de ferme	-0,232	0,056	0,300	*0,393	**0,615	*0,439	0,167	*0,378	**0,471
Grand interligne	**0,315	*0,321	**0,629	**0,578	**0,737	*0,432	**0,539	**0,625	**0,704
Interligne étroit	**0,483	0,255	**0,663	**0,512	**0,746	**0,473	**0,542	**0,624	**0,742
Fourrage	0,158	-0,142	-0,241	-0,230	0,227	0,108	-0,328	-0,113	0,067
Mais	**0,319	*0,327	**0,597	*0,560	**0,74376	*0,418	**0,527	**0,616	**0,590
Autres cultures	-0,182	-0,020	**0,416	0,262	*0,379	*0,350	0,239	0,298	0,292
Superficie cultivée	*0,406	0,192	**0,542	**0,507	**0,695	*0,379	**0,484	**0,535	**0,709
Bovins (u.a.)	-0,007	-0,057	-0,005	0,055	**0,441	0,239	-0,151	0,089	*0,336
Porcs (u.a.)	-0,084	0,034	0,064	0,151	**0,471	0,285	-0,043	0,146	0,285
Volailles (u.a.)	-0,133	0,093	0,178	0,214	*0,345	0,181	0,170	0,162	0,185
Autres (u.a.)	*0,360	**0,508	-0,225	-0,314	-0,065	0,003	-0,210	-0,180	-0,238
Unités animales totales	-0,097	0,086	0,035	0,141	**0,451	0,279	-0,055	0,136	0,278
Population humaines 1995	-0,169	0,258	0,208	0,200	0,036	*0,358	-0,006	0,065	-0,123
Population desservie par des égouts 1995	-0,221	0,279	0,173	0,224	0,110	0,497	0,124	0,185	-0,008

Significatif P < 0,05 \*  
Très significatif P < 0,01 \*\*

Annexe 7 Emplacement des stations d'échantillonnage dans le bassin de la rivière Yamaska

Emplacement	Station (km)	UTM Nord	UTM Est	Carte	Station				
					Biologique	Traceurs	Ch. poisson	Q. eau	BQMA
Yamaska, à 1 km en amont de l'île Saint-Jean	9,1	5101410	659530	31I02f	1		P:1		03030208
<b>Yamaska, au pont-route 132 à Yamaska</b>	<b>14,8</b>	<b>5096500</b>	<b>661700</b>	<b>31I02f</b>				03030023	03030023
Yamaska, en aval de la rivière David	15,7	5095630	662150	31H15	2				03030209
Yamaska, en aval de Massueville	21,2	5090300	661950	31H15	3				03030210
Yamaska, à Saint-Marcel	29,4	5082470	660390	31H15	4				03030024
Yamaska, en amont de Saint-Louis	35,5	5076850	658220	31H15	5				03030211
Yamaska, en aval de Saint-Hugues	41,1	5074580	662810	31H15	6				03030212
<b>Yamaska, en aval de la rivière Chibouet à Saint-Hugues</b>	<b>44,7</b>	<b>5072050</b>	<b>665150</b>	<b>31H15</b>				03030123	03030123
Yamaska, en aval de Saint-Simon	50,7	5066810	663970	31H10	7				03030213
Yamaska, en amont de Saint-Simon	55	5063060	662390	31H10	8		P:8		03030214
Yamaska, en aval de Saint-Hyacinthe	59,5	5059650	661190	31H10	9	9			03030215
Yamaska, à Douville	69,4	5051900	658400	31H10				03030025	03030025
Yamaska, en amont de Saint-Hyacinthe	71,5	5049880	657970	31H10	10	10	P:10		03030216
Yamaska, à 0,6 km en aval de la rivière Noire	76,5	5045940	658870	31H10	11				03030085
<b>Yamaska, au pont-route à 4,0 km en amont de la Noire</b>	<b>80,5</b>	<b>5042250</b>	<b>658000</b>	<b>31H10</b>				03030026	03030026
Yamaska, en aval de la rivière à la Barbue	83,9	5039180	657320	31H07	12				03030087
Yamaska, en aval de Saint-Césaire	90,1	5034050	657310	31H07	13				03030217
Yamaska, au pont-route 112 à saint-Césaire	93,9	5030600	656400	31H06				03030203	03030203
Yamaska, en amont de Saint-Césaire	95,5	5029190	656260	31H06	14				03030218
Yamaska, en aval du ruisseau Bissonnette	98,2	5027710	657070	31H07	15				03030219
Yamaska, en aval de Farnham	107,6	5019370	657220	31H07	16	16	P:16		03030220
Yamaska, à 1,6 km en aval de Farnham	110,8	5016850	657700	31H07				03030032	03030032
Yamaska, en amont de Farnham	114,6	5016240	660180	31H07	17	17			03030221
Yamaska, en aval de la confluence avec la Yamaska Nord	125,5	5016740	667810	31H07	18				03030091
Yamaska, en aval d'Adamsville	132,2	5015310	672120	31H07	19			03030245	03030245
<b>Yamaska, en aval d'Adamsville</b>	<b>133</b>	<b>5015350</b>	<b>672850</b>	<b>31H07</b>				03030199	03030199
Yamaska Sud-Est, en amont d'Adamsville	135,8	5016320	674920	31H07	20	20	P:20		03030222
Yamaska Sud-Est, en aval de Bromont	145,7	5018570	680340	31H07	21	21			03030223
Yamaska, à l'est de Bromont	155,8	5021050	684300	31H07				03030204	03030204
Yamaska, en amont de Bromont	159,3	5019720	687360	31H07	22				03030224
Yamaska, au pont-route à Fulford	164,3	5018630	691500	31H07	23				03030007
Yamaska, à l'exutoire du lac Brome	170	5016850	695500	31H07				03030094	03030094
Lac Brome	172	5015600	695600	31H07			620		03030147
Noire, en aval de Saint-Pie	R3	5043190	660660	31H10	24	24	P:24		03030225
Noire, à Saint-Pie	R8	5039950	663700	31H07				03030003	03030003
Noire, en amont d'Émileville	R11.3	5038760	666240	31H07	25				03030226
Noire, en amont de Jogues	R16.6	5039800	669710	31H07	26				03030227
Noire, en amont du ruisseau des Aulnages	R20.2	5041770	671840	31H10	27	27			03030228
Noire, au sud-est de Saint-Dominique	R25.3	5041850	672700	31H10				03030201	03030201
Noire, en amont de Saint-Valérien	R29.4	5048940	676000	31H10	28				03030039
Noire, au pont-route à 5 km d'Upton	R34.3	5052350	677700	31H10				03030202	03030202

## Annexe 7 Emplacement des stations d'échantillonnage dans le bassin de la rivière Yamaska (suite)

Emplacement	Station (km)	UTM Nord	UTM Est	Carte	Station				
					Biologique	Traceurs	Ch. poisson	Q. eau	BQMA
Noire, en aval d'Upton	<b>R35.8</b>	5053890	678110	31H10	29				03030229
Noire, au pont-route 116 à l'est d'Upton	<b>R42.2</b>	5057500	681000	31H10				03030198	03030198
Noire, en amont de Saint-Ephrem	<b>R46.3</b>	5054810	683370	31H10	30				03030230
Noire, en amont du ruisseau Laliberté	<b>R54.5</b>	5055230	687500	31H10	31		P-31		03030231
Noire, au pont-route au sud d'Acton Vale	<b>R55.4</b>	5055250	688250	31H10				03030244	03030244
Noire, à 2,4 km en aval de la rivière Jaune	<b>R56</b>	5054850	689150	31H10				03030015	03030015
Noire, à 2,4 km en aval de la rivière Jaune	<b>R58.9</b>	5053070	690570	31H10	32			03030232	03030232
Noire, en amont de Roxton-Falls	<b>R71</b>	5046900	696350	31H09				03030071	03030071
Noire, à Boscobel	<b>R85</b>	5042900	705100	31H09				03030010	03030010
Yamaska Nord, en aval de Saint-Alphonse	<b>N5.1</b>	5019930	670360	31H07	33				03030028
<b>Yamaska Nord, à Saint-Alphonse</b>	<b>N7.1</b>	5021200	671600	31H07				03030108	03030108
Yamaska Nord, en amont de Saint-Alphonse	<b>N10</b>	5023180	672330	31H07	34		P-34		03030049
Yamaska Nord, au nord de Saint-Alphonse	<b>N13</b>	5025270	673900	31H07	35	35			03030027
Yamaska Nord, à la plage Darby	<b>N29.7</b>	5031190	684180	31H07	36	36			03030233
Yamaska Nord, au pont route à Val-Shefford	<b>N31.6</b>	5031650	685750	31H07				03030006	03030006
Réservoir Choinière	<b>N33</b>	5032700	687100	31H07			618		03030171
Yamaska Nord, à Martin Corner	<b>N40</b>	5031350	693200	31H07				03030058	03030058
Yamaska Nord, à 2,9 km en aval du lac Waterloo	<b>N47.5</b>	5026250	695050	31H07				03030040	03030040
Lac Waterloo	<b>N51</b>	5023100	694100	31H07			617		03030166
<b>Yamaska Sud-Est, à 3,9 km de l'embouchure</b>	<b>S3.9</b>	5014930	662890	31H07	37			03030031	03030031
Yamaska Sud-Est, en amont du pont de Brigham	<b>S15</b>	5012220	668850	31H02	38	38	P-38		03030197
Yamaska Sud-Est, au pont-route à 4,8 km de Bringham	<b>S20.2</b>	5010900	672650	31H02				03030030	03030030
Yamaska Sud-Est, en aval de West Brome	<b>S34.8</b>	5006500	681030	31H02	39	39			03030102
<b>Yamaska Sud-Est, au pont-route 139 à West Brome</b>	<b>S39.2</b>	5005100	683700	31H02				03030041	03030041
David, au pont-route près de son embouchure	<b>A0.6</b>	5092900	662850	31H15				03030036	03030036
Salvail, au pont-route à son embouchure	<b>V0.2</b>	5076300	658300	31H15				03030037	03030037
<b>Chibouet, au pont-route à Saint-Hugues</b>	<b>C2.5</b>	5072750	666850	31H15				03030038	03030038
Mawcook, au pont-route près de son embouchure	<b>M0.1</b>	5039300	669950	31H07				03030200	03030200
Mawcook, au pont-route à 1,5 km à l'est de Jogues	<b>M3.7</b>	5038750	671900	31H07				03030236	03030236
Le Renne, en aval d'Acton Vale	<b>L6.3</b>	5058150	687300	31H10		40			03030246
Noire, au pont-route à 2 km d'Acton Vale	<b>L13.5</b>	5058900	691700	31H10				03030234	03030234
Duncan, au pont-route au nord-est d'Upton	<b>U2.3</b>	5059550	681450	31H10				03030034	03030034
Duncan, en amont de la confluence avec la rivière Le Renne	<b>U5.3</b>	5061400	683500	31H10				03030235	03030235
<b>À la Barbue, près de son embouchure</b>	<b>B0.3</b>	5038200	657800	31H07				03030096	03030096
Du Sud-Ouest, au pont-route à Honoréville	<b>O2.8</b>	5026500	654200	31H06				03030237	03030237
Ruisseau du Village, au nord-ouest de l'Ange-Gardien	<b>rv1</b>	5027700	660200	31H07				03030205	03030205
Ruisseau du village, au nord de Saint-Valérien	<b>rv2</b>	5048000	678450	31H10				03030206	03030206

Ch. poisson : chair de poisson, Q. eau : qualité de l'eau

Les stations en caractères gras sont visitées sur une base permanente.