



ASSAINISSEMENT AGRICOLE

**BASSIN VERSANT DE LA
RIVIÈRE YAMASKA :
L'ACTIVITÉ AGRICOLE ET SES EFFETS
SUR LA QUALITÉ DE L'EAU**

**BASSIN VERSANT DE LA
RIVIÈRE YAMASKA :
L'ACTIVITÉ AGRICOLE ET SES EFFETS
SUR LA QUALITÉ DE L'EAU**

**L'équipe de rédaction du
volet Assainissement agricole
de Saint-Laurent Vision 2000**

**Direction des politiques des
secteurs agricole et naturel
Ministère de l'Environnement
et de la Faune**

Ce document a été rédigé dans le contexte des activités du volet Assainissement agricole du programme Saint-Laurent Vision 2000 par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, en collaboration avec le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Environnement Canada et Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Note au lecteur :

Dans ce document, le masculin est employé sans aucune discrimination et uniquement afin d'alléger le texte.

Référence à citer :

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, 124 pages.

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 1998
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN 2-550-32495-1

Envirodoq EN970764

QE-111
AE-72
3806-97-12

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Recherche et rédaction¹

France Delisle, agr., M.Sc.
Stéphane Gariépy, ing., M.Sc.
Yves Bédard, ing., M.Sc.

Traitement de texte¹

Suzette Tanguay, sec.

Révision linguistique

EXACT Services Linguistiques

Graphisme des cartes

Barrette Communication Graphique

Mise en page finale

Traitex inc.

COLLABORATEURS

Ministère de l'Environnement et de la Faune

Direction des écosystèmes aquatiques

Robert Bertrand
Pierre Bilodeau
Denis Brouillette
Jacques Dupont
Georges Gangbazo

Isabelle Giroux
Carole Lachapelle
René Poulin
Sylvain Primeau

Direction des politiques des secteurs agricole et naturel

Luc Champagne
Richard Desrosiers
Marcel Gaucher

Nicolas Lehoux
Renald McCormack
Pierre Vallée

Direction des politiques du secteur municipal

Jean Jobidon
Michel Morissette

Alain Riopel

Agriculture et Agroalimentaire Canada

Jean-Marc Cossette

Environnement Canada

Luc Bélanger

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

Pierre Beaudet
Manon Carignan
Raymond-Marie
Duchesne

Richard Laroche
Mireille Therrien
Marcel Tremblay

¹ Direction des politiques des secteurs agricole et naturel

PRÉFACE

Dans la foulée du Plan d'action Saint-Laurent, les gouvernements du Canada et du Québec convenaient, en avril 1994, d'un programme s'échelonnant jusqu'en 1998.

Ce programme, Saint-Laurent Vision 2000, a pour mission de conserver et de protéger l'écosystème du fleuve Saint-Laurent afin d'en redonner l'usage à la population dans une perspective de développement durable. Tout en maintenant des efforts de réduction des rejets industriels au fleuve, Saint-Laurent Vision 2000 désire donc se consacrer davantage à la prévention de la pollution et à la conservation de l'écosystème en faisant appel à une approche globale d'intervention.

C'est dans cette perspective que s'inscrit le volet Assainissement agricole, lequel vise à sensibiliser les intervenants du milieu à la problématique agroenvironnementale et à préparer un plan d'action pour la réduction de la pollution pour les bassins versants de quatre tributaires du fleuve Saint-Laurent. De tels plans d'action seront ainsi élaborés en 1997-1998 pour les bassins des rivières Boyer, Chaudière, L'Assomption et Yamaska. Ces quatre plans sont précédés d'un examen de la problématique agroenvironnementale de chacun des bassins.

Ce portrait agroenvironnemental du bassin versant de la rivière Yamaska présente l'analyse des activités agricoles exercées sur son territoire en relation avec la qualité de ses principaux cours d'eau, tout en situant leur portée par rapport aux activités municipales et industrielles. Il apporte aux divers partenaires du milieu, organismes non gouvernementaux et comités de citoyens un complément d'information en soutien à leur réflexion sur la restauration de leur rivière. Il a été préparé à partir des données disponibles dans les différents ministères fédéraux et provinciaux partenaires dans Saint-Laurent Vision 2000.

Nous avons le plaisir de vous présenter ce portrait. Nous espérons qu'il encouragera la discussion entre les différents partenaires et facilitera les travaux à venir visant l'assainissement des eaux et la restauration de ses usages dans le bassin versant de la rivière Yamaska.

Esther Côté

Agriculture et Agroalimentaire Canada
Coprésidente du Comité d'harmonisation
du volet Assainissement agricole
de Saint-Laurent Vision 2000

Henri Durocher

Ministère de l'Environnement et de la Faune
Coprésident du Comité d'harmonisation
du volet Assainissement agricole
de Saint-Laurent Vision 2000

RÉSUMÉ

La présente étude agroenvironnementale du bassin versant de la rivière Yamaska a été réalisée dans le contexte du volet Assainissement agricole du programme Saint-Laurent Vision 2000. L'analyse, effectuée selon le modèle *pression - état - réponse* préconisé par l'OCDE, met l'accent sur les activités agricoles et sur leur rôle dans la dégradation de la qualité des eaux de surface et souterraines, tout en cherchant à situer leur importance par rapport aux sources municipales et industrielles de pollution.

Située sur la rive sud du Saint-Laurent, la rivière Yamaska prend sa source dans le lac Brome et se jette dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur du lac Saint-Pierre. Son bassin versant, qui couvre une superficie totale de 4 784 km², est divisé aux fins de cette étude en sept sous-bassins, soit celui du tronçon principal de la rivière Yamaska et ceux des rivières Pot au Beurre, Salvail, David, Noire, Yamaska Nord et Yamaska Sud-Est. La majeure partie du bassin versant, soit quelque 56 % du territoire, possède une vocation agricole. La forêt occupe 37 % du territoire, les zones urbanisées représentent quelque 4,4 % de la superficie totale et les étendues d'eau, 2 %.

En 1994, la population du bassin versant de la rivière Yamaska était évaluée à 230 722 habitants. À cette époque, quelque 144 000 personnes étaient desservies par des stations de traitement des eaux usées, soit 62 % de la population. Le bassin, fortement industrialisé, contient plus de 800 établissements industriels, dont 110 retenus par le MEF pour des travaux d'assainissement aujourd'hui en grande partie complétés. Les effluents de plus de 80 % des industries font l'objet d'un traitement conjoint dans une station de traitement municipale.

Dans le bassin de la rivière Yamaska, les activités agricoles occupent une place prépondérante. Le bassin versant comptait, en 1994, 3 811 producteurs agricoles. À cette époque, les cultures s'étendaient sur une superficie de 226 320 ha et le cheptel s'élevait à 314 507 unités animales (U.A.), soit l'équivalent de près de 18 % des U.A. du Québec. La proportion du territoire en culture était de 47 % et la densité animale de 1,4 U.A./ha cultivé. Les cultures à grands interlignes, comme le maïs et le soya, représentaient alors 43 % des superficies en culture dans le bassin versant. Les plantes fourragères et les cultures à interlignes étroits, comme les céréales, couvraient respectivement 41 % et 12 % du territoire en culture, alors que les cultures maraîchères en occupaient 4 %. L'utilisation des pesticides, entre autres sur les cultures à grands interlignes, se traduit pour l'ensemble du bassin par un taux d'application moyen annuel d'ingrédients actifs — ou indice-pesticides — de 1,8 kg/ha cultivé, alors que la moyenne québécoise est 1,3 kg/ha cultivé.

Les principales productions animales du bassin sont le porc, le bovin laitier et la volaille. Le cheptel porcin représentait, en 1994, 58 % des unités animales recensées dans le territoire. Le bovin (laitier et de boucherie) et la volaille contribuaient au cheptel dans une proportion respective de 28 % et de 13 %. Les activités d'élevage sont particulièrement importantes dans les sous-bassins versants Yamaska et Noire. Dans le bassin de la rivière Yamaska, les fumiers et lisiers produits représentent, selon les hypothèses utilisées, un équivalent annuel d'azote et de phosphore de plus de 23 000 tonnes et 6 700 tonnes respectivement. Aux fertilisants d'origine animale épandus s'ajoutent pour plus de 24,4 millions de dollars de fertilisants minéraux, soit environ 13 200 tonnes d'azote et 3 800 tonnes de phosphore.

Un bilan annuel des fertilisants épandus sur les superficies cultivées a permis de calculer des indices de pression par les nutriments. Ces indices révèlent, pour l'ensemble des sous-bassins, des excédents importants d'azote et de phosphore susceptibles d'exercer une pression sur la ressource eau. L'indice-azote et l'indice-phosphore sont particulièrement élevés dans les sous-bassins des rivières Yamaska Nord, Salvail, Yamaska et Noire avec des valeurs supérieures à 80 kg/ha et 20 kg/ha respectivement. À l'échelle de tout le

bassin de la rivière Yamaska, l'indice-azote est 79,8 kg/ha et l'indice-phosphore, 26,9 kg/ha. Dans les faits, les engrais de ferme sont épandus sur des superficies restreintes, entraînant des pressions locales beaucoup plus grandes selon les sous-bassins. Un bilan agronomique vient confirmer l'excédent net de phosphore à l'échelle du bassin versant et met en évidence la faible efficacité agronomique attribuée à l'azote contenu dans les fumiers. Par ailleurs, le calcul d'un indice-érosion, basé sur l'équation universelle des pertes de sol (ÉUPS), révèle que les pressions les plus significatives dues à l'érosion des sols sont principalement localisées dans les sous-bassins Yamaska et Yamaska Nord.

La qualité de l'eau et son potentiel d'usage sont qualifiés à partir d'un indice de qualité bactériologique et physicochimique (IQBP). De manière générale, cet indice révèle que la qualité de l'eau dans le bassin de la rivière Yamaska se dégrade au fur et à mesure que l'on se dirige vers son embouchure. À l'exception de quelques secteurs, notamment à la tête des sous-bassins Yamaska et Yamaska Sud-Est où l'eau est de qualité satisfaisante, l'eau est d'une qualité douteuse dans la partie amont des cours d'eau et devient de mauvaise qualité dans la partie aval, ce qui limite sérieusement plusieurs usages. Bien que peu de cas de contamination soient documentés, les pesticides et les nitrates présentent également un risque de contamination pour les eaux souterraines du bassin versant de la rivière Yamaska. En effet, les eaux souterraines sont considérées comme vulnérables à la pollution sur plus de 60 % du bassin.

Un bilan basé sur le flux annuel de nutriments (azote et phosphore) à l'embouchure des rivières et sur les données de rejets a permis d'évaluer l'importance de la charge de nutriments dans les rivières attribuable à l'agriculture. D'après ce bilan, les rejets municipaux, industriels et naturels ne permettent d'expliquer qu'entre 20 % et 50 % du flux net de nutriments selon les sous-bassins. Sur une base d'azote, la charge d'origine agricole — qui inclut toutefois une certaine part non quantifiable de rejets provenant d'autres sources — contribue à environ 50 % du flux annuel dans le sous-bassin Yamaska Nord, à 60 % dans les sous-bassins Yamaska Sud-Est et Noire et à plus de 70 % dans le sous-bassin Yamaska. Pour les sous-bassins Salvail, David et Pot au Beurre, où l'occupation du territoire est fortement agricole, c'est plus de 85 % de la charge qui serait attribuable à l'agriculture.

À ce jour, les interventions d'assainissement municipal et industriel se sont traduites en plusieurs endroits par une amélioration locale de la qualité de l'eau, tout en contribuant à réduire la charge totale de contaminants dans les cours d'eau. Une part importante des rejets ponctuels d'origine agricole a aussi été maîtrisée avec la construction de structures d'entreposage pour les déjections animales. En 1996, la majorité des entreprises porcines de la région de la Montérégie entreposait le lisier en conformité avec la réglementation en vigueur. Des efforts accrus devraient toutefois être déployés afin de doter tous les producteurs laitiers et de bovins de boucherie de structures adéquates. Diverses autres mesures réglementaires et financières ainsi que diverses actions de sensibilisation et d'acquisition de connaissances sont aussi réalisées dans le bassin de la rivière Yamaska. Toutefois, la dispersion et l'envergure réduite de plusieurs de ces interventions ainsi que le manque de sensibilité des indicateurs utilisés ne permettent pas d'en mesurer les effets sur la qualité de l'eau du bassin versant.

Les principales sources ponctuelles de pollution de l'eau étant en voie d'être maîtrisées, les efforts d'assainissement devront être orientés progressivement vers la réduction de la pollution diffuse d'origine agricole, particulièrement la surfertilisation des cultures. Le contrôle de la pollution diffuse demande toutefois la mise en œuvre d'une nouvelle approche d'intervention qui prenne en compte la réalité du bassin versant et ses multiples dimensions : environnementale, économique, sociale, culturelle, politique. Selon une telle approche, les intervenants du milieu seront appelés à jouer un rôle majeur dans les grands enjeux de restauration et de protection des ressources en eau du bassin versant de la rivière Yamaska.

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
LISTE DES TABLEAUX.....	xiii
LISTE DES FIGURES.....	xiv
LISTE DES ANNEXES.....	xv
INTRODUCTION.....	1
1. LE BASSIN VERSANT.....	3
1.1 La géographie du bassin versant.....	3
1.2 Les caractéristiques hydrologiques.....	3
1.3 L'occupation générale du territoire.....	5
2. LES DESCRIPTEURS.....	7
2.1 Les pesticides.....	7
2.2 L'azote.....	8
2.3 Le phosphore.....	8
2.4 Les matières en suspension (MES).....	9
2.5 La contamination microbienne.....	10
3. LA PRESSION EXERCÉE PAR LES SECTEURS MUNICIPAL ET INDUSTRIEL.....	11
3.1 La description des activités.....	11
3.2 La quantification des rejets.....	14
4. LA PRESSION EXERCÉE PAR LE SECTEUR AGRICOLE.....	17
4.1 Généralités.....	17
4.2 La description des activités.....	17
4.3 L'indice-pesticides.....	23
4.4 L'indice-azote et l'indice-phosphore.....	24
4.5 L'érosion hydrique.....	32
5. LA QUALITÉ DE L'EAU DANS LE BASSIN VERSANT.....	37
5.1 Les eaux de surface.....	37
5.1.1 Les usages.....	37
5.1.2 La qualité de l'eau de surface.....	39

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1	Localisation du bassin versant de la rivière Yamaska et division des sous-bassins aux fins de l'étude	4
Figure 4.1	Répartition des types de cultures sur la base de leur superficie dans le bassin versant de la rivière Yamaska	18
Figure 4.2	Distribution du cheptel sur la base du nombre d'unités animales dans le bassin de la rivière Yamaska	20
Figure 4.3	Répartition des productions animales (% de U.A.) dans les sept sous-bassins versants de la rivière Yamaska	21
Figure 4.4	Pression par les nutriments pour chaque sous-bassin d'après les indices-azote et indices-phosphore obtenus à l'aide du bilan environnemental de l'utilisation des fertilisants	27
Figure 4.5	Besoins agronomiques et valeur des fertilisants entrant dans le bilan agronomique annuel de l'azote pour chaque sous-bassin de la rivière Yamaska	29
Figure 4.6	Besoins agronomiques et valeur des fertilisants entrant dans le bilan agronomique annuel du phosphore pour chaque sous-bassin de la rivière Yamaska	29
Figure 4.7	Bilan agronomique annuel net de l'azote et du phosphore pour chaque sous-bassin de la rivière Yamaska	30
Figure 4.8	Enrichissement moyen annuel en phosphore des sols pour chaque sous-bassin de la rivière Yamaska	30
Figure 4.9	Bilan annuel de gestion de l'azote et du phosphore pour l'ensemble des exploitations agricoles du bassin versant de la rivière Yamaska	31
Figure 4.10	Textures de surface du bassin versant de la rivière Yamaska utilisées pour le calcul de l'indice-érosion	34
Figure 4.11	Indice de vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique (indice-érosion) pour chaque sous-bassin de la rivière Yamaska	35
Figure 5.1	Classes de qualité des eaux de surface aux stations de mesure du réseau-rivières du MEF et occupation du territoire du bassin versant de la rivière Yamaska	40
Figure 5.2	Localisation et proportion du territoire vulnérable à la contamination des eaux souterraines pour chaque sous-bassin versant de la rivière Yamaska	46

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour les descripteurs de l'étude	79
Annexe 1.1	Les critères de qualité de l'eau pour les pesticides	81
Annexe 1.2	Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour l'azote	83
Annexe 1.3	Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour le phosphore	84
Annexe 1.4	Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour les matières en suspension	85
Annexe 1.5	Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour les coliformes fécaux	86
Annexe 2	Données agroenvironnementales de base	87
Annexe 2.1	Les équivalences entre le cheptel et les unités animales	89
Annexe 2.2	Les prélèvements et rendements des cultures du bassin versant de la rivière Chaudière	90
Annexe 2.3	Les besoins agronomiques des cultures du bassin versant de la rivière Chaudière selon l'AFEQ (1994).....	92
Annexe 2.4	La production brute de déjections et de nutriments par le cheptel du bassin versant de la rivière Chaudière	94
Annexe 3	Distribution des puits et forages dans le bassin versant de la rivière Yamaska	97
Annexe 4	Exemples d'actions réalisées en 1995 par le bureau régional Richelieu – Saint-Hyacinthe du MAPAQ.....	101
Annexe 5	Aperçu de produits de la recherche financés par le MEF et mis au point dans une optique de gestion intégrée des ressources	105

INTRODUCTION

Le volet Assainissement agricole de Saint-Laurent Vision 2000 a pour but de sensibiliser les intervenants du milieu à la problématique agroenvironnementale et de proposer des plans d'action pour l'assainissement agricole de quatre bassins versants, soit ceux des rivières L'Assomption, Boyer, Chaudière et Yamaska.

L'atteinte de ces objectifs repose sur différentes activités. D'une part, des travaux d'acquisition de données sont réalisés. Ils concernent, entre autres, les habitudes d'utilisation des pesticides et des fertilisants par les producteurs agricoles de même que la contamination des eaux de surface par certains de ces pesticides. D'autre part, le volet Assainissement agricole bénéficie de l'expérience concrète d'intervenants du milieu agricole dans quatre projets de gestion de la ressource eau en milieu agricole. Les résultats issus de ces expériences à petite échelle seront mis à profit lors de la préparation de plans d'action pour l'assainissement agricole de l'ensemble des quatre bassins versants visés. Par ailleurs, un document de sensibilisation, intitulé *Pour une eau de qualité en milieu rural... comprendre et agir collectivement* (SLV 2000, 1996), permet aux différents partenaires de s'initier aux concepts généraux associés à la problématique agroenvironnementale.

Dans la démarche du volet Assainissement agricole, l'exposé de la présente analyse agroenvironnementale du bassin versant constitue une étape importante en vue de proposer au milieu un plan d'action pour l'assainissement du bassin versant. Le produit est destiné à soutenir une réflexion sur les actions à poser afin d'améliorer la qualité des eaux de surface et souterraines de chaque bassin versant étudié.

La méthode préconisée dans cette étude fait appel à des bilans environnementaux, réalisés selon l'approche *pression - état - réponse* inspirée du modèle proposé par l'OCDE (1994). Ce modèle, qui constitue un outil d'examen des performances environnementales, repose sur la notion de causalité : les activités humaines exercent des pressions sur l'environnement et modifient ainsi l'état des ressources naturelles. La société répond à ces changements en adoptant des mesures environnementales qui sont les réponses de la société. Il a pour avantages de mettre en relief les composantes du bilan environnemental et de permettre de tracer, lorsque possible, des liens entre celles-ci.

Dans le but de simplifier l'analyse et de faciliter la communication des résultats, des indicateurs, qui correspondent aux trois éléments du modèle, sont utilisés. Ce sont :

- ⇒ des indicateurs de pression, qui traduisent les pressions exercées sur l'environnement par les activités humaines, qu'il s'agisse du secteur agricole, industriel ou municipal;
- ⇒ des indicateurs de l'état de l'environnement aquatique, qui expriment l'état actuel de la qualité des eaux souterraines et de surface, de même que l'état des ressources et l'impact sur les usages qui en dépendent;
- ⇒ des indicateurs de réponse de la société, qui expriment, quant à eux, les actions humaines accomplies dans le but d'atténuer les pressions sur l'état de l'environnement.

Le présent rapport se limite essentiellement à l'utilisation humaine du territoire et à ses interactions avec la qualité de la ressource eau. Il ne prétend donc pas effectuer un bilan de l'ensemble des composantes environnementales du bassin versant et exclut ainsi l'étude des nuisances telles que les odeurs, les poussières et le bruit. L'accent est mis sur les sources de pollution des eaux d'origine agricole, mais tout en cherchant à situer leur importance par rapport aux sources municipales et industrielles. Par ailleurs,

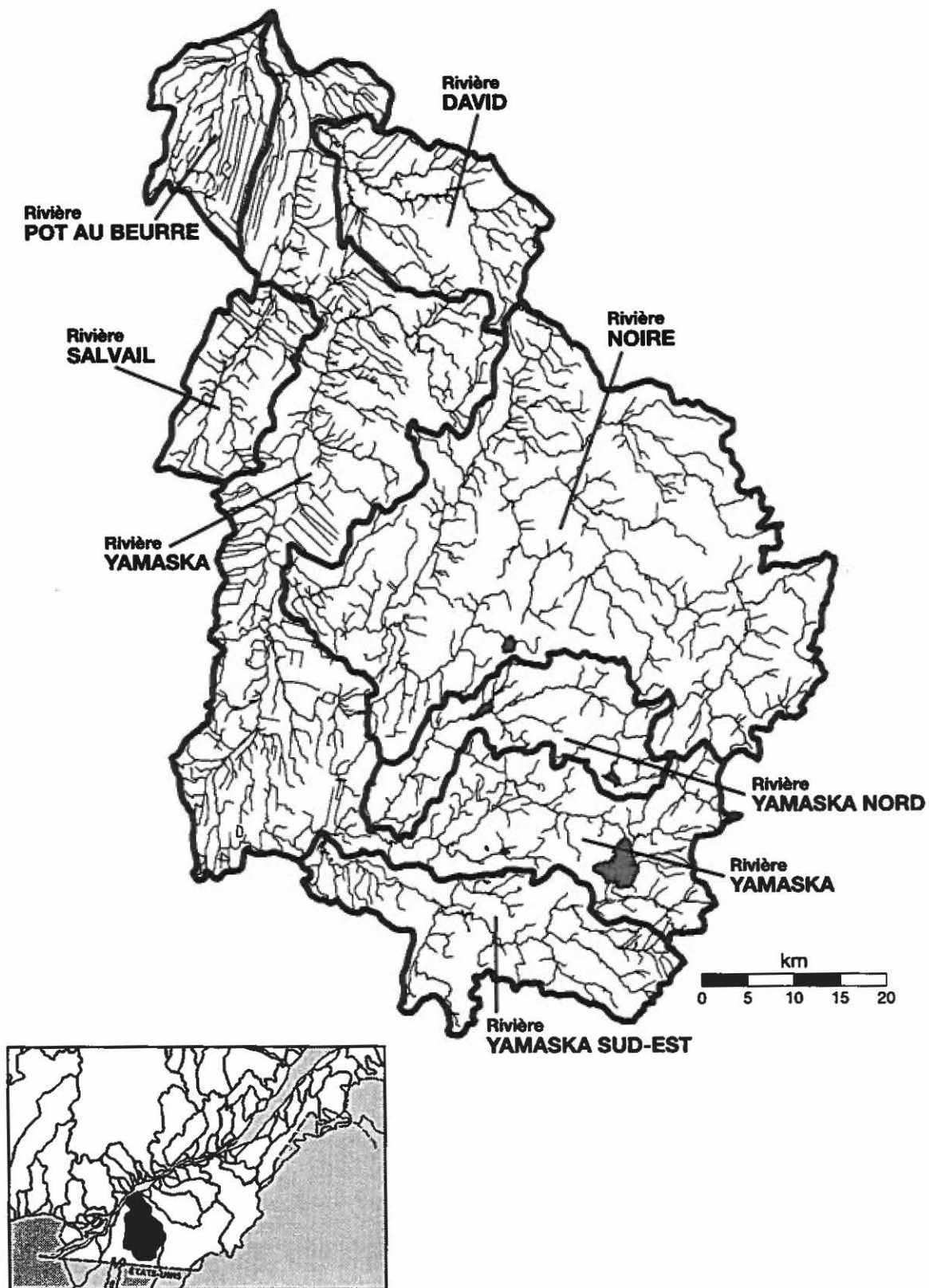


Figure 1.1 Localisation du bassin versant de la rivière Yamaska et division des sous-bassins aux fins de l'étude

Le bassin versant de la rivière Yamaska reçoit annuellement en moyenne 1 032 mm de précipitations totales (pluie et neige) à Saint-Hyacinthe. Le climat de ce bassin permet l'accumulation d'environ 3 000 à 3 250 degrés-jour de croissance (c'est-à-dire le nombre de jour où la température moyenne journalière est supérieure à 7° C) et d'environ 2 500 unités thermiques-maïs.

Le débit moyen annuel de la rivière Yamaska à son embouchure est évalué à 83 m³ par seconde (Primeau et Grimard, 1990). La rivière Noire est la source principale de l'augmentation des débits de ce cours d'eau, puisqu'elle possède un débit moyen annuel de 27,4 m³ par seconde. La portion de territoire située en amont de Farnham influence elle aussi de manière significative les débits mesurés dans la rivière Yamaska.

La rivière Yamaska est régulièrement touchée par des problèmes d'inondation, que ce soit sur son cours principal ou sur celui de ses principaux tributaires : les rivières Noire, Yamaska Nord et Yamaska Sud-Est. Afin de réduire, d'une part, l'impact des inondations lors des crues et éviter, d'autre part, les pénuries d'eau en période d'étiage, de multiples barrages contrôlent les débits sur le bassin de la Yamaska. Certains forment même d'importants réservoirs, par exemple : les réservoirs Choinière et Boivin sur la rivière Yamaska Nord; le réservoir Davignon sur la rivière Yamaska Sud-Est; le barrage d'Émerville sur la rivière Noire.

1.3 L'occupation générale du territoire

L'utilisation générale du territoire constitue une dimension majeure de la problématique quant à la pression exercée par les activités humaines sur le cours d'eau. Le partage du territoire entre les vocations naturelles et forestières, urbaines ou résidentielles, industrielles et agricoles déterminera, pour une bonne part, l'origine et l'ampleur de la dégradation susceptible d'être constatée sur le bassin versant. L'occupation du territoire est présentée sous forme cartographique à la figure 5.1 (section 5.1.2). Par interprétation de l'image-satellite de 1989, on estime que 56 % du territoire du bassin versant de la rivière Yamaska possède une vocation agricole; les zones urbanisées représentent quelque 4,4 % de la superficie totale, les étendues d'eau, 2 %, alors que 37 % du territoire est occupé par la forêt. Le territoire agricole du bassin versant de la rivière Yamaska représente 7,6 % des superficies cultivées et 17,7 % du cheptel du Québec (MAPAQ, 1995).

Le bassin versant de la rivière Yamaska comprend, en tout ou en partie, 125 municipalités. En 1994, la population du bassin est évaluée à 230 722 habitants pour ces municipalités (MAM, 1994). De plus, une population saisonnière adepte de villégiature et de plein air fréquente tout particulièrement l'amont du bassin.

Des quatre bassins versants à l'étude dans SLV 2000, celui de la rivière Yamaska est de loin le plus industrialisé. En effet, on y dénombre plus de 800 établissements industriels, dont 110 retenus par le MEF pour des travaux d'assainissement.

2. LES DESCRIPTEURS

Dans le contexte de cette étude, cinq descripteurs de la qualité de l'eau, reliés directement à la pollution d'origine agricole, sont retenus :

- ⇒ un descripteur de contamination par les pesticides (les pesticides);
- ⇒ deux descripteurs de contamination par les substances nutritives (l'azote et le phosphore);
- ⇒ un descripteur de dégradation de la qualité physique (les matières en suspension);
- ⇒ un descripteur de contamination microbienne (les coliformes fécaux).

Des critères de qualité de l'eau ont été établis pour plusieurs paramètres physicochimiques, physiques et bactériologiques. Ceux-ci diffèrent selon la sensibilité de chacun des usages considérés, que ce soit l'alimentation humaine ou celle du bétail, les activités récréatives ou la vie aquatique. La signification environnementale des descripteurs retenus est exposée brièvement ci-après. Pour plus d'information concernant les critères de qualité ou encore les périodes critiques de chacun des descripteurs cités, le lecteur est prié de se référer à l'annexe 1. Les normes, critères ou recommandations sont édictés par des organismes responsables de la protection de l'environnement ou de la santé publique, le terme «norme» étant utilisé pour les critères qui ont un statut réglementaire.

2.1 Les pesticides

Les pesticides regroupent principalement les herbicides, les insecticides et les fongicides. Leur utilisation est très répandue en agriculture, principalement dans la culture du maïs, des céréales, des fruits et légumes et du tabac. Les pesticides sont des substances ou mélanges de substances chimiques ou biologiques, utilisés pour prévenir, combattre ou repousser les ennemis des cultures, tels les insectes, maladies, mauvaises herbes, rongeurs, etc. Ils sont constitués de deux groupes d'ingrédients : les ingrédients actifs (ou matières actives), qui sont l'élément toxique, et les ingrédients chimiques ou inertes (solvants, émulsifiants, collants, supports, etc.), qui composent la formulation vendue commercialement. Sur le marché actuel, on a recensé plus de 150 ingrédients actifs utilisés en agriculture; environ 80 % des ventes totales de pesticides sont pour des besoins agricoles (Grégoire, 1997).

Contrairement à d'autres polluants agricoles dont la présence ou les effets sont plus facilement visibles dans les cours d'eau, la présence de pesticides est rarement apparente. Visibles ou non, les pesticides peuvent nuire aux organismes aquatiques qui leur sont exposés : algues, mollusques, crustacés, insectes, plantes, amphibiens, poissons.

Par exemple, les herbicides peuvent diminuer la productivité primaire, réduire la croissance ou le contenu en chlorophylle du phytoplancton, réduire la production d'oxygène dans l'eau, etc. Certains insecticides, en détruisant des insectes aquatiques, peuvent limiter la disponibilité de nourriture pour les espèces aquatiques supérieures, comme les poissons. Ils peuvent aussi modifier le comportement (natation, orientation, reproduction) ou compromettre la survie ou le développement d'espèces présentes dans le milieu aquatique dès les premiers stades de leur vie. Ils peuvent aussi nuire à la faune terrestre. Chez

Tableau 3.5 Estimation des charges de polluants provenant des populations non raccordées à un réseau d'égouts

Sous-bassins	Population non raccordée	Rejets (tonnes/an)		
		Azote	Phosphore	MES
Yamaska	7 749	22,8	3,1	24,0
Yamaska Sud-Est	4 876	14,3	2,0	15,1
Yamaska Nord	1 058	29,8	4,1	31,4
Noire	13 807	94,9	13,0	100,1
Salvail	1 411	7,1	1,0	7,5
David	2 399	7,1	1,0	7,4
Pot au Beurre	3 212	9,3	1,3	9,8
Total	34 512	185,3	25,5	195,3

4. LA PRESSION EXERCÉE PAR LE SECTEUR AGRICOLE

4.1 Généralités

L'occupation du territoire par l'agriculture implique la présence d'un ensemble d'infrastructures de production, d'aménagements et de pratiques qui interfèrent avec le milieu et exercent une pression sur les eaux souterraines, les cours d'eau et les écosystèmes aquatiques. La région délimitée par le bassin hydrographique comptait, en 1994, près de 3 811 producteurs agricoles. On y trouvait 226 320 ha en culture et 314 507 U.A. (unités animales) pour une densité cultivée de 47,2 % et une concentration animale de 1,4 U.A./ha cultivé (voir les équivalences des unités animales à l'annexe 2.1).

Dans les lignes qui suivent, l'analyse sera portée à l'échelle de chacun des sous-bassins de la rivière Yamaska afin de préciser le portrait agroenvironnemental. L'approche utilisée pour évaluer les pressions engendrées par l'agriculture vise à exposer les quantités d'azote et de phosphore non prélevées par les végétaux en culture et les quantités de pesticides utilisées en phytoprotection, ainsi qu'à classer les territoires les plus sensibles à l'érosion hydrique. Cette méthode s'adapte à différentes échelles hydrographiques. Pour les besoins des travaux en cours, l'échelle retenue est celle des sous-bassins versants. Le choix d'une intervention pointue, par exemple à l'échelle de l'exploitation agricole, ne peut cependant être fait à l'aide d'un portrait tel qu'il est présenté, une étude beaucoup plus approfondie et propre à la ferme étant alors nécessaire.

Pour chacun des sous-bassins, les statistiques agricoles des superficies en culture et des principales productions animales compilées par la Direction de l'environnement et du développement durable du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ, 1995) servent à l'analyse. Il s'agit de déclarations volontaires faites par les producteurs tous les trois ans et mises à jour annuellement. Ces données sont associées géographiquement à un point qui représente le centre de la propriété appartenant à l'entreprise. Ce sont ces données qui sont traitées pour présenter les indices de pression. Elles permettent de dresser un portrait théorique de l'utilisation des pesticides et engrais minéraux dans les cultures, d'évaluer les quantités de fumiers et lisiers générées par les activités animales et de relever les sous-bassins les plus vulnérables à l'érosion hydrique des sols.

4.2 La description des activités

Les productions végétales

Les cultures à grands interlignes comme le maïs-grain, le maïs fourrager et le soya représentent 43 % des superficies en culture dans le bassin versant (figure 4.1). Les plantes fourragères et les cultures à interlignes étroits (particulièrement les céréales) couvrent respectivement 41 % et 12 % du territoire en culture. La culture maraîchère, incluant la pomme de terre et la production fruitière, occupe quelque 4 % des superficies cultivées du bassin (6 724 ha).

Caractérisés par un faible couvert végétal et souvent par une diminution du contenu en matière organique et le compactage, les sols où se pratiquent les cultures à grands interlignes comme le maïs, la pomme de terre, le tabac et les légumes favorisent par ailleurs l'érosion hydrique et éolienne. Le travail excessif du sol, certaines opérations culturales non appropriées effectuées chaque année et un faible taux de matière

organique rendent les agrégats de sol moins résistants à l'arrachement par le vent et l'eau. Pour les superficies consacrées à la monoculture et à l'horticulture, l'érosion hydrique exerce des pressions sur la qualité des eaux de surface et peut donc contribuer à leur contamination par une augmentation des MES ainsi que par le transport de contaminants (fertilisants et certains pesticides) entraînés par ruissellement ou adsorbés sur les particules de sol érodé.

Dans leur inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles de la région Richelieu-Saint-Hyacinthe, Tabi *et al.* (1990a, b) ont fait ressortir l'envergure des problèmes de dégradation du bassin de la rivière Yamaska. D'après ces auteurs, plus de la moitié des superficies améliorées sont touchées par différents phénomènes de dégradation. Ainsi, 75 % des superficies en monoculture (maïs, céréales et pommes de terre) souffrent d'un apport excessif d'éléments fertilisants. L'érosion hydrique des particules de sol détériore 3 % des superficies en monoculture. Dans leur étude, ils soulèvent également les problèmes édaphiques suivants liés aux monocultures :

- ⇒ la détérioration de la structure (92 % des superficies en monoculture);
- ⇒ la diminution de la matière organique (65 %);
- ⇒ l'acidification (48 %);
- ⇒ le compactage (18 %);
- ⇒ des excès de minéraux (1,5 %).

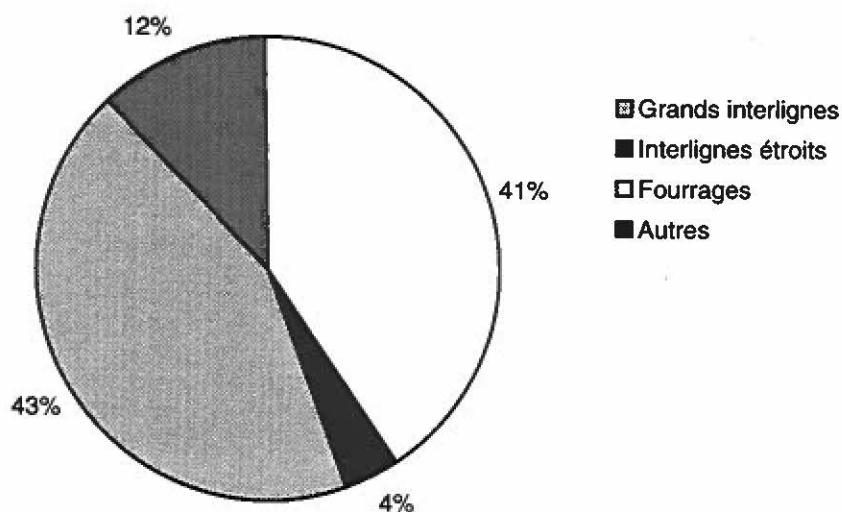


Figure 4.1 Répartition des types de cultures sur la base de leur superficie dans le bassin versant de la rivière Yamaska

Le tableau 4.1 présente les superficies des différentes cultures dans les sous-bassins, leur total, la superficie des sous-bassins ainsi que la densité de culture. Le pourcentage des terres en culture (ou densité de culture) et le nombre d'hectares de chaque culture par sous-bassin sont d'une grande importance pour évaluer les pressions induites par les activités agricoles.

Une particularité de la distribution des cultures dans le bassin versant est la concentration de l'essentiel des superficies cultivées dans les sous-bassins de la rivière Yamaska (45 %) et de la rivière Noire (30 %). Parmi les sous-bassins versants de la rivière Yamaska, le sous-bassin Yamaska est celui où l'on trouve les plus grandes superficies en culture, soit plus de 101 400 ha. Néanmoins, à l'exception des sous-bassins Yamaska Nord et Yamaska Sud-Est, la densité de culture (ha cultivé/ha total) des sous-bassins est supérieure à 40 %, ce qui est représentatif d'une activité agricole intense.

Tableau 4.1 Importance des différents types de culture dans les sept sous-bassins de la rivière Yamaska

Cultures	Yamaska	Yamaska Sud-Est	Yamaska Nord	Noire	Salvail	David	Pot au Beurre	Bassin versant
À grands interlignes	51 665	1 446	2 139	21 768	7 272	9 486	4 411	98 186
À interlignes étroits	14 238	397	352	5 827	1 597	3 939	1 245	27 595
Fourrages	29 731	7 226	6 001	38 295	1 847	5 944	3 442	92 486
Fruits	1 595	109	30	658	1	25	13	2 431
Légumes	3 248	25	6	311	343	90	141	4 164
Pomme de terre	115	7	0	9	<1	0	<1	130
Autres	842	24	15	158	0	17	272	1 327
Total des superficies cultivées	101 433	9 234	8 543	67 024	11 060	19 501	9 524	226 320
Superficie des sous-bassins versants	175 760	41 490	30 230	158 280	20 610	32 610	20 800	479 760
Densité de culture (%)	57,7	22,3	28,3	42,3	53,7	59,8	45,8	47,2

Les cultures à grands interlignes, qui se classent au premier rang dans le bassin versant, sont le plus souvent recensées dans les sous-bassins Yamaska (53 % de sa superficie, soit 51 700 ha) et Noire (22 % de sa superficie, soit 21 800 ha). Les autres sous-bassins possèdent moins de 10 000 ha de cultures à grands interlignes.

Des quelque 92 500 ha consacrés à la production fourragère, 41 % des superficies sont situées dans le sous-bassin Noire et 32 % dans le sous-bassin Yamaska. Les superficies consacrées aux cultures à interlignes étroits sont également davantage présentes dans les sous-bassins Yamaska (51 %, soit 14 200 ha) et Noire (21 %, soit 5 800 ha). Quant à la production maraîchère, elle est concentrée dans le sous-bassin Yamaska où on y observe près de 78 % de la totalité des superficies cultivées en légumes de l'ensemble du bassin. C'est dans ce même sous-bassin que se situe principalement la production fruitière

qui occupe, pour l'ensemble du bassin versant de la rivière Yamaska, environ 1 % des superficies cultivées, soit 2 431 ha.

La situation quant à l'usage des pesticides dans le bassin versant de la rivière Yamaska semble avoir évolué au cours des quinze dernières années. Les pesticides vendus sur le bassin représentaient, en 1982, 26,3 % des ventes québécoises (Reiss *et al.* 1982) alors que cette proportion était d'environ 16,4 % en 1994 (Lecomte, 1996).

Les productions animales

Les secteurs de production porcine, laitière et avicole sont prépondérants dans le bassin versant de la rivière Yamaska. Ces productions représentent respectivement 58 %, 21 % et 13 % du cheptel du bassin et correspondent à 92 % du nombre total des unités animales du bassin (figure 4.2). On dénombre plus de 314 500 unités animales (U.A.) dans le bassin versant de la rivière Yamaska, ce qui représente près de 17,5 % des U.A. du Québec.

Les productions animales impliquent l'existence de bâtiments d'élevage (où est concentré le bétail) et une gestion des déjections animales, lesquelles sont épandues sur les sols en culture. Dans la région de la Montérégie, d'après les données administratives du *Programme d'aide à l'amélioration de la gestion des fumiers* (PAAGF), on estime que la quasi-totalité des entreprises qui élèvent des suidés (porcs) possèdent un système d'entreposage du lisier conformes à la réglementation en vigueur. Dans le secteur laitier, environ le tiers des exploitations possèdent des lieux d'entreposage du fumier conforme à la réglementation. Les lieux d'entreposage inadéquats pour les fumiers et lisiers constituent des sources de contamination ponctuelle des sols et des eaux de surface et souterraines.

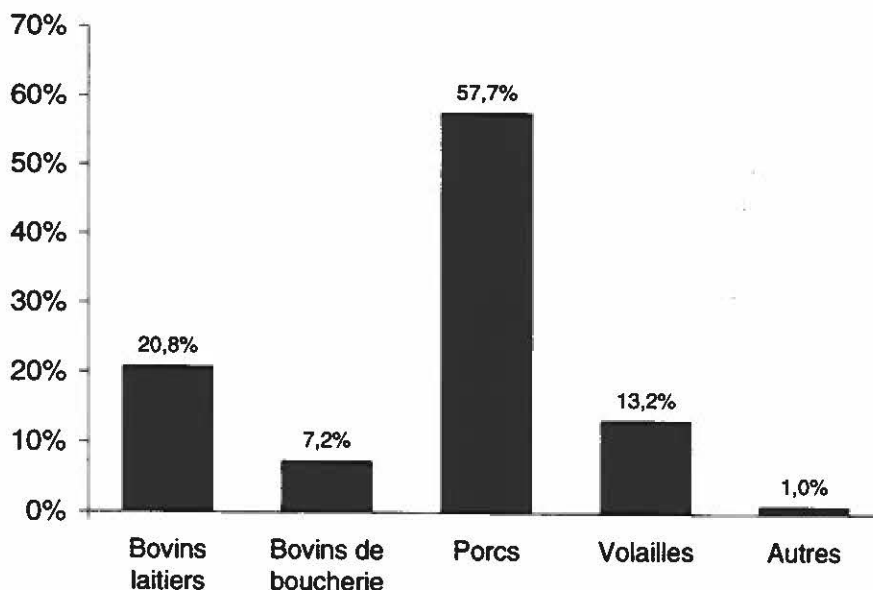


Figure 4.2 Distribution du cheptel sur la base du nombre d'unités animales dans le bassin de la rivière Yamaska

La figure 4.3 et le tableau 4.2 présentent respectivement la répartition et l'importance des productions animales dans les sept sous-bassins de la rivière Yamaska. La production animale pour l'ensemble du bassin versant de la rivière Yamaska est représentative des régions d'élevage intensif avec 1,4 U.A. par hectare cultivé. Cette densité d'élevage est du même ordre de grandeur que celle des bassins des rivières L'Assomption (1,2 U.A./ha) et Chaudière (1,3 U.A./ha); la densité moyenne québécoise est 0,8 U.A./ha.

Les activités d'élevage sont particulièrement importantes dans les sous-bassins versants Yamaska et Noire. Ces deux sous-bassins, ainsi que les sous-bassins Yamaska Nord et Salvail, ont une densité animale supérieure à la moyenne québécoise. Le sous-bassin Yamaska Nord présente une densité animale très élevée de 2,4 U.A./ha. Les concentrations animales des sous-bassins Noire et Yamaska sont respectivement de 1,7 et 1,4 U.A./ha cultivé.

Le sous-bassin Yamaska regroupe près de 46 % du cheptel dénombré dans le bassin versant. Cette concentration découle d'une importante production porcine (48 % des U.A. porcines du bassin). Le sous-bassin Noire est également caractérisé par une population porcine importante qui représente 38 % des U.A. porcines du bassin.

Les productions de bovins (laitiers et de boucherie) comptent un cheptel d'environ 88 000 U.A. L'élevage des bovins laitiers est prédominant dans les sous-bassins Yamaska et Noire qui regroupent 77 % du cheptel bovin de l'ensemble du bassin, soit plus de 50 000 U.A. réparties dans des proportions à peu près égales entre les deux bassins.

Le cheptel avicole le plus important se trouve dans les sous-bassins Yamaska et Noire. Toutefois, c'est dans les sous-bassins Yamaska Nord et Salvail que la production avicole prend ses plus grandes proportions, avec respectivement 28 % et 51 % des unités animales présentes dans ces sous-bassins.

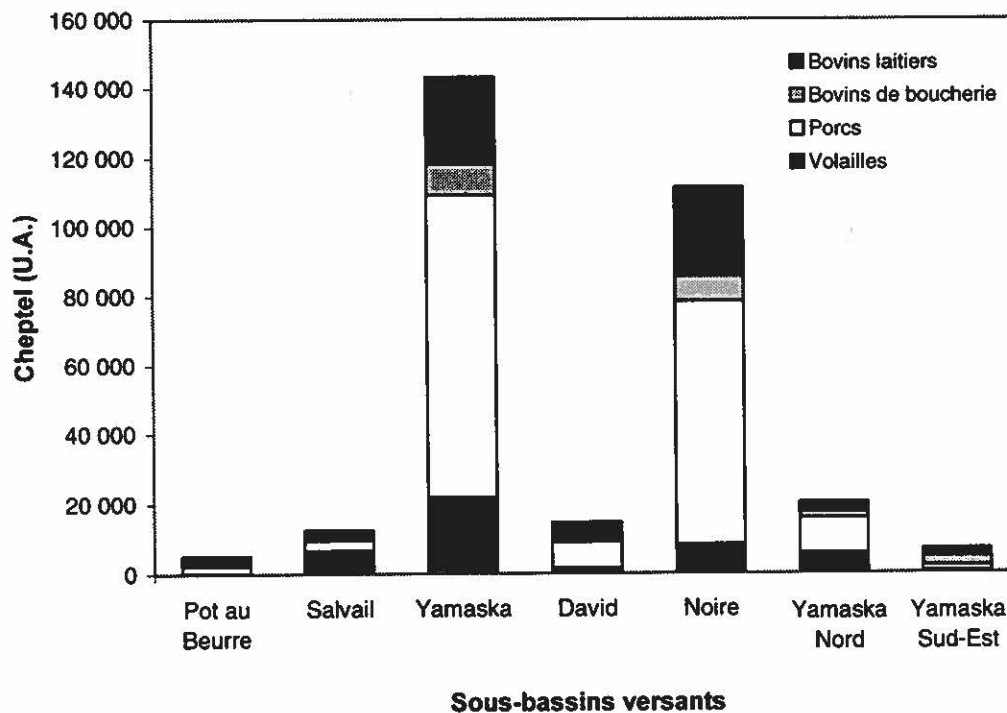


Figure 4.3 Répartition des productions animales (% de U.A.) dans les sept sous-bassins versants de la rivière Yamaska

Tableau 4.2 Importance des productions animales (U.A.) dans les sept sous-bassins de la rivière Yamaska

	Yamaska	Yamaska Sud-Est	Yamaska Nord	Noire	Rivière Salvail	Rivière David	Pot au Beurre	Bassin versant
Bovin laitier	25 047	2 362	2 746	25 813	2 460	4 467	2 497	65 392
Bovin de boucherie	9 027	2 653	1 730	7 327	524	1 104	415	22 779
Porc	87 380	1 422	9 991	70 150	2 984	7 464	2 074	181 464
Volaille	20 708	207	5 623	7 201	6 437	1 432	<1	41 609
Mouton, chèvre, lapin	323	186	30	506	15	55	111	1 226
Cheval	825	196	149	544	99	43	85	1 941
Fourrure	36	1,6	3	22	28	4	2	97
Total	143 345	7 029	20 272	111 563	12 546	14 569	5 184	314 507
Superficie cultivée	101 433	9 234	8 543	67 024	11 060	19 501	9 524	226 320
Densité animale (U.A./ha)	1,4	0,8	2,4	1,7	1,1	0,7	0,5	1,4

Les aménagements hydroagricoles

Divers aménagements hydroagricoles, tels les travaux de reprofilage ou de calibrage des fossés et ruisseaux et le drainage agricole, facilitent l'égouttement des terres agricoles et des milieux humides afin de permettre des conditions de cultures optimales. Ils peuvent, par contre, contribuer à la dégradation du territoire agricole, des cours d'eau et de leurs rives.

Ces aménagements et la suppression du couvert végétal et forestier le long des rives contribuent à augmenter la vitesse d'écoulement des eaux, avec des conséquences parfois néfastes sur la stabilité des berges des cours d'eau, et à accélérer le processus d'érosion. Dans le cours d'eau, à la suite de ces périodes de forts débits, la vitesse de l'eau ralentit, et, dans certaines sections (zones lenticques des rivières, lacs), une partie des matières en suspension sédimente. Le matériel déposé dans le lit du cours d'eau modifie sa nature et son profil physique. Ces changements ont également un impact sur les organismes du milieu en modifiant leur habitat (ex. : une frayère). La suppression de la végétation en bordure des cours d'eau est aussi responsable d'une hausse de la température de l'eau qui, à son tour, accélère la croissance algale et végétale ainsi que plusieurs réactions chimiques dans le milieu. Certains aménagements ont également pour effet d'accélérer le transport des polluants vers les cours d'eau. C'est le cas du drainage souterrain qui accélère notamment le processus de lessivage et facilite l'entraînement des polluants vers les cours d'eau.

En 1992, on évaluait que 32 % des terres agricoles du bassin, soit 98 860 ha, étaient drainées artificiellement (MAPAQ, 1995). Comme une portion fort importante de la superficie des terres agricoles a fait l'objet de travaux de drainage de surface et souterrain et que la plus grande partie du réseau hydrographique a été altérée, la pression par les aménagements hydroagricoles peut être considérée comme majeure pour le bassin versant de la rivière Yamaska. Cependant, cet aspect de la problématique environnementale est très peu documenté. Dans le but d'en arriver à une meilleure compréhension des

relations entre la végétation riveraine, la qualité de l'eau et l'intégrité biotique des rivières, une caractérisation de l'état de la bande riveraine a été réalisée pour le bassin de la rivière Yamaska (Gestafor Consultants inc., 1995). Une analyse préliminaire des résultats indique que, en moyenne, 50 % des rives du bassin ont perdu leur aspect naturel, notamment en raison de l'expansion des pratiques agricoles et de l'urbanisation. Les données feront l'objet d'un traitement par la Direction des écosystèmes aquatiques du MEF. Un indice de qualité de la bande riveraine (IQBR) sera calculé afin d'évaluer la condition écologique de l'habitat riverain et son impact sur l'intégrité du milieu aquatique.

4.3 L'indice-pesticides

La méthodologie d'évaluation

La fenêtre d'application des pesticides s'étend de mai à octobre. Les herbicides sont appliqués dès le début de mai (sur un sol nu) jusqu'au début de juillet, lorsqu'ils visent la répression des mauvaises herbes dans les cultures. Une certaine quantité peut aussi être appliquée en fin de saison de végétation pour la destruction des mauvaises herbes vivaces ou pour désherber des cultures pérennes. L'application des insecticides, des fongicides et d'autres substances est effectuée durant la saison de végétation pour contrer les infestations; ces applications varient selon la dynamique des populations de ravageurs et les conditions climatiques.

L'analyse de la pression environnementale exercée par l'utilisation des pesticides repose sur l'évaluation d'un indice-pesticides. Bélanger (1995) fait mention des doses théoriques des différents pesticides appliqués annuellement sur les cultures. La valeur de l'indice-pesticides, qui s'exprime en kilogrammes d'ingrédients actifs par hectare cultivé (kg i.a./ha), est obtenue en attribuant ces valeurs théoriques d'ingrédients actifs par hectare à chacune des cultures présentes dans les sous-bassins. Des cultures comme la pomme de terre, le tabac, les fruits et le maïs font l'objet d'un traitement intensif par les pesticides. La dose totale d'ingrédients actifs (i.a.) estimée varie entre 30 kg i.a./ha pour le tabac et 0,04 kg i.a./ha pour le foin et les pâturages; les superficies affectées aux prairies et pâturages ne sont toutefois pas comptabilisées dans le calcul de l'indice-pesticides, compte tenu de l'emploi extensif des pesticides pour ces usages. La fréquence, le moment et le mode d'application ne sont pas considérés dans l'approche proposée. Finalement, la consommation totale de ces quantités, divisée par le nombre total d'hectares en culture, révèle un indice moyen de risque associé à l'utilisation potentielle des pesticides.

La pression par sous-bassin

Les indices-pesticides obtenus indiquent un potentiel d'utilisation élevé dans le bassin versant de la rivière Yamaska (tableau 4.3). Les indices-pesticides évalués sont élevés dans le bassin versant de la rivière Yamaska, et ce, pour presque tous les sous-bassins. Celui-ci se situe, pour l'ensemble du territoire cultivé en 1994, à 1,83 kg i.a./ha, alors que pour la province il est évalué, d'après Lecomte (1996), à 1,3 kg i.a./ha cultivé (en excluant les pâturages). Seuls les sous-bassins Yamaska Sud-Est (presque exclusivement consacré aux pâturages et à la production fourragère) et Yamaska Nord présentent des indices-pesticides inférieurs à la moyenne d'utilisation provinciale. Les résultats sont plus préoccupants dans les autres sous-bassins. Une grande part des pesticides (75 %) semblent être utilisés dans les grandes cultures, maïs, dans certains sous-bassins, l'utilisation de tels produits est aussi associée, entre autres, à la culture fruitière.

Plusieurs facteurs déterminent la présence de pesticides dans les eaux de surface et souterraines, dont les caractéristiques de ces derniers, les processus de transport (le lessivage, l'érosion ou le ruissellement) et de transformation, le type de sol et le climat. L'indice-pesticides ne prend pas en considération ces facteurs et leurs interactions et ne permet donc pas une juste appréciation du risque réel pour l'environnement attribuable aux pesticides. Ainsi, même en présence d'indices-pesticides peu élevés dans certains sous-bassins, la possibilité de contamination locale existe.

Tableau 4.3 Pression par les pesticides pour chaque sous-bassin de la rivière Yamaska selon le bilan des ingrédients actifs appliqués sur les cultures

Indice	Yamaska	Yamaska Sud-Est	Yamaska Nord	Noire	Salvail	David	Pot au Beurre	Bassin versant
Ingrédients actifs (kg)	220 351	7 601	7 414	87 520	24 620	31 623	15 305	394 433
Indice- pesticides (kg/ha)	2,23	1,00	1,01	1,40	2,24	1,63	1,61	1,83

4.4 L'indice-azote et l'indice-phosphore

La méthodologie d'évaluation

L'analyse de la pression environnementale exercée par l'utilisation des engrais minéraux et des engrais de ferme fait appel à l'évaluation d'un indice-azote et d'un indice-phosphore. Les données agroenvironnementales de base qui ont servi au calcul de ces indices sont présentées à l'annexe 2.

Le calcul des indices repose sur l'évaluation des entrées de fertilisants et des sorties d'éléments nutritifs prélevés par les végétaux en culture. La résultante de ce bilan, l'indice-azote et l'indice-phosphore, représente *l'azote ou le phosphore non prélevés par les récoltes par hectare cultivé*. Ces éléments dits «non prélevés» sont susceptibles d'être stockés dans le sol, transformés ou transportés vers les eaux de surface et souterraines; ils représentent donc un risque pour le milieu et sont ainsi considérés comme indicateurs de pression environnementale. Il va de soi qu'un ensemble de phénomènes de transformation interviennent entre ces éléments non prélevés et le milieu et peuvent en atténuer les effets. Ainsi, l'indice-azote ne considère pas la dynamique du cycle de l'azote dans le sol. En effet, dans le sol on assiste à des phénomènes d'immobilisation de l'azote, de libération de l'azote du sol (minéralisation), de fixation de l'azote atmosphérique par les légumineuses, de contribution azotée des précipitations, etc. Le lecteur doit donc considérer les présents résultats sachant qu'il s'agit d'indices relatifs et non pas de valeurs absolues de pertes dans le cours d'eau ou dans l'eau souterraine.

Le type d'analyse proposé diffère donc considérablement des diagnostics agronomiques et des bilans ou modèles d'évaluation environnementale. Les diagnostics agronomiques établissent les besoins en fertilisants; ils expriment davantage les règles de l'art agronomique qui se veulent respectueuses de l'environnement. Un tel bilan est présenté plus loin. Les bilans ou modèles d'évaluation environnementale évaluent, quant à eux, la charge de contaminants susceptibles d'atteindre le cours d'eau ou encore les eaux souterraines, compte tenu des divers processus d'atténuation naturelle.

L'indice-azote et l'indice-phosphore calculés dans chacun des sous-bassins font abstraction des différents facteurs d'efficacité agronomique attribués aux engrais de ferme. L'évaluation de l'utilisation d'engrais minéraux fait appel aux superficies cultivées (MAPAQ, 1995), aux montants d'argent investis dans l'achat d'engrais minéraux par les producteurs agricoles et sur des recommandations typiques de fertilisation minérale par culture. Celles-ci sont basées sur les recommandations de l'Association des fabricants d'engrais du Québec (AFEQ, 1994) — lesquelles sont le plus couramment utilisées chez les producteurs — et tiennent compte du niveau de fertilité moyen des sols (tiré de Tabi *et al.*, 1990a). À partir du cheptel recensé pour chaque production animale, la valeur en azote et phosphore des engrais de ferme est évaluée à partir des données tirées de la littérature pour des déjections fraîches (valeurs dites «sous la queue des animaux»). Les prélèvements d'azote et de phosphore effectués par les récoltes sont ensuite soustraits des quantités totales de fertilisants évaluées (engrais minéraux et engrais de ferme). Enfin, les prélèvements moyens obtenus de la littérature ont été multipliés par les rendements moyens de la région de Yamaska (données disponibles : moyennes des 15 dernières années fournies par la Régie des assurances agricoles du Québec) selon les bases d'humidité propres à chaque culture. Pour les élevages auxquels cela s'applique (bovins laitiers et de boucherie, moutons...), un facteur de claustration a été considéré; conséquemment, les pâturages ne sont pas considérés dans les superficies recevant des engrais de ferme ou minéraux ni quant à leur prélèvement.

La pression par sous-bassin

Compte tenu des activités agricoles précédemment décrites, les fertilisants sont produits et utilisés en abondance dans le bassin versant de la rivière Yamaska. Le tableau 4.4 présente le bilan des pressions agroenvironnementales par les nutriments. Les indices obtenus sont illustrés à la figure 4.4.

Dans le bassin de la rivière Yamaska, les fumiers et lisiers produits représentent, selon les hypothèses retenues, un équivalent annuel d'azote et de phosphore de plus de 23 000 tonnes et 6 700 tonnes respectivement. Aux fertilisants d'origine animale épandus s'ajoutent pour plus de 24,4 millions de dollars de fertilisants minéraux (MAPAQ, 1995), soit environ 13 200 tonnes d'azote et 3 800 tonnes de phosphore. Parmi les sous-bassins, celui de la rivière Yamaska présente la production annuelle d'engrais de ferme la plus élevée, avec 10 571 tonnes d'azote et 3 165 tonnes de phosphore.

Globalement, les pressions engendrées par l'utilisation des fertilisants sont très importantes dans quatre sous-bassins versants de la rivière Yamaska. Les indices-azote et indices-phosphore les plus élevés sont observés dans les sous-bassins versants des rivières Yamaska Nord, Noire, Yamaska et Salvail; dans ces sous-bassins, les indices-azote sont supérieurs à 60 kg N/ha et les indices-phosphore supérieurs à 20 kg P/ha. Le fait que les sous-bassins Yamaska Nord, Noire, Yamaska couvrent à eux seuls plus de 75 % du territoire du bassin versant illustre l'ampleur des quantités d'azote et de phosphore non prélevées par les cultures et, en conséquence, les risques auxquels sont exposées les eaux de surface et souterraines. Des divers sous-bassins, c'est celui de la rivière Yamaska Sud-Est qui subit la pression agroenvironnementale la moins forte, avec respectivement 8,8 kg N/ha et 3,3 kg P/ha. La faible utilisation d'engrais minéraux, combinée à une faible densité animale, explique le résultat obtenu dans ce sous-bassin.

À l'échelle du sous-bassin comme du bassin, il n'est pas possible d'établir de relation entre une pression donnée (azote ou phosphore) et une source précise d'engrais (ex. : engrais de ferme issus de la production porcine), puisque, dans la très grande majorité des cas, la pression est la résultante d'une combinaison d'engrais de ferme et d'engrais minéraux.

Dans les faits, les superficies fertilisées avec du fumier et du lisier déclarées par les producteurs agricoles sont évaluées, pour l'ensemble du bassin, à 33 % des superficies cultivées (MAPAQ, 1995). Du point de vue environnemental, il est bien évident que des parcelles en culture davantage sollicitées pour l'épandage des déjections animales représentent un risque accru pour l'environnement, comme le montre le tableau 4.5. Globalement, les résultats recalculés avec ces données démontrent alors un patron de pressions complètement différent de celui établi précédemment. Selon cette hypothèse, dans presque tous les sous-bassins, la pression locale en azote et en phosphore non prélevés provenant des fumiers est extrêmement forte sur l'environnement.

Tableau 4.4 Bilan des pressions agroenvironnementales par les nutriments pour les sept sous-bassins versants

	Yamaska	Yamaska Sud-Est	Yamaska Nord	Noire	Rivière Salvail	Rivière David	Pot au Beurre	Bassin versant
Apports								
<i>Déjections animales</i>								
Azote (kg)	10 571 108	539 349	1 405 081	8 247 999	820 741	1 098 955	390 737	23 073 969
Phosphore (kg)	3 164 810	140 956	422 019	2 408 004	240 954	310 231	101 579	6 788 553
<i>Engrais minéraux</i>								
Azote (kg)	7 062 493	182 889	166 018	3 087 060	947 333	1 220 538	639 414	13 305 745
Phosphore (kg)	1 869 140	74 018	55 847	995 515	226 154	321 530	182 212	3 724 416
Prélèvements de la partie récoltée des cultures								
Azote (kg)	8 664 641	655 991	650 636	5 476 885	990 483	1 765 605	808 715	19 012 956
Phosphore (kg)	2 039 165	190 134	185 851	1 489 382	222 182	418 947	195 975	4 741 636
Pression sur l'ensemble des superficies cultivées (excluant les pâturages)								
Azote (kg)	8 968 960	66 247	920 463	5 858 174	777 591	553 888	221 436	17 366 759
Phosphore (kg)	2 994 785	24 840	292 015	1 914 137	244 926	212 814	87 816	5 771 333
Indice-azote (kg/ha)	90,9	8,8	125,6	93,7	70,7	28,6	23,3	80,4
Indice-phosphore (kg/ha)	30,4	3,3	39,8	30,6	22,3	11,0	9,2	26,8

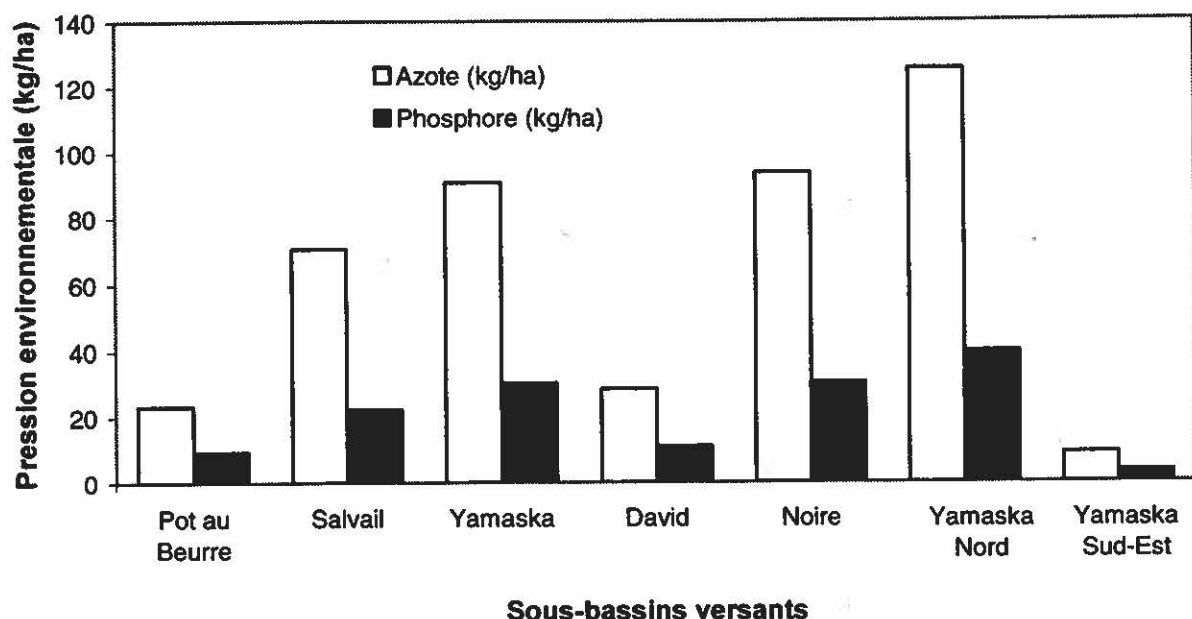


Figure 4.4 Pression par les nutriments pour chaque sous-bassin d'après les indices-azote et indices-phosphore obtenus à l'aide du bilan environnemental de l'utilisation des fertilisants

Tableau 4.5 Pressions exercées par l'épandage des fumiers sur les superficies cultivées

	Yamaska	Yamaska Sud-Est	Yamaska Nord	Noire	Salvail	David	Pot au Beurre	Bassin versant
Superficie recevant des engrais de ferme (ha)	28 286	3 824	5 648	30 801	2 168	3 571	1 395	75 692
Superficie en culture (ha)	101 433	9 234	8 544	67 024	11 060	19 501	9 524	226 320
Proportion des superficies recevant des engrais de ferme (%)	27,9	41,4	66,1	46,0	19,6	18,3	14,6	33,4
Indice-azote (kg/ha)	317,1	17,3	163,0	190,2	358,7	155,1	158,7	227,8
Indice-phosphore (kg/ha)	105,9	6,5	51,7	62,1	113,0	59,6	63,0	76,7

Le bilan agronomique

Dans une perspective environnementale idéale, la valorisation des engrais de ferme sur toutes les superficies en culture, sans l'apport d'aucun engrais minéral, pourrait permettre d'abaisser de manière notable les excédents d'azote et de phosphore dans le bassin versant de la rivière Yamaska. En réalité, la gestion des fertilisants est confrontée à des contraintes agronomiques et économiques qui empêchent d'épandre les engrais de ferme sur l'ensemble du territoire cultivé. Dans le contexte du présent diagnostic environnemental, l'établissement d'un bilan agronomique permet d'évaluer le potentiel et les limites de bonnes pratiques de gestion qui pourraient être mises en place — donc non représentatives des pratiques actuelles — pour atténuer les pressions qu'exercent les fertilisants sur l'environnement.

Le bilan agronomique suivant, produit par la Direction de l'environnement et du développement durable du MAPAQ, repose sur les mêmes hypothèses de production d'engrais et de besoins des cultures que celles utilisées pour le bilan environnemental. L'estimation de la valeur fertilisante des engrais de ferme produits intègre toutefois des pertes d'éléments nutritifs liées à l'entreposage, au mode et à la période d'épandage. Les pertes lors de l'épandage considérées sont celles d'un scénario de valorisation optimal comportant un épandage durant la saison de croissance des cultures et une incorporation rapide des engrais de ferme aux sols. Les besoins en azote et en phosphore des cultures sont évalués selon l'hypothèse des recommandations de fertilisation du Conseil des productions végétales du Québec inc. (CPVQ, 1996). Le taux d'application des engrais minéraux considéré est toutefois basé sur les hypothèses de fertilisation de l'AFEQ (1994), à l'instar des indices de pression environnementale.

Les figures 4.5 et 4.6 présentent pour chaque sous-bassin les besoins agronomiques évalués selon les hypothèses mentionnées et la valeur des fertilisants (engrais de ferme et minéral) disponibles ou requis. La figure 4.7 donne le bilan agronomique annuel net obtenu qui représente la différence entre la valeur des fertilisants et les besoins des plantes.

Pour l'azote, le bilan agronomique montre que la portion des engrais de ferme considérée comme efficace dans le modèle utilisé est largement inférieure aux besoins des cultures. Le déficit en azote varie environ de 30 kg/ha pour le sous-bassin Yamaska Nord à plus de 80 kg/ha pour les sous-bassins Pot au Beurre et David. Dans les sous-bassins Yamaska et Noire, un déficit d'azote de l'ordre de 60 kg/ha est obtenu, alors que l'excédent environnemental s'élève à près de 100 kg/ha. Le bilan agronomique de l'azote offre donc une image opposée à celle représentée par l'indice environnemental, ce qui démontre la faible efficacité accordée à la chaîne de gestion des fumiers pour cet élément nutritif dont la majeure partie se perd dans l'environnement. Bien qu'il soit possible que le bilan agronomique surestime les pertes d'azote, l'écart avec le bilan environnemental indique clairement que des efforts accrus devraient être faits afin d'améliorer la gestion des engrais organiques.

Le bilan agronomique établi pour le phosphore (figure 4.6) indique pour cet élément fertilisant une situation préoccupante pour tous les sous-bassins de la rivière Yamaska. En effet, le phosphore disponible est en excès dans la totalité des sous-bassins dans des quantités variant d'un peu plus de 10 kg/ha dans le sous-bassin Yamaska Sud-Est à au-delà de 60 kg/ha dans le sous-bassin Yamaska Nord. Dans les sous-bassins Noire et Yamaska Nord, on peut attribuer les excédents de phosphore principalement à la quantité de fumier et de lisier générée par le cheptel. Toutefois, exception faite du sous-bassin Yamaska Nord où le phosphore des engrais de ferme est largement prépondérant, le phosphore des engrais minéraux joue un rôle déterminant dans les excédents en phosphore de l'ensemble des sous-bassins. Ces excédents annuels conduisent à un enrichissement constant des sols en phosphore (figure 4.8), qui représente un risque pour l'environnement et pourra limiter éventuellement l'utilisation des fumiers et lisiers sur les champs saturés.

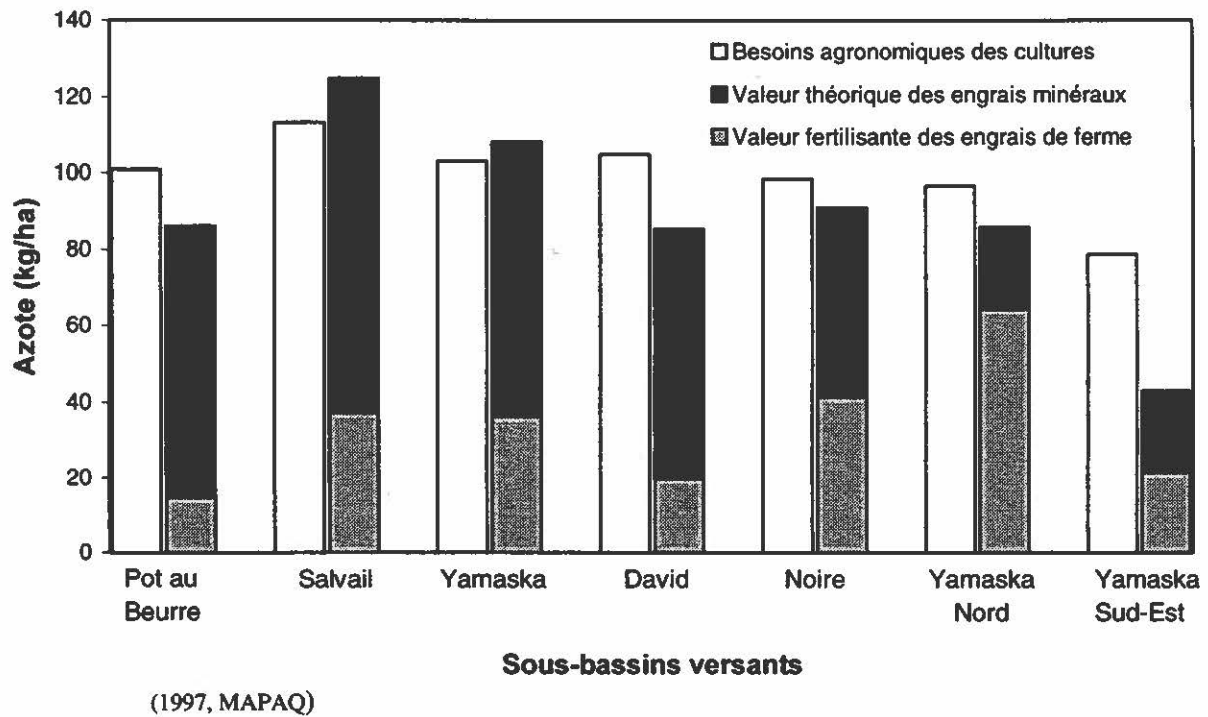


Figure 4.5 Besoins agronomiques et valeur des fertilisants entrant dans le bilan agronomique annuel de l'azote pour chaque sous-bassin de la rivière Yamaska

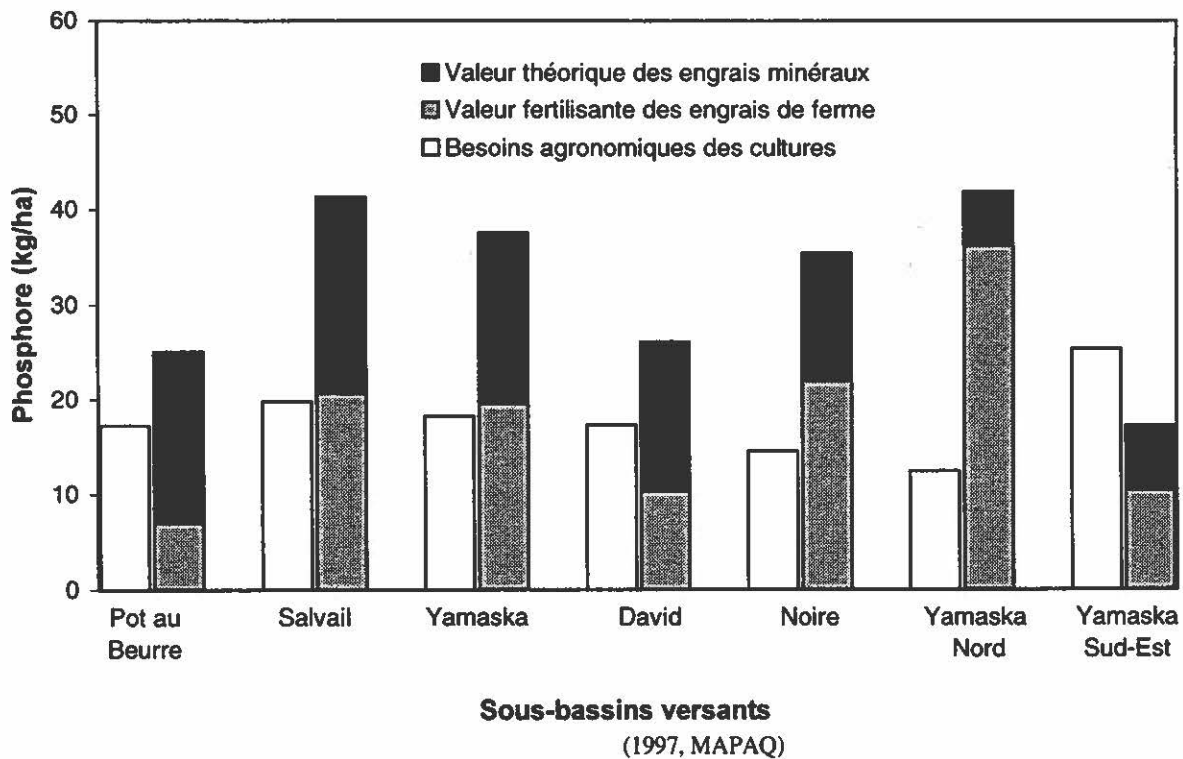
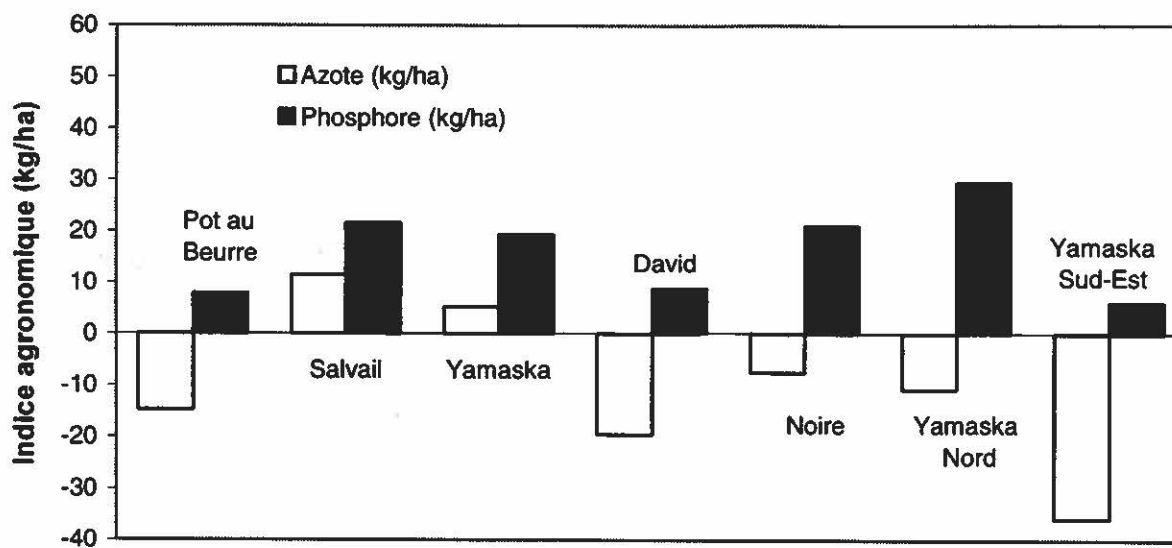
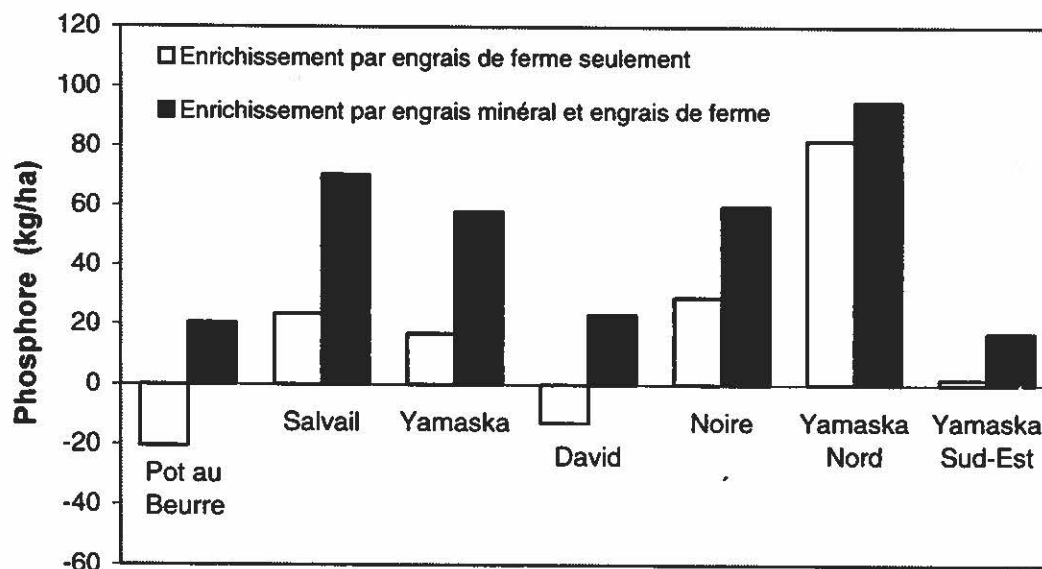


Figure 4.6 Besoins agronomiques et valeur des fertilisants entrant dans le bilan agronomique annuel du phosphore pour chaque sous-bassin de la rivière Yamaska



Sous-bassins versants

Figure 4.7 Bilan agronomique annuel net de l'azote et du phosphore pour chaque sous-bassin de la rivière Yamaska

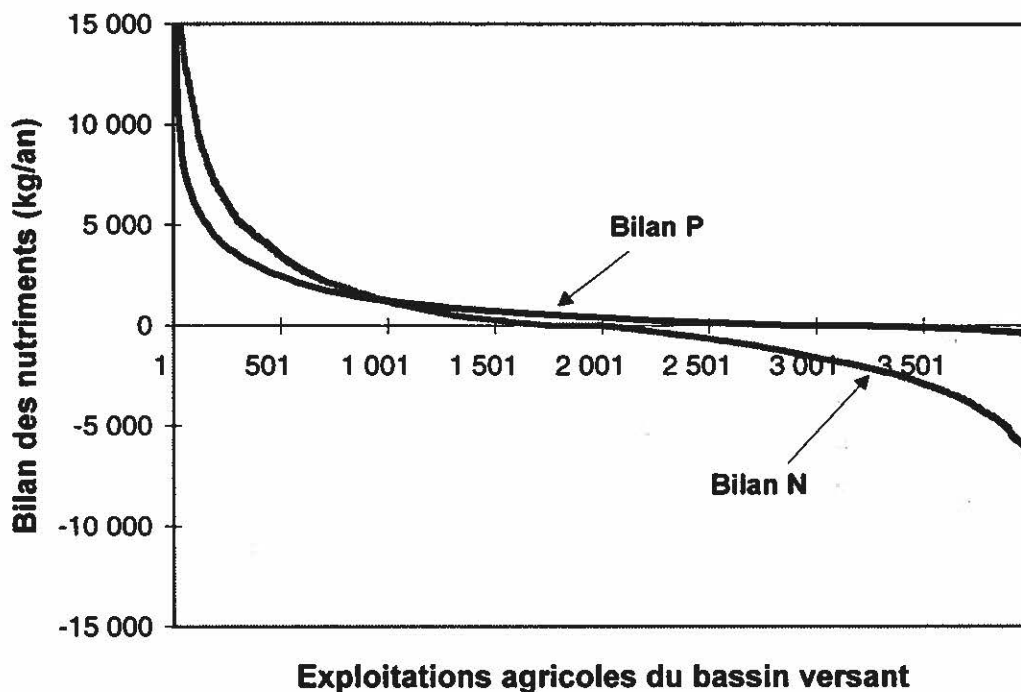


Sous-bassins versants

(1997, MAPAQ)

Figure 4.8 Enrichissement moyen annuel en phosphore des sols pour chaque sous-bassin de la rivière Yamaska

Pour tous les sous-bassins, malgré l'hypothèse de l'utilisation des meilleures pratiques agricoles, la part des engrais considérée comme efficace dépasse donc les besoins des plantes en phosphore. Cette situation est attribuable, selon les sous-bassins, tantôt aux engrais de ferme, tantôt aux engrais minéraux, ou encore à une combinaison des deux. Le bilan agronomique de gestion de l'azote et du phosphore établi pour chaque exploitation du bassin et mis en ordre selon leur importance (figure 4.9) met par ailleurs clairement en évidence la surcharge de phosphore dans le bassin versant de la rivière Yamaska. En effet, pour ce nutriment, la quantité excédentaire (la portion gauche de l'aire sous la courbe) est beaucoup plus grande que le déficit (la portion droite de l'aire sous la courbe). Ainsi, alors que la solution aux excédents agronomiques locaux d'azote pourrait résider jusqu'à un certain point dans sa redistribution dans le bassin (gestion régionale des engrais de ferme), des solutions visant la réduction des excédents doivent être particulièrement envisagées pour le phosphore. Celles-ci comprennent, par exemple, la réduction de la consommation d'engrais minéral phosphaté, une meilleure efficacité alimentaire des animaux pour diminuer les rejets à la source et éventuellement l'exportation des excédents hors du bassin.



(1997, MAPAQ)

Figure 4.9 Bilan annuel de gestion de l'azote et du phosphore pour l'ensemble des exploitations agricoles du bassin versant de la rivière Yamaska

4.5 L'érosion hydrique

L'érosion hydrique des sols agricoles est un phénomène qui contribue à en diminuer la productivité et à polluer les cours d'eau par le transport de particules, souvent arrachées à la portion la plus fertile du profil du sol. Bien que l'érosion hydrique se produise de façon naturelle, la mise en culture ainsi que les pratiques culturales, qui impliquent notamment le travail du sol, peuvent en accélérer le processus.

Les principales formes d'érosion hydrique en milieu agricole sont :

- ⇒ l'érosion en nappe, qui consiste au déplacement des particules de sol au champ par l'action combinée du martelage par les gouttes de pluie et du transport par le ruissellement;
- ⇒ l'érosion en rigole, causée par la formation de chemins préférentiels lors de l'écoulement de l'eau vers une voie d'égouttement de surface comme un fossé ou un cours d'eau;
- ⇒ l'érosion des rives, due à l'écoulement de l'eau dans le cours d'eau et à l'instabilité des talus souvent liée à des activités humaines.

Plusieurs paramètres physiques influent sur le potentiel du sol à être érodé par l'eau. Les principaux sont : la texture du sol, sa teneur en matière organique et sa structure, l'inclinaison et la longueur de la pente cultivée et la couverture végétale.

Parmi les classes de texture les plus sensibles à ce type de dégradation, on retrouve les sols limoneux et les sols constitués par une partie appréciable de sables très fins (Wischmeier *et al.*, 1971). Les limons et les sables très fins sont constitués de particules peu cohésives. Contrairement aux fines particules d'argile, ils ont peu tendance à s'agglomérer, ce qui les rend facilement délogeables sous l'impact des gouttelettes de pluie. De plus, ils sont aisément transportables en raison de leur faible poids, comparativement aux sables plus grossiers.

La méthodologie d'évaluation

Un indice de vulnérabilité à l'érosion hydrique – ou indice-érosion – adapté de l'équation universelle des pertes de sol (ÉUPS) de Wischmeier et Smith (1965) a été utilisé à l'échelle des sous-bassins dans le but de caractériser le déplacement potentiel du sol causé par l'érosion en nappe.

Amplement utilisée aux États-Unis et au Canada, l'ÉUPS permet de quantifier un taux d'érosion hydrique en parcelles. L'ÉUPS tient compte de plusieurs paramètres qui comprennent : le pouvoir érosif régionalisé de la pluie, de la fonte des neiges et du ruissellement; le potentiel d'érosion du sol (associée à la texture et à la structure du sol); la longueur et le gradient de la pente cultivée; la couverture végétale. L'ÉUPS tient compte également d'un facteur relatif aux méthodes de conservation des sols. L'indice-érosion obtenu par l'ÉUPS est ensuite comparé au niveau de perte de sol de 4 t/ha considéré comme acceptable d'un point de vue de la conservation des sols (Agriculture Canada, 1995); le choix de cette valeur conservatrice est, par ailleurs, justifiée par l'échelle d'analyse utilisée.

À l'échelle de notre étude, l'ÉUPS permet une caractérisation qualitative des sous-bassins selon le risque d'érosion (Shelton *et al.*, 1990); elle constitue donc un indicateur du potentiel de perte de sol d'un sous-bassin par rapport aux autres, laquelle perte peut être associée aux apports en matières en suspension à

l'eau de surface. Cette information à l'échelle des sous-bassins est ensuite complétée par l'évaluation du taux annuel d'érosion pour quelques scénarios types d'utilisation des terres agricoles dans le bassin versant de la rivière Yamaska.

L'occupation du territoire par les cultures indiquée au fichier d'enregistrement des producteurs agricoles du MAPAQ n'est actuellement pas localisée de manière à en permettre le couplage avec le relief du territoire et les principales textures de sol du bassin pour lesquelles existent des données géoréférencées. Pour chacun des sous-bassins versants, une parcelle typique est donc établie en fonction d'une texture moyenne des sols ainsi que d'un facteur global de couverture établi selon la proportion des superficies de chacune des cultures. En ce qui regarde le profil physique du bassin, le relief de la majeure partie du bassin versant est peu accidenté, avec une pente située à l'intérieur d'un intervalle de 0 à 3 %. Ce relief s'accroît à mesure que l'on descend vers le sud; dans la partie méridionale du bassin versant, les pentes peuvent atteindre jusqu'à 9 %.

Le bassin versant de la rivière Yamaska touche six comtés pédologiques, soit ceux de Bagot (Laplanche, 1959), Drummond (Choinière, 1960), Shefford, Brome et Missisquoi (Cann *et al.*, 1948), Stanstead, Richmond, Sherbrooke et Compton (Cann et Lajoie, 1950), Saint-Hyacinthe (Lamontagne, 1991) ainsi que Yamaska (Laplanche et Choinière, 1954). Les séries dominantes rencontrées dans le bassin sont le sable Saint-Judes, le *loam* sableux Blandford, le *loam* Sainte-Rosalie, le *loam* sableux Racine et le *loam* graveleux Shefford.

Comme l'indique la figure 4.10 produite par l'équipe pédologique d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, les classes texturales prépondérantes qui caractérisent l'horizon de surface des sols du bassin sont le *loam* sableux, le *loam*, le *loam* graveleux, le sable et les *loams* sableux graveleux. Une large bande d'argile est localisée le long du tronçon principal de la rivière Yamaska. Les *loams* présentent un fort potentiel d'érosion, notamment aux endroits où le relief du bassin est ondulé et lorsque d'intenses activités agricoles ont contribué à détériorer la structure du sol et à abaisser de manière importante le taux de matière organique. Les cultures annuelles qui offrent une faible couverture végétale sont également susceptibles d'offrir des conditions favorables à l'érosion hydrique des terres agricoles.

La pression par sous-bassin

Comme l'indique le résultat des calculs de taux d'érosion hydrique, illustré à la figure 4.11, des sept sous-bassins, ceux des rivières Yamaska et Yamaska Nord présentent les plus forts risques d'érosion hydrique, soit 6,3 et 4,7 t/ha annuellement. L'indice-érosion dans les autres sous-bassins ne dépasse pas le taux de 4 t/ha utilisé comme point de référence.

Dans le cas du sous-bassin Yamaska, le risque d'érosion hydrique plus élevé est associé à l'importante proportion des terres dont la texture de surface est constituée de *loams* et par l'étendue des superficies en culture. Dans ce sous-bassin, le pourcentage des terres agricoles consacré aux grandes cultures, soit plus de 50 %, constitue également un facteur de risque additionnel. L'indice de vulnérabilité à l'érosion hydrique des autres sous-bassins est moins important que celui du sous-bassin Yamaska, compte tenu des textures de sol répertoriées et des cultures pratiquées.

Il faut souligner que dans chacun des sous-bassins hydrographiques l'utilisation de l'indice de vulnérabilité à l'érosion est limitée à l'étude des superficies cultivées. Les conséquences souvent sérieuses attribuables à l'aménagement et à l'entretien des cours d'eau en milieu agricole (berges dégradées, reprofilage du cours d'eau, etc.) ou au piétinement des rives par le bétail ne peuvent être évaluées par cette méthode.

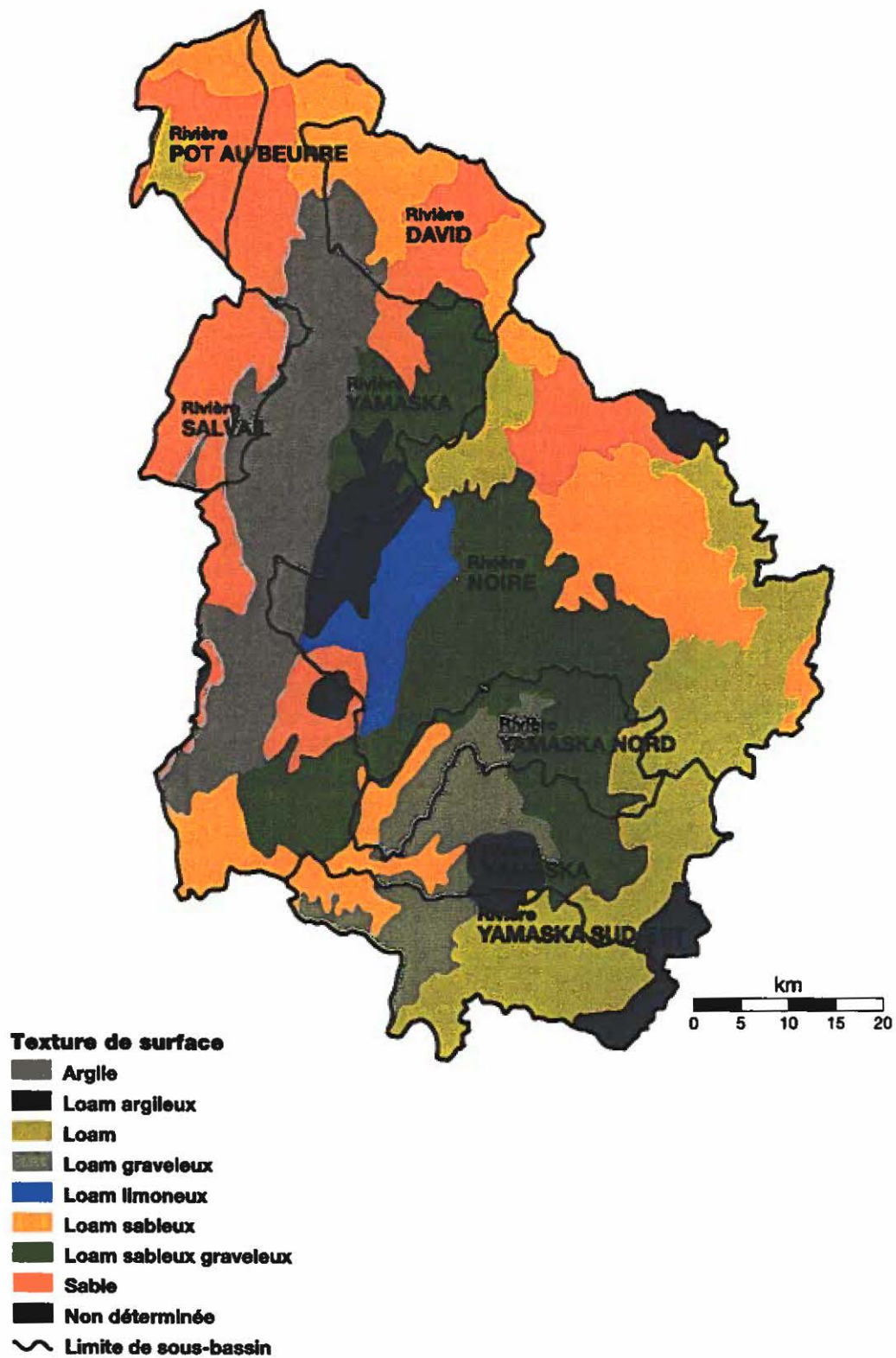


Figure 4.10 Textures de surface du bassin versant de la rivière Yamaska utilisées pour le calcul de l'indice-érosion

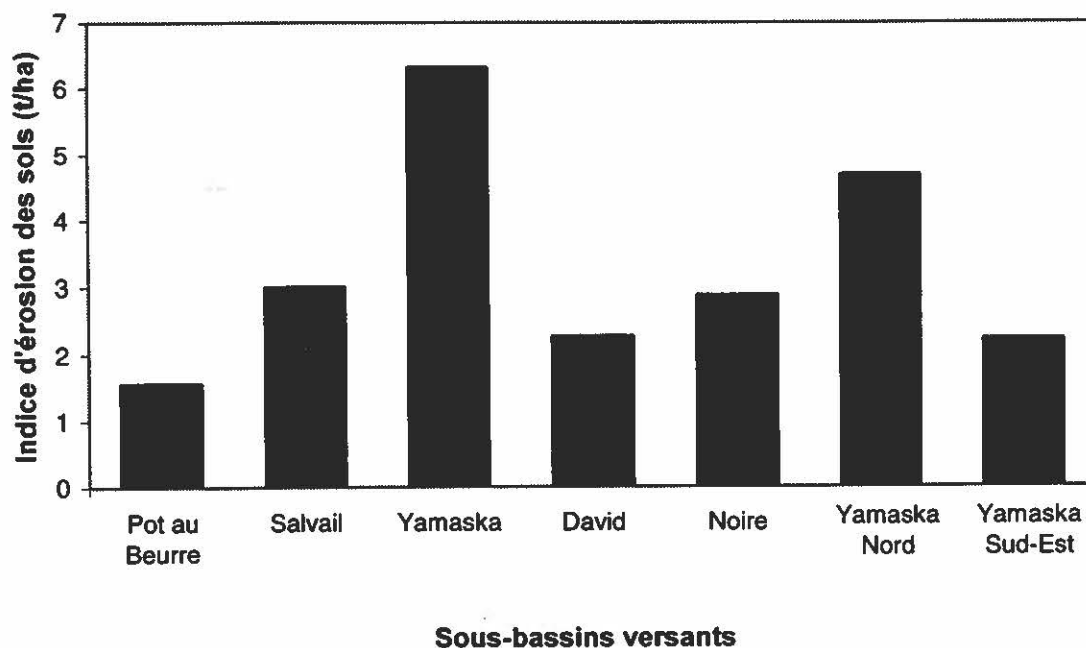


Figure 4.11 Indice de vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique (indice-érosion) pour chaque sous-bassin de la rivière Yamaska

La pression selon des scénarios types

Malgré que l'indice-érosion soit faible sur plusieurs sous-bassins, le risque d'érosion en nappe demeure présent, l'échelle de l'étude ne permettant pas d'évaluer localement l'effet des cultures. Pour pallier cette faiblesse de la méthode, l'élaboration de scénarios permet d'illustrer le potentiel de dégradation du sol à l'échelle d'une parcelle située à proximité du cours d'eau. Le tableau 4.6 présente trois scénarios de cultures dans le bassin de la rivière Yamaska pour un sol constitué d'un *loam* sableux de Bedford. Les taux sont calculés pour une parcelle présentant une pente de 9 % et une longueur de 11 mètres, assimilable aux conditions d'un champ cultivé dans une dépression causée, par exemple, par la présence d'un cours d'eau.

Le premier des trois scénarios montre une régie de culture de 5 ans maïs-grains en monoculture. Les pertes de sol pour ce cas s'élèvent annuellement de 10 t/ha de sol érodé. Le second scénario présente une rotation de 2 ans de maïs, 2 ans de soya et 1 an de céréales dont les pailles sont ramassées. En intercalant soya et céréales dans la régie, le risque associé aux pertes de sol devient moins important qu'au scénario précédent, avec des taux annuels d'environ 6 t/ha. La même parcelle, cette fois consacrée exclusivement à la culture fourragère, entraînerait des pertes de sol inférieures à 2 t/ha annuellement, donc acceptable par rapport à la valeur de référence de 4 t/ha.

À une échelle d'analyse plus restreinte, soit celle de la parcelle, les pertes de sol agricoles peuvent ainsi prendre des proportions plus grandes qu'à l'échelle du sous-bassin; des problèmes d'érosion locale des sols seraient donc aussi à envisager même dans les sous-bassins jugés moins à risque. Les problèmes d'érosion en nappe qui peuvent sévir doivent être maîtrisés, ce qui peut s'effectuer par une modification des pratiques culturales. Les mesures de contrôle peuvent prendre la forme de modifications aux pratiques de travail du sol (utilisation de la charrue de type chisel, semis direct, etc.) afin d'augmenter la quantité de résidus laissés à la surface et améliorer la couverture du sol par la végétation. L'instauration de pratiques de conservation et la mise en place d'aménagements de conservation offrent également un excellent potentiel pour diminuer l'érosion. Ces pratiques comprennent, par exemple, les cultures en bandes alternées et les cultures intercalaires. D'après le MAPAQ (1995), moins de 13 % des terres cultivées du bassin versant de la rivière Yamaska font l'objet de pratiques de conservation.

Tableau 4.6 Taux d'érosion calculés pour trois régies de cultures courantes pour une parcelle de terre limoneuse dans le bassin de la rivière Yamaska avec pratiques culturales traditionnelles*

Type de culture	Régie de culture	Taux d'érosion annuel (t/ha)
Grands interlignes	Maïs fourrager (sur 5 ans)	10,1
Grands et petits interlignes	Rotation maïs (2 ans), soya (2 ans) et céréales (1 an)	5,7
Prairie	Luzernière (sur 5 ans)	1,2

* Labour avec charrue à versoirs à l'automne, 2 passages de cultivateur et semis au printemps

5. LA QUALITÉ DE L'EAU DANS LE BASSIN VERSANT

5.1 Les eaux de surface

Les usages qui peuvent être faits d'un cours d'eau dépendent notamment de la qualité de ses eaux et de l'état de ses rives et de son lit. La présente section donne un aperçu des usages actuels liés aux eaux de surface et souterraines, de ceux qu'on pourrait bonifier ainsi que de l'état de la qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Yamaska.

5.1.1 Les usages

Les données compilées par la Direction des écosystèmes aquatiques du MEF concernant les usages liés à l'eau apparaissent au tableau 5.1. L'information provient de sources diverses : visites de terrain, entrevues, municipalités, répertoires touristiques, documents produits par les fédérations sportives et de plein air. Bien que non exhaustive, cette liste représente l'état des connaissances actuelles. À ce jour, les inventaires d'usages ont été généralement liés aux secteurs influencés par les ouvrages municipaux et industriels d'assainissement des eaux usées. Les petits cours d'eau à vocation très agricole (les rivières Pot au Beurre, Salvail et David) n'ont pas fait l'objet de tels inventaires.

Dans l'ensemble, dans le bassin versant de la rivière Yamaska, partout où la qualité de l'eau et la configuration des lieux le permettent, on trouve de nombreux usages reliés au milieu aquatique. La concentration de population fait en sorte que tout usage rendu possible grâce à une amélioration des conditions de la qualité de l'eau sera rapidement mis à profit.

Sur l'ensemble du bassin de la rivière Yamaska, on compte six prises majeures d'eau brute destinée à l'approvisionnement en eau potable d'agglomérations dont Saint-Hyacinthe, Farnham, Granby et Cowansville. Plus de 134 000 personnes dépendent ainsi de la qualité des cours d'eau pour leur approvisionnement. De plus, certains tronçons servent pour l'abreuvement du bétail et l'irrigation.

Les principales activités récréatives liées aux cours d'eau se font surtout sur les plans d'eau les plus importants comme les lacs Waterloo, Brome, Roxton et Davignon et le réservoir Choinière. Toutefois, la navigation de plaisance et le canotage se pratiquent aussi sur la rivière Noire, en aval de Roxton Falls, sur la rivière Yamaska, entre Farnham et Saint-Hyacinthe, ainsi que plus bas jusqu'à l'embouchure de la rivière. Ce sont sur ces mêmes plans d'eau que la pêche sportive est la plus populaire, bien qu'elle se pratique un peu partout dans le bassin. Les zones de frai les plus connues (sanctuaires de pêche) sont situées, sur le cours d'eau principal, en aval du barrage de Penmans à Saint-Hyacinthe ainsi qu'à Farnham, de même que sur des tributaires du lac Brome.

Les 9 plages et les 2 zones principales de baignade sont situées principalement dans le sud du bassin versant. La baignade ne peut être pratiquée qu'à certains endroits; par exemple dans le parc Choinière. De plus, plusieurs secteurs de la rivière se prêtent bien à l'implantation de campings et de camps de vacances, et ce, à proximité de zones de villégiature reconnues. Ce potentiel récréo-touristique a été mis en valeur par la création de parcs riverains situés, entre autres, dans les régions de Waterloo, Roxton Pond, Granby, Bromont, Farnham, Saint-Hyacinthe et du lac Brome.

Tableau 5.1 Usages liés à l'eau dans les sous-bassins versants de la rivière Yamaska

Sous-bassins	Récréation (esthétique)	Activités de contact		Vie aquatique et faunique	Autres activités
		Direct	Indirect		
Yamaska supérieure	- villégiature - parcs riverains - campings	- <i>plages</i>	- <i>navigation de plaisance</i> - <i>voile, canot</i> - <i>pêche</i> - <i>rampe de mise à l'eau</i> - <i>marina</i>	- <i>sanctuaire de pêche</i> - <i>eau chaude</i> - <i>eau froide</i>	- <i>eau brute d'approvision- nement</i>
Yamaska centre	- camping - parc riverain		- <i>navigation de plaisance</i> - <i>rampe de mise à l'eau</i> - <i>canot</i>	- <i>sanctuaire de pêche</i> - <i>chasse</i> - <i>eau chaude</i>	- <i>irrigation</i>
Yamaska inférieure	- villégiature - camping - aire de pique- nique - piste cyclable - parc riverain		- <i>canot</i> - <i>rampes de mise à l'eau</i> - <i>pêche</i>	- <i>sanctuaire de pêche</i> - <i>eau chaude</i>	- <i>eau brute d'approvision- nement</i> - <i>irrigation</i> - <i>abreuvement du bétail</i>
Yamaska Sud-Est	- parc riverain - camping - base de plein-air - aire de pique- nique	- <i>plages</i>	- <i>canot</i> - <i>voile</i>		- <i>eau brute d'approvision- nement</i>
Yamaska Nord	- villégiature - camping - base de plein-air - centre d'inter- prétation - parcs riverains	- <i>plages</i>	- <i>navigation de plaisance</i> - <i>voile, canot</i> - <i>rampes de mise à l'eau</i>		- <i>eau brute d'approvision- nement</i>
Noire	- villégiature - campings - base de plein-air - parcs riverains - aires de pique- nique	- <i>plages</i> - <i>baignade</i>	- <i>navigation de plaisance</i> - <i>canot</i> - <i>pêche</i>	- <i>sanctuaire de pêche</i> - <i>eau chaude</i>	- <i>eau brute d'approvision- nement</i> - <i>abreuvement du bétail</i>

(1996, DÉA, MEF)

Note : 1. *Les usages en italique sont à récupérer ou à bonifier*
 2. Aucune information n'est disponible pour décrire les usages des rivières Salvail, David et Pot au Beurre

5.1.2 La qualité de l'eau de surface

L'origine des données

La Direction des écosystèmes aquatiques (DÉA) du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec gère depuis 1976 un réseau de suivi de la qualité de l'eau du bassin versant de la rivière Yamaska. Ce réseau est constitué de 8 stations de mesure principales, de 2 stations agricoles (rivières Chibouet et à la Barbue) et 1 station témoin (Primeau, 1998a). Les stations de mesure principales sont situées sur les rivières Yamaska, Yamaska Sud-Est, Yamaska Nord et Noire. La station témoin est située à la tête de la rivière Yamaska (Primeau et Grimard, 1990). Le MEF ne fait pas de suivi de la qualité de l'eau de la rivière Pot au Beurre.

En outre, afin d'établir un portrait au moins partiel de la contamination par les pesticides, des échantillons d'eau ont été prélevés à six stations du réseau-rivières réparties sur trois sous-bassins (Giroux *et al.*, 1997; Berryman et Giroux, 1994). L'échantillonnage a été effectué durant la saison d'épandage probable des pesticides à des fins agricoles. À ces points d'échantillonnage s'ajoutent, dans le contexte des travaux de Saint-Laurent Vision 2000, deux autres points situés sur des tributaires de la rivière Yamaska (Giroux, 1998). Les organophosphorés, triazines et phénoxyacides sont les familles de pesticides analysées.

La qualité physicochimique et bactériologique¹

La figure 5.1 donne les classes de qualité de l'eau de surface établies à partir de l'indice de qualité bactériologique et physicochimique calculé pour les stations d'échantillonnage à partir des données des étés 1988, 1989 et 1990 (IQBP; Hébert, 1997). Cette carte permet de constater visuellement que, de façon générale, la qualité de l'eau dans le bassin de la rivière Yamaska se dégrade au fur et à mesure que l'on descend vers son embouchure. D'une qualité généralement douteuse dans la partie sud du bassin, les eaux deviennent de mauvaise qualité dans la partie nord. Sur la base de l'IQBP, aucune station d'échantillonnage ne présente une eau jugée de bonne qualité pour la période à l'étude. La rivière Yamaska est l'une des rivières montrant la pire qualité de l'eau au Québec, même si les rejets ponctuels sont presque tous traités.

Le tableau 5.2 fait état des valeurs médianes obtenues, pour les années d'échantillonnage disponibles, à partir des données des stations de mesure du bassin versant pour trois descripteurs retenus pour cette étude, soit : l'azote, le phosphore et les coliformes fécaux. À défaut d'avoir des données sur les matières en suspension, non disponibles pour les périodes à l'étude (1988-1993), la turbidité est présentée. Pour la plupart des stations mentionnées, les concentrations en phosphore dépassent constamment le critère fixé pour la protection de la vie aquatique, ce qui indique que les conditions sont très propices à l'eutrophisation. À l'embouchure de la rivière Yamaska, les concentrations observées en phosphore sont six fois plus élevées que le critère de 0,03 mg/l. Le critère lié à l'eutrophisation pour l'azote total subit aussi de fréquents dépassements. Par ailleurs, dans presque tous les secteurs mentionnés, la teneur en coliformes fécaux limite la pratique d'activités aquatiques de contact direct. De plus, bien que les concentrations en azote ammoniacal mesurées nuisent à l'approvisionnement en eau potable, c'est la turbidité qui constitue la principale contrainte de l'utilisation de l'eau de surface à cette fin.

¹ Pour plus de détails concernant la qualité de l'eau, consulter les rapports intitulés *Qualité des eaux du bassin de la rivière Yamaska, 1975-1988* (Primeau et Grimard, 1990) et *Qualité des eaux du bassin de la rivière Yamaska, 1979 à 1994* (Primeau, 1998b).

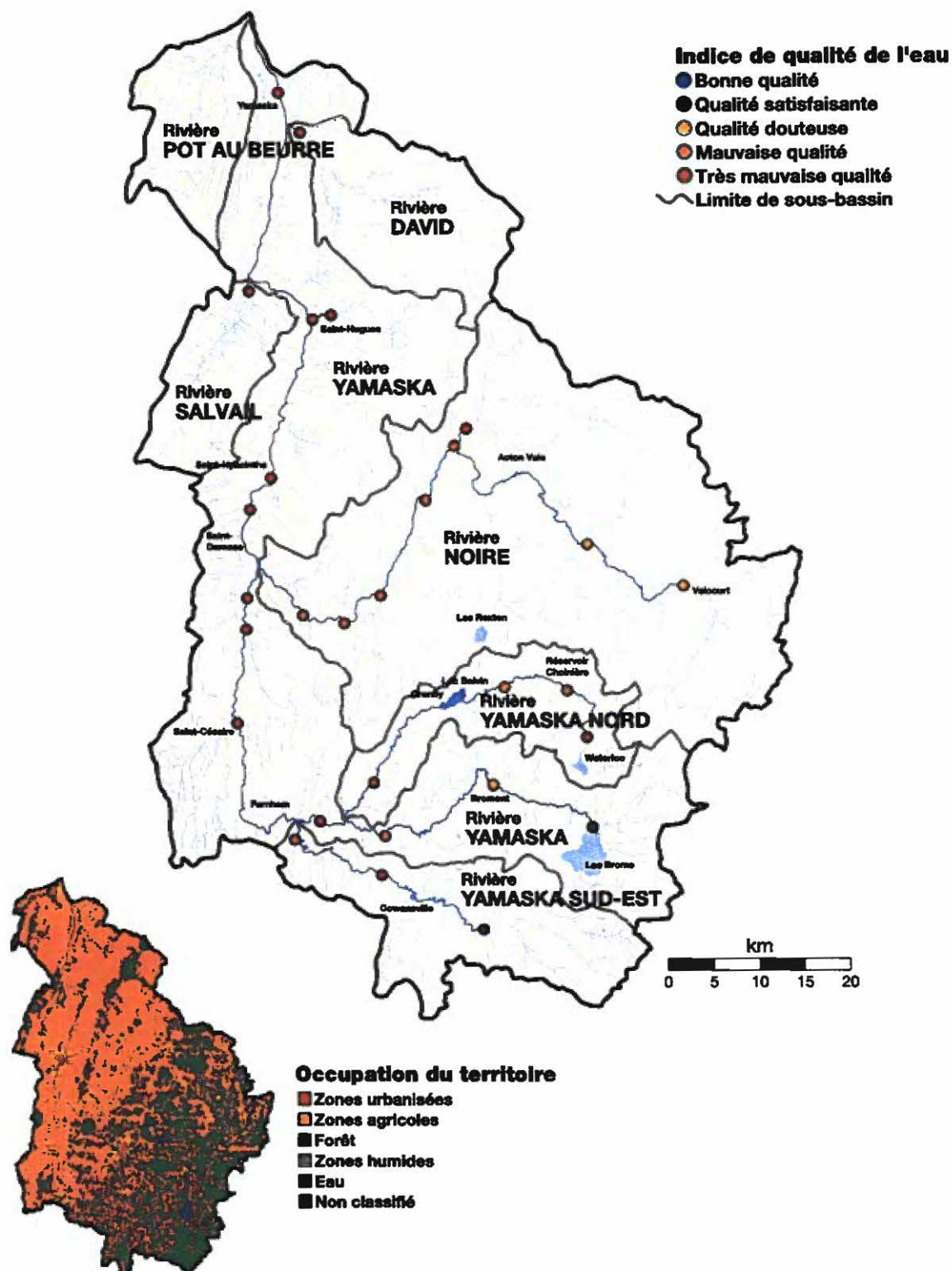


Figure 5.1 Classes de qualité des eaux de surface aux stations de mesure du réseau-rivières du MEF et occupation du territoire du bassin versant de la rivière Yamaska

Tableau 5.2 Valeurs médianes des descripteurs de qualité et fréquences de dépassement des critères de qualité dans le bassin versant de la rivière Yamaska pour la période 1988-1993

Usage	Vie aquatique (eutrophisation)		Baignade et autres activités de contact	Eau brute d'approvisionnement en eau potable	
Descripteur (unité)	Phosphore total (mg/l)	Azote total (mg/l)	Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	Azote ammo- niacal (mg/l)	Turbidité (UNT)
Critères ¹	0,030	1,0 ²	200	0,5 mg/l	
Yamaska (amont)	0,085 (92,0) ³	0,65 (16,7)	102 (27,9)	0,06 (0,0)	2,3 (17,0)
Yamaska Nord	0,160 (100)	1,80 (87,3)	1100 (90,3)	0,14 (11,7)	6,7 (65,6)
Yamaska Sud-Est (près de son embouchure)	0,122 (97,1)	0,88 (38,6)	365 (62,2)	0,06 (6,6)	3,1 (25,1)
Yamaska (centre)	0,157 (100)	1,80 (80,3)	1050 (82,1)	0,19 (7,0)	7,4 (74,4)
Noire (près de son embouchure)	0,117 (99,2)	1,66 (78,8)	220 (52,5)	0,16 (9,0)	3,8 (34,6)
Yamaska (près de son embouchure)	0,181 (100)	2,00 (80,5)	250 (55,0)	0,13 (12,9)	20,0 (87,1)

1. Critères selon MENVIQ (1990, rév. 1992)

2. Valeur repère : toute concentration d'azote total supérieure à 1 mg/l est considérée comme excessive

3. Fréquence de dépassement du critère de qualité (%)

Les pesticides

Les études du MEF portant sur la présence de pesticides dans les cours d'eau ont révélé la présence de plusieurs matières actives dans les eaux de surface du bassin versant de la rivière Yamaska (Giroux *et al.*, 1997; Berryman et Giroux, 1994). Le tableau 5.3 indique, pour chaque station, la période d'échantillonnage et les pesticides détectés. Ainsi, pour l'ensemble des six stations d'échantillonnage, on mesure la présence d'une dizaine de pesticides simultanément (sauf pour la station témoin d'Acton Vale).

Selon ces études, pour les périodes étudiées, plusieurs produits dépassaient les critères établis pour la protection de la vie aquatique. C'est le cas de l'atrazine, du métolachlore, de la cyanazine, du MCPA ainsi que de quelques insecticides. Des divers pesticides, c'est l'atrazine qui dépassait le plus fréquemment le critère de protection de la vie aquatique. Par exemple, dans la rivière Chibouet, plus de 50 % des mesures d'atrazine faites durant l'été dépassaient le critère de protection de la vie aquatique. Dans la rivière Salvail, la concentration estivale d'atrazine se situait au-delà du critère de protection de la vie aquatique (2 µg/l) environ 30 % du temps. Dans la rivière à la Barbue, alors que plusieurs mesures de

Tableau 5.3 Pesticides détectés à six stations du réseau-rivières du MEF de 1992 à 1995

Sous-bassins et localisation des stations	Période d'échantillonnage	Pesticides détectés (campagnes d'échantillonnage)	
YAMASKA			
Rivière Yamaska à son embouchure	Mai à septembre 1992	Dééthyle simazine (1994-1995)	Carbofurane (1995)
	Mai à août 1994	Dééthyle atrazine (1992-1994-1995)	MCP (1995)
	Juin et juillet 1995	Butilate (1994-1995)	2,4-D (1995)
		Linuron (1992-1994)	Métolachlore (1992-1994-1995)
		Métribuzine (1994)	Simazine (1992-1994-1995)
		Cyanazine (1992-1995)	EPTC (1992-1994)
		Carbaryl (1995)	
Rivière Chibouet	Mai 1992 à novembre 1993	Dicamba (1994-1995)	Cyanazine (1992-1993-1995)
		MCPA (1994-1995)	
	Avril à août 1994	2,4-D (1994-1995)	Métribuzine (1995)
	Juin à août 1995	Dééthyle simazine (1995)	Malathion (1995)
		Dééthyle atrazine (1992-1993-1995)	Diazinon (1995)
		Atrazine (1992-1993-1995)	Carbofurane (1995)
		Métolachlore (1992-1993-1995)	Diméthoate (1993-1995)
		Simazine (1992-1993-1995)	Dicamba (1995)
		EPTC (1992-1993-1995)	MCP (1995)
			MCPA (1995)
Rivière à la Barbue	Mai 1992 à août 1993	Dééthyle simazine (1994)	Linuron (1992-1994)
		Dééthyle atrazine (1992-1994)	Métribuzine (1992-1994)
		Atrazine (1992-1994)	Diméthoate (1992-1994)
		Simazine (1992-1994)	Diazinon (1992)
		EPTC (1992)	Métolachlore (1992-1994)
NOIRE			
Rivière Noire à Acton Vale (station-témoin)	Mai à septembre 1992	Dééthyle atrazine (1992)	
		Simazine (1992)	
		Atrazine (1992)	
Rivière Noire à Saint-Pie	Mai à septembre 1992	Dééthyle atrazine (1992-1994)	EPTC (1994)
	Mai à août 1994	Atrazine (1992-1994)	Butilate (1994)
		Dééthyle simazine (1994)	Métribuzine (1994)
		Métolachlore (1992-1994)	Simazine (1992-1994)
		Cyanazine (1992)	
SALVAIL			
Rivière Salvail à son embouchure	Mai 1992 à août 1993	Dééthyle atrazine (1992-1993)	Simazine (1992-1993)
		EPTC (1992-1993)	Atrazine (1992-1993)
		Diméthoate (1992-1993)	Linuron (1993)
		Métolachlore 91992-1993)	Cyanazine (1992-1993)

Source : Berryman et Giroux, 1994; Giroux *et al.*, 1997

concentrations d'atrazine dépassaient le critère de protection de la vie aquatique, deux mesures (une en 1992 et une en 1993) excédaient la valeur recommandée pour l'eau potable (5 µg/l). Dans la rivière Yamaska, même si les concentrations d'atrazine mesurées étaient plus faibles que dans ses tributaires, elles se situaient quand même en plusieurs occasions au-delà des critères établis pour le respect de la vie aquatique. En effet, des concentrations d'atrazine de 4,3, 6,7 et 5,0 µg/l ont été mesurées en 1994 à l'embouchure de la rivière Yamaska. Berryman et Giroux (1994) ont mis en évidence un lien entre l'importance des superficies en maïs et la fréquence de dépassement des critères de qualité de l'eau pour plusieurs pesticides.

Toutes les stations présentent, pour les principaux herbicides décelés, des profils de contamination à peu près semblables, soit : des concentrations faibles ou inférieures à la limite de détection en hiver et tôt au printemps, suivies d'une légère et graduelle augmentation vers la fin de mai, puis d'une augmentation marquée au début de juin, avec des pics d'importance variable au cours de l'été. À l'automne, les concentrations diminuent graduellement vers les valeurs de l'hiver. Des dépassements occasionnels du critère d'eau potable pour l'atrazine sont d'ailleurs observés de manière cyclique par le MEF lors de la vérification de la qualité de l'eau potable de certaines municipalités. Pour la municipalité de Saint-Hyacinthe, entre autres, la somme de l'atrazine et de ses produits de dégradation dépasse à l'occasion, au début du mois de juin, la recommandation de 5 µg/l pour l'eau potable.

5.2 Les eaux souterraines

5.2.1 Les usages

Les eaux souterraines constituent une ressource de grande importance pour les habitants du bassin de la rivière Yamaska. Sur près de 90 % du territoire, les eaux souterraines représentent la seule source d'alimentation en eau potable. Les eaux souterraines sont également utilisées pour l'abreuvement du bétail et l'irrigation de cultures.

Environ 44 % de la population du bassin versant, soit 106 000 personnes, dépend directement de l'eau souterraine pour l'eau potable. De ces personnes, environ 18 000 sont raccordées à des réseaux d'aqueduc publics dans 14 municipalités différentes. Le débit total des puits municipaux, estimé à partir de la consommation journalière, est de l'ordre de 8 000 m³/jour. Le reste de la population, soit 88 000 personnes, s'approvisionne à partir de puits privés ou à partir de puits alimentant des réseaux d'aqueduc privés. Plus de 7 800 puits ont fait l'objet d'un rapport de forage et sont enregistrés dans le système d'information hydrogéologique (S.I.H.) du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec pour le territoire du bassin versant. L'annexe 3 montre l'emplacement et la répartition de ces puits.

5.2.2 L'écoulement des eaux souterraines

À l'échelle régionale, l'écoulement des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Yamaska se fait généralement du sud vers le nord, c'est-à-dire vers le fleuve Saint-Laurent. À l'échelle locale, le patron d'écoulement des eaux souterraines est fortement influencé par les différents cours d'eau qui agissent comme drains entraînant la résurgence des eaux souterraines. Ce phénomène est accentué en période d'étiage, alors que les eaux souterraines représentent une partie importante du débit total des cours d'eau.

De ce fait, la qualité des eaux de surface est, en partie, dépendante de la qualité des eaux souterraines qui y font résurgence (Squillace et Furlong, 1993).

À l'échelle de la parcelle, le drainage des terres agricoles à l'aide de fossés ou de drains souterrains vient grandement perturber l'écoulement naturel des eaux souterraines. Dans ces cas, les eaux de précipitations sont interceptées, en partie ou en totalité, et évacuées rapidement vers le cours d'eau le plus proche.

5.2.3 Les principales formations aquifères du bassin versant

Les eaux souterraines sont présentes partout sur le territoire du bassin versant. Dans la majorité des secteurs, le potentiel aquifère est au moins suffisant pour combler les besoins en eau d'une famille alimentée par puits individuel. Le contexte hydrogéologique du bassin versant a été décrit par Paré (1978). Les principales formations aquifères rencontrées sont présentées sommairement ci-après.

Sable fin et grossier reposant sur argile

Au-dessus de l'altitude de 152 m, une unité perméable surtout constituée de sable de grains fins à grossiers mélangé à du silt et à un peu de gravier est retrouvée en surface. Cette unité, qui repose le plus souvent sur l'argile, ne dépasse généralement pas 3 m en épaisseur mais peut atteindre 6 m par endroits avec un passage graduel à un matériau plus fin à la base, près du contact argileux. Le potentiel aquifère de cette unité est faible parce que la zone propice est peu épaisse et contient des éléments fins qui ont le désavantage de réduire la perméabilité.

Gravier et sable grossier reposant sur till

À une altitude supérieure à 152 m, l'unité perméable de surface est surtout constituée de gravier, de sable grossier et, par endroits, de blocs. Son épaisseur varie de 3 à 15 m, et, à la base, on retrouve du till et, ici et là, du roc. Les dépôts, généralement peu étendus, sont irrégulièrement distribués; ils se présentent sous forme allongée, étroite et sinueuse. Les essais de pompage effectués dans ces dépôts ont indiqué qu'il s'agit d'un bon aquifère à l'état libre. Aussi, la qualité de l'eau qui s'y trouve est généralement excellente.

Till sur roc

Cette unité comprend essentiellement tous les sédiments constitués en proportion variable d'un mélange d'argile, de silt, de sable, de gravier et de blocs. Elle abonde dans la région des Appalaches et repose sur le roc. Dans les basses terres du Saint-Laurent, on la retrouve sous les argiles ou le sable, et là également, elle repose sur le roc. Son épaisseur varie généralement entre 3 et 26 m.

Cette unité est considérée peu perméable en raison de l'hétérogénéité de ses matériaux. Cependant, là où la fraction argileuse est absente, elle peut se prêter au développement de puits capables de satisfaire aux besoins domestiques. Enfin, à l'exception de teneurs en fer élevées, l'eau souterraine présente les caractéristiques d'une eau chimiquement bonne.

Roche en place

La faille de Champlain, de direction nord-est, sépare les basses terres du Saint-Laurent, identifiées à la zone plane, de la région des Appalaches, qui appartient à la zone montagneuse. Les roches qui forment le sous-sol des basses terres comprennent surtout des schistes argileux, des calcaires et des grès. Le sous-sol des Appalaches renferme des roches fortement plissées, en grande partie d'origine sédimentaire (grès, schistes argileux, calcaire) et métamorphique (phyllades, schistes ardoisiers, quartzite).

Les puits aménagés dans ces roches fournissent un débit moyen d'environ 2 m³/h mais certains excèdent 5 m³/h. Dans 70 % des puits répertoriés, le niveau piézométrique se tient à 3 m sous la surface du sol; très peu sont jaillissants.

Il ne semble pas exister de relation directe entre la composition minéralogique de la roche en place et le débit des puits. Cependant, les puits le plus productifs sont groupés aux environs de la faille de Champlain, à la limite des basses terres et des Appalaches.

5.2.4 La vulnérabilité des formations aquifères

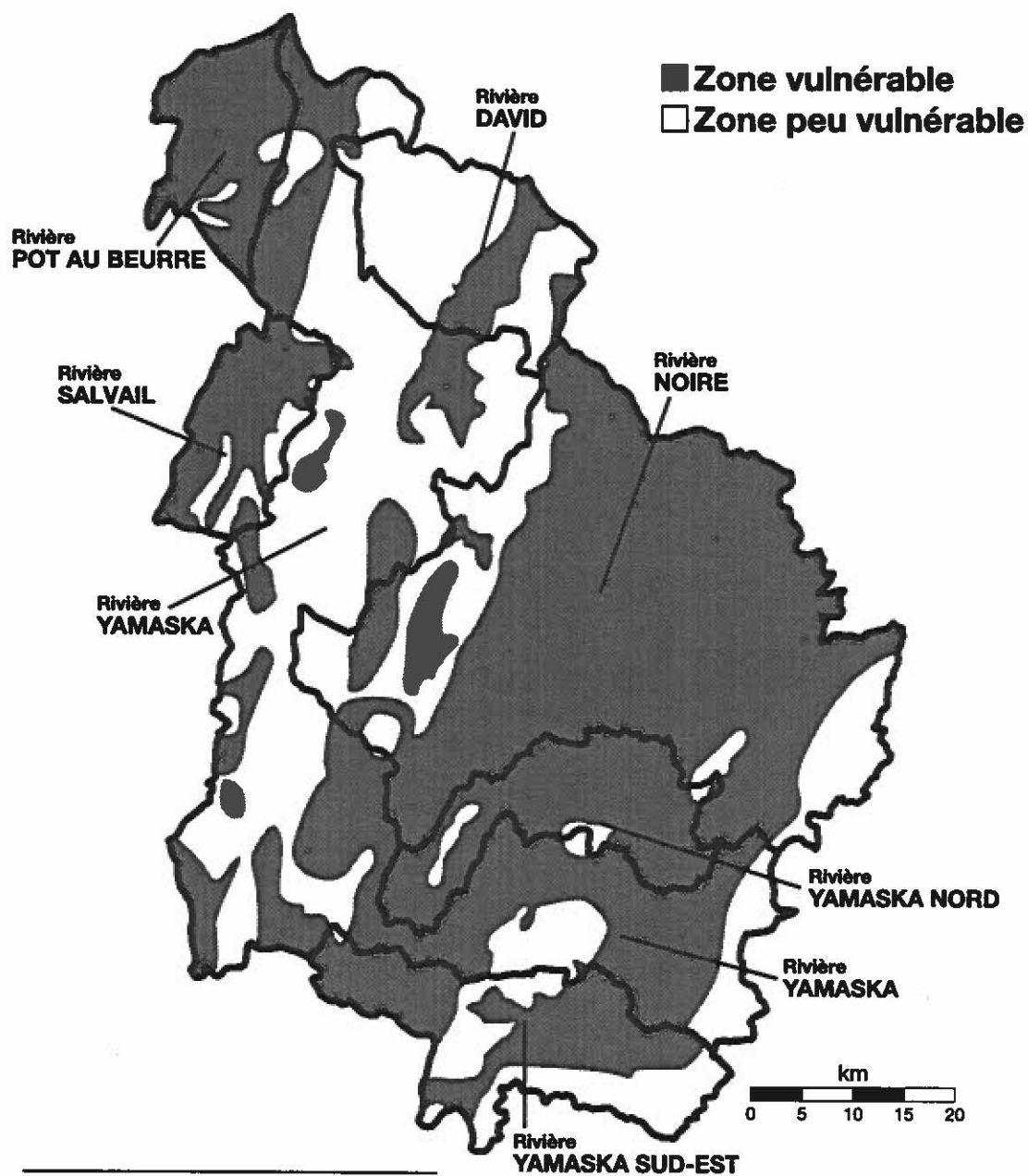
La figure 5.2 est adaptée de la carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution du bassin de la rivière Yamaska (McCormack, 1985). Cette carte présente la répartition des zones de vulnérabilité en tenant compte de paramètres géologiques et topographiques ainsi que de la description des forages contenus dans le système d'information hydrogéologique. La vulnérabilité tient compte, notamment, de la nature des dépôts meubles et de leur perméabilité, mais sans prendre en considération les activités qui se déroulent à la surface du sol. La carte constitue donc une représentation globale des zones de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines sur ce territoire (échelle 1 : 250 000).

Pour chacun des sous-bassins versants, la figure 5.2 montre donc les zones où les eaux souterraines sont considérées comme vulnérables à la contamination ainsi que le pourcentage des superficies totales se retrouvant à l'intérieur des zones dites «vulnérables». Ainsi, dans cinq sous-bassins versants sur sept, près de 60 % de la superficie ou plus est située en zone vulnérable; les eaux souterraines sont donc particulièrement sujettes à contamination sur une bonne partie du bassin versant de la rivière Yamaska.

5.2.5 La qualité des eaux souterraines

La qualité des eaux provenant des différentes formations aquifères est liée à la nature et à la qualité du milieu où elles circulent. Le risque de contamination des formations aquifères est intimement lié à la vulnérabilité intrinsèque du milieu physique (degré de vulnérabilité des aquifères) et, également, aux activités se déroulant au-dessus de ces mêmes aquifères (pressions). McCormack et Lacouline (1996) mentionnent que les sources de contamination des aquifères peuvent, entre autres, être associées à la défectuosité d'une installation septique, à l'épandage de pesticides et à la proximité des lieux d'entreposage et d'épandage des fumiers et lisiers utilisés à des fins agricoles. La contamination des sols en surface peut aussi être la cause de répercussions majeures sur la qualité de l'eau souterraine.

Par l'entremise du *Règlement sur l'eau potable* (Q-2, r.4), le MEF comptabilise des données sur la qualité des eaux de consommation, qu'elles proviennent des eaux de surface ou souterraines. Un certain nombre de paramètres sont analysés annuellement ou aux deux ans, en différents points sur les réseaux de distribution d'eau potable. Les résultats d'analyses des nitrates contenus dans l'eau des réseaux de



Proportion du territoire vulnérable
à la contamination des eaux souterraines

Sous-bassin	%
Yamaska	43
Yamaska Sud-Est	58
Yamaska Nord	93
Noire	77
Salvail	73
David	23
Pot au Beurre	90

(1997, DPSAN, MEF)

Figure 5.2 Localisation et proportion du territoire vulnérable à la contamination des eaux souterraines pour chaque sous-bassin versant de la rivière Yamaska

distribution d'eau potable d'origine souterraine de la région, étudiés entre 1985 et 1996, indiquent aucun dépassement du seuil de 5 mg/l, lequel correspond à un niveau de contamination considéré comme sérieux (MEF, 1997b).

Dans le bassin versant de la rivière Yamaska, 12 puits tubulaires privés d'une profondeur de 12 à 91 m, répartis dans trois municipalités, ont été échantillonnés afin de vérifier la présence de nitrates ainsi que de pesticides de type triazines dans l'eau souterraine (Giroux *et al.*, 1997). Les résultats de cet échantillonnage démontrent l'existence d'un problème de contamination des eaux souterraines par les nitrates dans un seul puits, situé à Sainte-Hélène-de-Bagot, où des concentrations en nitrates de 27 et 33 mg N-NO₃/l ont été mesurées. Ces concentrations excèdent largement le critère d'approvisionnement en eau brute pour les nitrates, qui est de 10 mg N-NO₃/l. En ce qui concerne les pesticides, la présence de triazines a été détectée dans des puits échantillonnés, mais à de faibles concentrations respectant la valeur de 5 µg/l recommandée pour l'atrazine et ses produits de dégradation dans l'eau potable. La présence de contaminants dans ces puits, que la profondeur devrait normalement protéger, pourrait être attribuable à une infiltration le long du tubage ou encore à un déversement local accidentel.

La Direction de la santé publique de la Montérégie a réalisé, pour cette région, une étude sur la contamination de l'eau des puits privés par les nitrates en milieu rural (Mercier et Gaudreau, 1996). Sur 150 puits domestiques échantillonnés, 5 puits présentaient des concentrations en nitrates situées entre 5,0 et 9,9 mg N-NO₃/l alors que des concentrations de plus de 10,0 mg N-NO₃/l étaient mesurées pour 3 puits. Les résultats révélaient une association entre la présence de nitrates et des activités agricoles.

D'autres données concernant la présence de pesticides dans de l'eau souterraine alimentant des puits privés sont présentées par Giroux (1993). Ainsi, l'aldicarbe, un insecticide autrefois utilisé dans la culture de la pomme de terre, a fait l'objet d'un suivi dans deux municipalités : à Saint-Paul-d'Abbotsford (sous-bassin Yamaska) et à Saint-Dominique (sous-bassin Noire). Dans les deux cas, aucun résidu d'aldicarbe n'a été détecté.

Les quelques études réalisées à ce jour relativement à la contamination des eaux souterraines rapportent donc peu de cas de contamination par les nitrates et les pesticides, et ce, malgré le fait que plus de 60 % de la superficie du bassin versant de la rivière Yamaska soit située en zone vulnérable. L'information disponible concernant l'état de la qualité de l'eau souterraine est toutefois très fragmentaire et ne permet pas de dresser un portrait précis de l'état de l'ensemble de cette ressource. Des études plus approfondies seraient donc nécessaires pour évaluer le risque de contamination à une échelle locale et établir, le cas échéant, un plan de protection des eaux souterraines.

5.3 La relation entre les pressions et la qualité de l'eau

Le choix de certaines orientations d'intervention en vue de l'assainissement d'un cours d'eau doit reposer sur une évaluation adéquate de la part de responsabilité des divers secteurs d'activité à la dégradation de sa qualité. L'exercice de mise en relation qui suit s'appuie, d'une part, sur une estimation des rejets agricoles aux cours d'eau et, d'autre part, sur l'évolution de leur qualité compte tenu de l'occupation du territoire et des pressions agroenvironnementales.

5.3.1 L'estimation des apports en éléments nutritifs aux cours d'eau

La méthodologie d'évaluation

Le calcul des apports diffus d'éléments nutritifs d'origine agricole aux cours d'eau repose sur les sources quantifiables de pollution situées dans le bassin versant et sur les données de qualité de l'eau et de débits disponibles. Ces rejets sont estimés en déduisant les charges d'azote et de phosphore connues de sources ponctuelles (origine urbaine et industrielle) et les apports naturels des flux nets de ces mêmes descripteurs observés à l'embouchure du cours d'eau (flux moyens annuels pour la période 1988-1993). Cette procédure de soustraction repose sur l'hypothèse que tous les éléments nutritifs qui entrent dans un cours d'eau, qu'ils soient de sources ponctuelle ou diffuse, sont éventuellement acheminés à son embouchure. Si des quantités importantes d'éléments nutritifs sont assimilées ou immobilisées de façon permanente le long des cours d'eau (par exemple par les plantes et les sédiments), il en résulte alors une sous-estimation de l'importance relative des apports diffus (d'origine agricole) dans la charge totale exportée à l'embouchure du cours d'eau (VDEC et NYSDEC, 1997). La méthode utilisée pour évaluer les apports diffus a aussi pour conséquence d'inclure aux rejets agricoles des charges d'autres origines non comptabilisées parmi les charges municipales et industrielles connues.

Les apports ponctuels des municipalités ainsi que des industries raccordées au réseau d'égouts municipal sont ceux indiqués au tableau 3.4 de la section 3.2. En ce qui concerne les résidences non raccordées à un réseau d'égouts, leur contribution est calculée à partir de l'estimation présentée au tableau 3.5. Les apports naturels d'azote sont, quant à eux, estimés en utilisant des coefficients annuels d'apports de 2,0 kg/ha (pour des sols argileux; Primeau, 1998a) pour le sous-bassin Yamaska et de 1,0 kg/ha pour les autres sous-bassins; pour le phosphore, un coefficient de 0,1 kg/ha est utilisé (Potvin, 1976, d'après Simoneau, 1991). Impossibles à obtenir, faute de données, les rejets des industries non raccordées ainsi que les débordements de réseaux d'égouts en temps de crues font partie des charges non comptabilisées qui s'additionnent aux sources agricoles.

Les charges totales annuelles d'azote et de phosphore à l'embouchure des sous-bassins, appelées flux nets, sont estimées à partir des médianes annuelles de concentrations de nutriments du réseau-rivières du MEF, multipliées par les débits moyens d'un cours d'eau. En l'absence des données requises sur la qualité de l'eau, cette estimation ne peut toutefois être faite pour les sous-bassins Salvail, David et Pot au Beurre ni pour le sous-bassin Yamaska pris seul. Les charges de ces sous-bassins sont obtenues par la différence entre le flux total à l'embouchure et les flux nets connus des rivières Yamaska Sud-Est, Yamaska Nord et Noire et en pondérant le flux ainsi obtenu selon les superficies des sous-bassins. Les sous-bassins Salvail, David et Pot au Beurre, dont les caractéristiques sont similaires, sont regroupés, les données ne permettant pas de les traiter séparément.

Les rejets par sous-bassin

Le portrait des rejets par sous-bassin se trouve au tableau 5.4. Il présente successivement le flux net à l'embouchure, les rejets municipaux comprenant les apports des industries raccordées, l'apport du milieu naturel et, enfin, les rejets agricoles diffus qui combinent des apports de sources non quantifiables.

Tableau 5.4 Évaluation du flux net à l'embouchure et des charges rejetées par sous-bassin

	Superficie (km ²)	Flux net à l'embouchure		Rejets municipaux et industriels (tonnes/an)				Apports du milieu naturel		Rejets agricoles et autres ³	
		(tonnes/an)		Réseaux municipaux et industries raccordées		Résidences non raccordées		(tonnes/an)		(tonnes/an)	
Sous-bassins		Azote total	Phosphore total	Azote total	Phosphore total	Azote total	Phosphore total	Azote total	Phosphore total	Azote total	Phosphore total
Yamaska ²	1 759	2 496	270	311	29	23	3	352	18	1 811	220
Yamaska Sud-Est ¹	411	313	34	53	7	14	2	41	4	205	21
Yamaska Nord ¹	303	294	54	70	21	30	4	30	3	164	26
Noire ¹	1 571	1 269	147	166	22	95	13	157	16	851	96
Salvail, David et Pot au Beurre ¹	740	1 050	113	12	2	24	3	74	7	940	101
Total du bassin à l'embouchure¹	4 784	5 422	618	612	81	185	25	654	48	3 970	464

1 Évaluation des flux nets à l'embouchure des rivières selon la méthode d'échantillonnage et d'analyse de la Direction des écosystèmes aquatiques du MEF.

2 Évaluation des flux nets obtenue par la différence entre le flux total à l'embouchure et les flux nets connus des sous-bassins et pondérée selon les superficies.

3 Les valeurs estimées pour les rejets agricoles et autres représentent vraisemblablement un minimum, la méthode d'échantillonnage à la base du calcul du flux net à l'embouchure ne permettant pas de mesurer : a) les charges en fonction de la fluctuation des débits des cours d'eau; b) les nutriments captés par les plantes et les sédiments dans le cours d'eau.

➤ *Les flux nets à l'embouchure*

Les flux nets d'azote calculés à l'embouchure des sous-bassins varient d'environ 300 t/an, pour les rivières Yamaska Sud-Est et Yamaska Nord, à près de 2 500 t/an, pour la rivière Yamaska; le flux total d'azote pour le bassin versant s'élève à 5 422 t/an. Le flux net de phosphore est respectivement de 34 t/an et 54 t/an pour les rivières Yamaska Sud-Est et Yamaska Nord. Le flux net de phosphore est plus élevé dans la rivière Yamaska, avec 270 t/an, alors qu'il s'élève à 618 t/an à l'embouchure de la rivière Yamaska pour l'ensemble du bassin versant.

Compte tenu du mode d'échantillonnage utilisé par le réseau-rivières, soit le prélèvement d'échantillons à intervalles fixes, ces flux nets annuels doivent toutefois être considérés comme des valeurs minimales. En effet, l'objectif premier du réseau-rivières étant le suivi de l'évolution globale de la qualité de l'eau selon une fréquence mensuelle, celui-ci ne prête pas une attention particulière aux périodes de crues dues notamment aux événements pluvieux. Les crues apportent aux cours d'eau d'importantes quantités de contaminants, tant en milieu urbain que rural, et contribuent à mettre en suspension puis à exporter les sédiments déposés dans leur lit. Par exemple, dans la rivière Yamaska, il a été établi que 17 % des débits entraînent près de 50 % des charges de nutriments (Primeau, 1996). Cette limite de la méthode a pour effet de sous-évaluer les flux de nutriments à l'exutoire des sous-bassins et aussi, par conséquent, l'ensemble des rejets de la catégorie agricole et autres obtenus à partir de ces flux.

➤ *Les rejets municipaux et industriels et les apports du milieu naturel*

Une lecture comparative des rejets en azote et en phosphore total provenant des réseaux d'égouts municipaux et de ceux des résidences non raccordées indique que, pour le sous-bassin Yamaska, la contribution des réseaux d'égouts municipaux est, selon l'indicateur, de 10 à 15 fois plus grande que celle des résidences non raccordées. Pour le sous-bassin Noire, davantage rural, environ 40 % des rejets municipaux proviennent des résidences non raccordées; cette proportion est plus importante dans les sous-bassins Salvail, David et Pot au Beurre où les résidences non raccordées représentent plus de 60 % des rejets municipaux. Les rejets municipaux et industriels représentent quelque 15 % des apports d'azote et 17 % des apports de phosphore dans le bassin versant de la rivière Yamaska.

Pour l'ensemble du bassin versant de la rivière Yamaska, 12 % du flux net d'azote et 8 % du flux net de phosphore peuvent s'expliquer par les apports du milieu naturel. Pour le sous-bassin Yamaska, les apports d'origine naturelle sont du même ordre de grandeur que les rejets municipaux.

➤ *Les rejets agricoles*

Les rejets municipaux et industriels et les apports du milieu naturel ne permettent d'expliquer qu'une partie seulement du flux net de nutriments à l'embouchure des rivières selon les sous-bassins. Comme on peut le constater, les rejets agricoles et autres représentent une source substantielle de contaminants avec des valeurs variant, selon les sous-bassins, de 164 t/an à plus de 1 800 t/an pour l'azote total et de 21 à 220 t/an pour le phosphore. À l'échelle de l'ensemble du bassin versant, la charge d'origine agricole et autre contribue environ aux trois quarts de la charge en azote et en phosphore dans la rivière Yamaska. Dans les sous-bassins présentant une occupation du territoire davantage forestier, comme les sous-bassins des rivières Yamaska Sud-Est, Yamaska Nord et Noire, les rejets agricoles et autres représentent entre la moitié et les deux tiers du flux net à l'exutoire. Toutefois, pour les sous-bassins où l'agriculture prédomine, la part de l'agriculture aux flux nets est plus importante. En effet, les rejets d'azote et de phosphore d'origine agricole sont évalués respectivement à 73 % et 82 % du flux net pour le tronçon

principal de la rivière Yamaska, alors qu'ils correspondent à près de 90 % du flux net pour le groupe formé des sous-bassins Salvail, David et Pot au Beurre.

Cluis et Durocher (1976) ont réalisé une évaluation semblable avant la mise en place du *Programme d'assainissement des eaux du Québec*. Ils ont obtenu des résultats similaires en ce qui concerne la proportion des apports d'azote attribuable à l'agriculture pour les divers tributaires de la rivière Yamaska. Toutefois, la proportion des apports agricoles qu'ils ont évalués est, le plus souvent, légèrement inférieure à celle du présent rapport, ce qui est cohérent avec le fait que les travaux d'assainissement municipal et industriel n'étaient pas amorcés. Leur évaluation va donc dans le sens du constat de la présente étude à l'effet que, dans le bassin versant de la rivière Yamaska, une part très importante de la problématique de la qualité des eaux de surface est attribuable à l'agriculture pour les indicateurs azote et phosphore.

Une difficulté que pose l'évaluation des rejets agricoles par la présente méthode réside dans l'incertitude associée aux sources dites «autres» ou «non quantifiables». En général, dans le bassin versant de la rivière Yamaska, on peut considérer que ces sources constituent une faible part des charges agricoles et autres calculées, puisque la majeure partie de la population et la majorité des industries présentant un potentiel de pollution sont comptabilisées dans les apports municipaux. Les sources non quantifiées correspondent donc la plupart du temps à des entreprises non raccordées mais jugées non prioritaires aux fins d'assainissement; elles comprennent aussi des populations saisonnières, le ruissellement en secteur municipal et les rejets périodiques d'égouts pluviaux.

5.3.2 L'évolution de la qualité de l'eau

L'évolution selon l'occupation du territoire et les pressions

La figure 5.1, présentée à la section 5.1.2, donne à la fois une vue d'ensemble de l'état de la qualité de l'eau des cours d'eau principaux du bassin versant de la rivière Yamaska selon cinq classes de qualité ainsi qu'une carte d'occupation du territoire adaptée d'une image obtenue par satellite. Le portrait de l'état des cours d'eau des principaux sous-bassins de la rivière Yamaska révèle le profil général suivant : une eau de qualité satisfaisante ou douteuse dans la partie amont et une eau de mauvaise qualité dans la partie aval. À l'exception de quelques tronçons à la tête des rivières Yamaska et Yamaska Sud-Est, qui présentent une eau de qualité satisfaisante, la dégradation des eaux de surface est donc évidente en tous points du bassin versant.

Globalement, la qualité actuelle de l'eau de la rivière Yamaska limite toujours sérieusement la plupart des usages de l'eau. Les critères qui assurent le respect de la vie aquatique sont à peu près partout dépassés, occasionnellement ou fréquemment selon l'endroit, qu'il s'agisse des descripteurs physicochimiques ou même parfois des pesticides. Cette situation traduit bien l'occupation générale du territoire caractérisée par des activités urbaines, industrielles et agricoles intensives. Compte tenu du pouvoir épurateur limité des cours d'eau présents, dû entre autres à leur faible pente de la rivière, les apports de pollution demeurent donc importants, et ce, malgré le traitement de la majorité des effluents industriels et domestiques. Un examen des deux cartes de la figure 5.1 met en évidence la relation qui existe entre l'occupation du territoire et la qualité de l'eau dans le bassin versant.

Le passage d'une qualité de l'eau à une autre se fait parfois d'une manière assez subite à la suite d'un apport ponctuel ou encore diffus mais massif. Par exemple, les indices de qualité de l'eau indiquent que :

- ⇒ pour le tronçon aval de la rivière Yamaska Sud-Est, la dégradation coïncide avec la municipalité de Cowansville et l'intensification des activités agricoles;
- ⇒ l'eau de la rivière Yamaska Nord passe d'une qualité douteuse, en amont, à très mauvaise en aval de la ville de Granby;
- ⇒ pour le sous-bassin de la rivière Yamaska, la dégradation vers une eau de très mauvaise qualité correspond, entre autres, à l'embouchure de la rivière Yamaska Nord.

En général, la nature des données du réseau-rivières et la localisation des stations ne permettent toutefois pas d'associer la dégradation du cours d'eau à une source spécifique de contamination mais plutôt à un ensemble de sources, tantôt ponctuelles, tantôt diffuses, sans pouvoir préciser ni l'importance relative réelle de chacune ni leur effet cumulatif au fil de l'eau.

L'étude de la contribution relative des diverses activités tend cependant à démontrer que, dans les sous-bassins versant de la rivière Yamaska, ce sont les activités agricoles (et autres sources non quantifiables) qui génèrent la plus grande part de la charge, soit généralement de la moitié aux trois quarts de celle-ci, et, dans une moindre mesure, les rejets municipaux et naturels. En plus de l'importance des rejets agricoles estimés à la section précédente, le lien entre les activités agricoles et une perte de qualité de l'eau est corroboré par les indicateurs de pressions présentés au chapitre 4. Les différents scénarios de fertilisation révèlent en effet pour les sous-bassins Yamaska, Yamaska Nord et Noire des indices-azote et indices-phosphore élevés, surtout lorsque les pressions sont exprimées selon les superficies recevant des engrais de ferme. Le bassin versant de la rivière Yamaska est aussi touché par une importante production de fertilisants d'origine animale qui se traduit par des surplus environnementaux et agronomiques d'azote et de phosphore, tantôt à l'échelle de l'exploitation, tantôt à l'échelle du sous-bassin. Les pressions azotées et phosphatées que subissent les sous-bassins se répercutent inévitablement sur la qualité des eaux de surface pour ces deux indicateurs.

La pression engendrée par l'utilisation des pesticides dans les cultures apparaît aussi importante dans le bassin versant. Avec un indice-pesticides supérieur à la moyenne québécoise dans cinq des sept sous-bassins, l'usage de pesticides se manifeste notamment dans la qualité des eaux de surface, pouvant nuire à la vie aquatique ou à d'autres usages de l'eau. Les sous-bassins des rivières Yamaska Nord et Yamaska Sud-Est présentent des indices-pesticides plus faibles; quoique inférieures, les pressions sur ces sous-bassins ne sont pas garantes d'une innocuité environnementale. L'acquisition d'information concernant l'utilisation, le mode et le moment d'application des pesticides permettrait de mieux cerner les risques environnementaux associés à leur emploi pour les eaux de surface et souterraines.

En lien avec la qualité de l'eau, l'érosion hydrique des champs apparaît une problématique de moins grande importance dans le bassin que la fertilisation ou l'usage des pesticides. Néanmoins, une attention particulière devrait être prêtée aux sous-bassins Yamaska et Yamaska Nord, qui présentent les indices-érosion les plus importants du bassin. L'indice-érosion utilisé ne saurait toutefois être employé pour tenter d'établir des liens avec la qualité de l'eau à l'échelle des sous-bassins, puisqu'il n'intègre pas l'érosion des rives, qui serait un facteur plus significatif que l'érosion des champs. Des connaissances additionnelles et l'utilisation de modèles seraient requises pour approfondir la relation entre les phénomènes d'érosion et la qualité de l'eau.

6. LES INTERVENTIONS D'ASSAINISSEMENT

6.1 Les actions réalisées et en cours

Diverses initiatives ayant pour objet l'assainissement des cours d'eau ou pouvant y concourir se sont concrétisées sur le bassin versant de la rivière Yamaska. Le tableau 6.1 présente les principales interventions et les organismes engagés.

6.1.1 L'assainissement municipal

Le *Programme d'assainissement des eaux du Québec* (PAEQ), mis en place en 1978, avait pour but l'assainissement des eaux usées d'une population de plus de 5 700 000 personnes au Québec, soit environ 91 % de la population raccordée à un réseau d'égouts, dans près de 920 municipalités. Au début de l'année 1995, à la fin du PAEQ, on estimait qu'un système de traitement était en fonction pour environ 75 % de la population québécoise raccordée à un réseau d'égouts. En mars 1995, le gouvernement du Québec injectait une somme de 500 millions de dollars supplémentaires avec la création du *Programme d'assainissement des eaux municipales* (PADEM). Le PADEM a pour objectif de desservir 98 % de la population raccordée à un réseau d'égouts par une station.

En 1994, sur le bassin de la rivière Yamaska, 45 des 86 municipalités dont l'émissaire est situé dans le bassin étaient reliées à un réseau d'égouts, soit plus de 156 500 personnes représentant quelque 68 % de la population. De plus, dans le cadre du Programme d'assainissement des eaux municipales (PAEQ), 11 municipalités du bassin ont signé avec le gouvernement des ententes de principe afin de desservir plus de 4 200 habitants additionnels.

Depuis l'entrée en vigueur du Programme d'assainissement des eaux du Québec (PAEQ), en 1978, la très grande majorité des résidences raccordées à un réseau d'égouts a été reliée à des stations de traitement des eaux usées. Avec la mise en fonction des étangs aérés de Saint-Césaire en mai 1997, lesquels desservent également les municipalités de Rougemont et Saint-Michel-de-Rougement, c'est plus de 92 % de la population du bassin versant raccordée à un réseau d'égouts qui est desservie par des stations de traitement des eaux usées.

En ce qui concerne les autres résidences du bassin versant non desservies par un réseau d'égouts, qui représentent une population estimée à environ 34 500, elles sont assujetties au *Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées* (Q-2, r.8), dont la mise en application est sous la responsabilité des municipalités.

Pour certaines interventions, il n'existe aucune donnée permettant de qualifier leurs retombées. C'est le cas, par exemple, du contrôle des travaux d'entretien des cours d'eau municipaux, actuellement sous la responsabilité des municipalités, ainsi que des efforts de sensibilisation pour une utilisation rationnelle des pesticides et fertilisants par les citoyens.

Tableau 6.1 Principales interventions orientées vers l'assainissement des eaux du bassin versant de la rivière Yamaska

Secteur d'activité	Interventions	Organismes
Assainissement urbain	Programme d'assainissement des eaux du Québec (PAEQ) Programme d'assainissement des eaux municipales (PADEM) Règlement sur les résidences isolées, Contrôle des travaux d'aménagement et d'entretien des cours d'eau municipaux	MEF, municipalités, Société québécoise d'assainissement des eaux (SQAE) Ministère des Affaires municipales (MAM) MEF, municipalités Municipalités, MRC, MEF
Assainissement industriel	PAEQ SLV 2000, volet Protection Divers règlements dont des règlements sectoriels (pâtes et papiers)	MEF Gouvernements fédéral et du Québec MEF
Assainissement agricole	Loi sur les pesticides, Stratégie phytosanitaire Règlement sur la prévention de la pollution des eaux par les établissements de production animale PAAGF-aide à l'entreposage PAAGF-gestion des surplus Programme d'aide aux exploitations agricoles Programme de conservation des ressources et protection de l'environnement, Entente Canada-Québec pour un environnement durable en agriculture Clubs d'encadrement technique	MEF MAPAQ, UPA, MEF MEF MEF, MAPAQ, producteurs MEF, MAPAQ, AGEO MAPAQ Gouvernement fédéral et MAPAQ MAPAQ, producteurs, secteur privé
Sensibilisation, formation	Plan agroenvironnemental de la production porcine Projets de démonstration, communications diverses, etc.	Fédération des producteurs de porcs du Québec, UPA Gouvernements fédéral et du Québec, Conseil régional de l'environnement de la Montérégie (CREM) Groupes environnementaux : Nature-Action, Association pour l'assainissement de la rivière Yamaska à Brigham, Centre de la nature de Farnham Inc., etc.
Acquisition de connaissances	Réseaux d'échantillonnage; divers programmes d'aide à la recherche-développement et à la démonstration; collecte de données	Gouvernements fédéral et du Québec, divers organismes gouvernementaux, institutions de recherche, secteur privé, producteurs agricoles

6.1.2 L'assainissement industriel

Le bassin de la rivière Yamaska comprend un total de 808 établissements industriels dont 110 ont été retenus pour étude ou pour assainissement dans le contexte du *Programme d'assainissement des eaux du Québec*. Des 110 entreprises manufacturières retenues, 51 sont localisées dans les limites du sous-bassin Yamaska et 29 dans le sous-bassin Yamaska Nord. La plupart des industries retenues, soit 77 %, sont reliées à un réseau d'égouts municipal et voient ainsi leurs effluents traités. Dans l'ensemble, la majorité des entreprises retenues pour assainissement, reliées ou non à un réseau d'égouts, ont complété les travaux correctifs requis selon les meilleures technologies disponibles.

Par ailleurs, à l'intérieur des activités du volet Protection de SLV 2000, une caractérisation des effluents de quelques industries a été réalisée, dont Le Manufacturier Grandford inc., situé à Saint-Alphonse-de-Granby, IBM Canada ltée, à Bromont, ainsi que Les emballages Knolton inc., à Lac-Brome (Legault, 1995; 1996; Legault et Harwood, 1996).

De plus, quelques règlements provinciaux s'appliquent à des secteurs industriels spécifiques, soit les fabriques de pâtes et papiers, les raffineries de pétrole et les usines de béton bitumineux. Ces règlements précisent, par exemple, les normes applicables aux effluents et sur le contrôle et l'analyse des eaux usées des entreprises pour quelques paramètres.

6.1.3 L'assainissement agricole

Les productions végétales

➤ **La Loi sur les pesticides**

Le gouvernement du Québec a misé sur la sensibilisation, l'éducation et la formation des utilisateurs et des vendeurs afin de prévenir les dangers pour la santé et l'environnement liés à l'usage de pesticides. Les principales interventions en cette matière proviennent du MEF, qui administre la *Loi sur les pesticides*, et du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), avec la collaboration du ministère de l'Éducation (MEQ).

Sanctionnée en 1987, la *Loi sur les pesticides* vise à inciter les utilisateurs à un usage rationnel et sécuritaire des pesticides par un encadrement réglementaire et des mesures complémentaires non coercitives. À cette fin, elle prévoit des dispositions permettant de s'assurer de la compétence des utilisateurs et des vendeurs par un système de certificats de qualification, de recueillir l'information sur les quantités de pesticides vendus et utilisés au Québec et de classer les pesticides afin d'ajuster les exigences légales aux risques qu'ils représentent.

En vertu de la réglementation actuelle sur les pesticides, il y a environ 10 % des agriculteurs québécois, soit environ 4 200 dans l'ensemble du Québec, qui sont certifiés; cela s'explique par le fait que la certification n'est requise que pour l'utilisation des pesticides d'usage restreint (dits de classes 1 et 2). Dans le bassin de la rivière Yamaska, 537 producteurs agricoles sont titulaires d'un certificat de qualification à la suite de la réussite d'examens reconnus. Les données des inscriptions aux cours sur les pesticides étant comptabilisées par commission scolaire, il est impossible d'associer les certificats à un sous-bassin versant précis.

➤ **La Stratégie phytosanitaire, les travaux de conservation des sols et de fertilisation intégrée**

Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec lançait en 1992 une Stratégie phytosanitaire à laquelle sont associés ses partenaires du secteur (MEF, Agriculture et Agroalimentaire Canada et l'Union des producteurs agricoles). Celle-ci vise à réduire de 50 % le volume des pesticides utilisés en agriculture entre 1992 et l'an 2000.

Il y n'a pas d'indicateur, à l'échelle du bassin versant, qui permettrait d'évaluer le degré d'atteinte de l'objectif de la Stratégie. La Stratégie se traduit dans les faits par diverses interventions dont des activités organisées par la Direction régionale du MAPAQ, située à Saint-Hyacinthe. Une grande part de ces événements concernent directement la Stratégie phytosanitaire, alors que d'autres ciblent davantage les problématiques de fertilisation, d'amendements organiques et des problématiques de conservation des sols. Par des démonstrations à la ferme et divers projets d'innovation technologique, les producteurs agricoles du bassin bénéficient de l'appui de professionnels du MAPAQ dans leur cheminement pour un environnement durable en agriculture. Des exemples de ces actions sont donnés à l'annexe 4.

➤ **Les services-conseils de groupe**

Les clubs d'encadrement technique et les clubs-conseils rassemblent des producteurs qui s'unissent pour s'offrir des services spécialisés en agronomie. Dans beaucoup de cas, l'existence de ces organismes est soumise aux aléas financiers de programmes de subvention dont ils dépendent, ce qui brise la continuité de leurs services.

Trois clubs d'encadrement technique, les clubs Dura-Club, Gestrie-Sol et Agri-Durable, sont en place dans le bassin de la rivière Yamaska. Les conseils de ces clubs, qui sont soutenus financièrement par l'Entente Canada-Québec pour un environnement durable en agriculture, portent principalement sur la fertilisation, la conservation des sols et la lutte raisonnée aux ravageurs. Quelque huit autres clubs d'encadrement technique, subventionnés par le MAPAQ, sont en fonction dans le bassin de la rivière Yamaska; ils traitent de diverses problématiques telles que la lutte raisonnée aux ravageurs, la valorisation des résidus et le compostage de biomasses.

En plus des conseillers du MAPAQ et des clubs, plusieurs professionnels du secteur privé interviennent également auprès des producteurs agricoles en matière de dépistage des maladies des végétaux, traitement phytosanitaire, fertilisation minérale, etc.

➤ **Les aménagements hydroagricoles**

Si l'on exclut le contrôle réglementaire de l'aménagement et de l'entretien des cours d'eau municipaux en milieu agricole, qui poursuit davantage des objectifs de prévention, peu d'interventions touchant les aménagements hydroagricoles sont effectuées aux fins d'assainissement des eaux. Les travaux d'aménagement prennent le plus souvent la forme d'initiatives locales d'un ou de quelques producteurs, soutenus par des programmes gouvernementaux.

Ainsi, certains producteurs agricoles, situés dans des sous-bassins, ont profité d'une aide financière et d'un support technique du MAPAQ par l'entremise du *Programme de conservation et gestion du sol et de l'eau* ainsi que du *Programme de conservation des ressources et protection de l'environnement* (conjointement avec le *Programme d'aide au réaménagement des terres* du gouvernement canadien). Ces programmes permettaient, entre autres, l'aménagement et la protection de bandes riveraines. Il est

toutefois impossible de préciser le nombre de kilomètres de cours d'eau touchés par ces mesures, ce genre d'information n'étant pas comptabilisé.

Les productions animales

L'enjeu agroenvironnemental de la pollution issue des élevages a entraîné la mise en place de plusieurs mesures, tantôt coercitives, tantôt incitatives, de la part de l'État québécois, dont principalement des moyens réglementaires et de l'aide financière.

Le premier moyen dont le gouvernement du Québec s'est doté pour diminuer la contamination des eaux par les activités d'élevage a été le *Règlement sur la prévention de la pollution par les établissements de production animale* (Q-2, r.18). Publié en 1981, ce règlement établissait des règles environnementales minimales pour l'entreposage et l'épandage des déjections animales.

En 1988, le gouvernement du Québec décidait de poursuivre ses actions d'assainissement en milieu agricole en prévoyant une nouvelle réglementation, appuyée par un programme d'aide financière; de ces deux volets, seul le *Programme d'aide à l'amélioration de la gestion des fumiers* (PAAGF) a alors été instauré. À l'origine sous la responsabilité du ministère de l'Environnement, la gestion du PAAGF a été assurée par le MAPAQ à partir de 1993 jusqu'à son terme en 1997.

Le PAAGF avait pour objectif de réduire la pollution des eaux de surface, des eaux souterraines et de l'air en milieu agricole en favorisant l'utilisation rationnelle des engrais de ferme. Le PAAGF se subdivisait en cinq volets :

- ⇒ structures d'entreposage et équipements spécialisés;
- ⇒ recherche et développement (échu depuis 1993);
- ⇒ promotion et démonstration;
- ⇒ gestion des surplus;
- ⇒ gestion du programme et suivi environnemental.

Dans les municipalités du bassin versant de la rivière Yamaska, 851 producteurs ont bénéficié d'un appui financier du gouvernement du Québec pour la construction de structures d'entreposage conformes à la réglementation. Le tableau 6.2 fait état des montants investis et des volumes d'engrais de ferme entreposés dans chacun des sous-bassins. Les volumes de fumiers et les montants investis sont représentatifs de l'occupation agricole du territoire. Il n'est donc pas surprenant de constater que les plus grands volumes entreposés et les montants les plus substantiels ont été dépensés dans les sous-bassins Yamaska et Noire. Au total, le PAAGF a permis l'entreposage de 1 131 275 m³ dans le bassin versant, ce qui représente des investissements gouvernementaux qui s'élèvent à 15 857 285 \$.

Ce bilan ne tient pas compte des sommes investies par les producteurs pour se doter de structures d'entreposage conformes à la réglementation, notamment dans le secteur de la production porcine, qui avaient investi massivement avant l'entrée en vigueur du PAAGF. Sur la base des données administratives du PAAGF, on estime que, en 1996, la quasi-totalité des entreprises de production porcine entreposaient leurs déjections animales conformément à la réglementation dans la région de la Montérégie, alors que pour les entreprises de bovins laitiers, cette proportion était de moins de 40 %. Dans le cas du bovin laitier, les statistiques incluent, de plus, les établissements de moins de 35 unités animales qui, tout en étant conformes d'un point de vue réglementaire, ne possèdent que rarement des structures d'entreposage.

Tableau 6.2 Les interventions réalisées dans le contexte du volet structures d'entreposage et équipements spécialisés du Programme d'aide à l'amélioration de la gestion des fumiers (PAAGF)

Sous-bassins	Volume d'engrais de ferme (m ³)	Aide financière (\$)		Total (\$)
		Structures	Équipements	
Yamaska	457 350	5 929 322	361 439	6 290 761
Yamaska Sud-Est	22 330	369 490	26 588	396 078
Yamaska Nord	57 449	919 850	24 303	944 153
Noire	492 053	6 530 801	258 764	6 789 565
Salvail	18 541	254 932	29 673	284 605
David	54 269	734 673	87 071	821 744
Pot au Beurre	29 283	305 757	24 622	330 379
Total	1 131 275	15 044 825	812 460	15 857 285

(1996, DPSAN, MEF)

Le problème de la gestion des surplus de lisier dans le bassin de la rivière Chaudière a fait l'objet de plusieurs études (LGL et UDA, 1990; STATBEC, 1989; Gangbazo et Buteau, 1985; LGL, 1984). Afin d'apporter une solution concrète au problème des surplus, c'est en 1992 qu'a été fondée l'Association de gestion des engrais organiques (AGEO). Mise de l'avant en 1992, dans le contexte du PAAGF suivant un appel d'offres du ministère de l'Environnement, elle est depuis 1994 sous la responsabilité du MAPAQ.

Afin de poursuivre les efforts d'assainissement agricole entrepris avec le PAAGF, le gouvernement du Québec annonçait en mars 1997 un programme d'investissement en agroenvironnement échelonné sur cinq années, prévoyant des investissements totaux estimés à 522 millions de dollars, dont 319 millions en investissements gouvernementaux (Gouvernement du Québec, 1997). Ce programme vient appuyer une nouvelle réglementation, le *Règlement sur la réduction de la pollution d'origine agricole*, en vigueur depuis juillet 1997. Ce règlement a été adopté en même temps que l'entrée en vigueur de la *Loi modifiant la Loi sur la protection du territoire agricole et d'autres dispositions législatives afin de favoriser la protection des activités agricoles*, aussi appelée la loi sur le «droit de produire». Celle-ci prévoit entre autres la mise sur pied d'un comité consultatif agricole dans chaque MRC qui comprend un territoire agricole. Ce comité a pour fonction d'étudier et de faire des recommandations au conseil de la MRC sur toute question relative à l'aménagement du territoire agricole, à la pratique des activités agricoles et aux aspects environnementaux qui leur sont rattachés.

6.1.4 La sensibilisation

L'engagement du milieu agricole et sa volonté de préserver l'environnement sont démontrés par la participation de producteurs agricoles dans un bon nombre d'initiatives visant l'amélioration des pratiques agroenvironnementales, dont des projets de recherche et de développement et de démonstration

à la ferme, un projet de gestion de l'eau par bassin versant (le ruisseau Corbin) et une participation dans la coopérative AGEO.

En 1996, la Fédération des producteurs de porcs du Québec, en collaboration avec 25 organisations liées au secteur porcin, a entrepris la réalisation d'un plan agroenvironnemental dont l'objectif est de protéger l'environnement et de préserver la qualité de vie des populations avoisinantes. Le plan agroenvironnemental de la production porcine comprend trois grandes étapes : le portrait agroenvironnemental des entreprises porcines, l'encadrement technique des producteurs et le processus de certification agroenvironnementale des entreprises.

La présence de différents groupes environnementaux fait en sorte que les considérations environnementales sont véhiculées dans le bassin versant selon leurs centres d'intérêts respectifs. Quelques-uns de ces organismes sont : le Conseil régional de l'environnement de la Montérégie (CREM), Nature-Action, l'Association pour l'assainissement de la rivière Yamaska à Brigham, le Centre de la nature de Farnham Inc.

6.1.5 L'acquisition de connaissances

En plus du réseau-rivières et des campagnes d'échantillonnage du MEF décrits au chapitre 5, les activités d'acquisition de connaissances effectuées dans le bassin versant de la rivière Yamaska comprennent des travaux de suivi de la qualité des eaux de surface et souterraines effectués dans divers contextes ainsi que des projets d'amélioration des pratiques agricoles à caractère davantage générique.

Entre autres, dans le contexte d'un projet réalisé dans le volet Interactions communautaires de SLV 2000, une vingtaine de producteurs agricoles du bassin versant du ruisseau Corbin peuvent bénéficier jusqu'au début de 1998 des services-conseils du Centre de développement d'agrobiologie du Québec et d'un suivi de la qualité de l'eau de surface effectué en partenariat avec le MEF. Les services-conseils portent sur l'amélioration des pratiques de fertilisation, sur la rationalisation de l'utilisation des pesticides et sur l'amélioration des aménagements hydroagricoles.

Les interventions à mettre en oeuvre dans le bassin de la rivière Yamaska pourront, de plus, bénéficier de travaux de recherche et de développement ayant pour objet la gestion de l'eau et l'amélioration des pratiques agricoles. De tels travaux sont soutenus financièrement par les ministères et organismes tant à vocation environnementale, agricole que de recherche et effectués, entre autres, par des organismes universitaires, le secteur privé et des centres de recherche gouvernementaux. Le MAPAQ s'intéresse traditionnellement à l'amélioration des pratiques de gestion des productions végétales et animales ainsi qu'à la conservation des sols (annexe 4). Le MEF a, pour sa part, mis l'accent sur l'amélioration de la gestion des divers effluents d'élevage (fumier, lisier, eaux de laiterie) ainsi qu'à la mise au point de divers outils technologiques et d'aide à la décision (annexe 5). Le tableau 6.3 présente quelques outils d'évaluation et d'aide à la gestion qui ont été financés par le MEF et divers partenaires dans une optique d'intervention environnementale et de gestion intégrée des ressources. Certains de ces outils sont déjà prêts pour des applications immédiates pour la gestion des engrais organiques et pour l'évaluation environnementale des pratiques agricoles, dont le système Géogestion et le logiciel Agriflux.

L'expérience acquise de multiples projets, effectués dans d'autres bassins versants (Chaudière, L'Assomption, Boyer), serait par ailleurs transposable lors d'une étude plus détaillée du bassin de la rivière Yamaska.

Tableau 6.3 Outils d'évaluation environnementale et d'aide à la gestion mis au point dans une optique de gestion intégrée des ressources

Outil	Fonction
GÉOGESTION	Système d'information à référence spatiale pour la planification et la mise en oeuvre de solutions environnementales à l'échelle régionale (ex.: gestion des surplus de fumier) et de l'exploitation (ex.: plans de ferme, registre d'activités liées à la fertilisation)
GIBSI	Système informatisé pour la gestion intégrée de l'eau des bassins versants (analyse de l'impact de scénarios d'interventions d'assainissement sur la qualité de l'eau à diverses échelles de bassin versant, disponible en 1998)
AGRIFLUX	Logiciel pour l'évaluation des pertes de composés azotés et de pesticides dans les eaux souterraines (analyse de risque)
A'Puits	Logiciel d'aide à la décision pour la gestion des eaux souterraines par la détermination des procédures et des études à réaliser pour différents usages
ParaPol	Logiciel de délimitation des périmètres de protection des puits de captage adapté à la nouvelle réglementation québécoise (disponible en 1998)
EvaRisk	Logiciel d'évaluation des risques d'atteinte à la qualité des eaux souterraines tenant compte des caractéristiques générales du milieu physique et des contaminants potentiels (disponible en 1998)

NOTE : GÉOGESTION est un produit de BPR Ingénieurs-conseils et BCGT inc.; les autres outils sont mis au point par l'Institut national de la recherche scientifique (INRS-Eau), avec la collaboration de la firme AGEOS pour les logiciels A'Puits, ParaPol et EvaRisk.

6.2 L'appréciation des actions réalisées

L'analyse des effets des interventions d'assainissement effectivement réalisées sur le bassin versant indique qu'il est possible d'améliorer la qualité de ses cours d'eau. Leur état avancé de dégradation représente toutefois un obstacle majeur autant pour choisir les interventions les plus efficaces que pour évaluer leur efficacité. Ainsi, les mesures d'assainissement municipal des eaux améliorent tant l'aspect visuel que la qualité bactériologique du cours d'eau et permettent de recouvrer certains usages de contact direct. Cependant, là où la qualité de l'eau est mauvaise et où sont concentrées les activités, il s'avère difficile, voire impossible, à l'heure actuelle d'apprécier à partir d'observations directes l'impact des interventions d'assainissement, quel que soit le secteur d'activité.

Si le contrôle des rejets ponctuels d'origine municipale, industrielle ou agricole permet selon les endroits une certaine amélioration de la situation, les enjeux environnementaux se situent à une autre échelle lorsqu'il est question de chercher à réduire la pollution diffuse de source agricole. En effet, une fois que les producteurs se sont dotés des structures d'entreposage nécessaires pour les déjections animales, les pressions qui étaient exercées directement sur l'écosystème aquatique se déplacent alors vers les sols en culture où les éléments fertilisants transiteront avant d'atteindre les eaux souterraines et le cours d'eau. Or, les pressions, telles qu'elles sont traduites par les indices azote et phosphore dans la présente étude,

sont très élevées dans le bassin de la rivière Yamaska. La gestion environnementale des fertilisants, abordée globalement à une échelle régionale en considérant les apports d'engrais minéraux et d'engrais de ferme, constitue donc un élément primordial de l'intervention agroenvironnementale à mettre en place. Déjà, plusieurs intervenants ont entrepris une démarche en matière de fertilisation intégrée, et un organisme de gestion des engrais organiques, AGEO, travaille dans ce sens; ces efforts devront être soutenus, et, parallèlement, l'efficacité environnementale des pratiques requises devra être évaluée et optimisée.

Un autre enjeu agroenvironnemental majeur sur le bassin versant de la rivière Yamaska est la gestion des pesticides. Bien qu'elle repose sur un indice-pesticides basé uniquement sur les quantités potentielles de pesticides utilisés par hectare, la lecture qui est faite de la situation apparaît préoccupante pour les risques auxquels sont exposées tant les eaux de surface que les eaux souterraines. Les interventions, qui se concrétisent actuellement, entre autres par diverses activités de sensibilisation et de formation et l'opération de réseaux de dépistage, devront aller beaucoup plus loin. L'insuffisance des données sur la présence des pesticides dans les eaux de surface et souterraines et les limites des méthodes actuelles d'évaluation et de suivi environnemental des pesticides, qui ne permettent pas de bien comprendre leur devenir et leur incidence écologique réelle, procurent une vision partielle du risque qui leur est associé.

Dans ces conditions, afin de limiter le nombre de cas potentiels de contamination par les pesticides, des mesures préventives basées sur leur utilisation rationnelle (réduire les quantités) et sur une minimisation de leur perte dans l'environnement par ruissellement et lessivage doivent être développées et leur efficacité démontrée scientifiquement (Lafrance et Banton, 1996). Par ailleurs, la vulnérabilité que présentent les eaux souterraines du bassin versant à la contamination par les pesticides tout comme par les nitrates (bien que les données soient fragmentaires) justifie qu'on y porte une plus grande attention. Le projet de Politique de protection et de conservation des eaux souterraines (MEF, 1996a, b,c) pourra fournir le cadre d'intervention nécessaire à cette fin. L'acquisition de meilleures connaissances concernant la qualité de la ressource eau souterraine demeure essentielle pour atteindre les objectifs de protection et de conservation visés.

Si on fait abstraction des travaux d'assainissement des eaux usées municipales et industrielles, peu d'interventions en milieu agricole n'ont donc eu d'effet mesurable ou significatif sur la qualité de l'eau du bassin versant de la rivière Yamaska. Ce constat peut s'expliquer, d'une part, par le peu d'impact de certaines interventions, trop dispersées ou de trop faible envergure pour produire un résultat significatif à l'échelle du bassin ou du sous-bassin et, d'autre part, par le manque de sensibilité des indicateurs d'état (et incidemment de réponse) utilisés à cette échelle en l'absence de données plus précises. Tout en reconnaissant que ceux-ci peuvent avoir une incidence locale bénéfique, l'effet réel des règlements portant sur les eaux résiduelles provenant des résidences isolées, les pesticides et les établissements de production animale, ou encore de la stratégie phytosanitaire, des projets de conservation des ressources et des clubs-conseils n'est donc pas assez important pour pouvoir être détecté avec les réseaux de données actuels.

6.3 Les perspectives d'assainissement

6.3.1 L'établissement de priorités d'assainissement

Les interventions d'assainissement des eaux effectuées à ce jour dans le bassin versant de la rivière Yamaska ont porté presque exclusivement sur les sources ponctuelles de pollution tant municipales, industrielles qu'agricoles. Ces sources étant maîtrisées ou en voie de l'être, les sources diffuses

représentent une cause de pollution dont l'importance relative croît sans cesse. Bien que les rejets des résidences isolées doivent être pris en considération, ce sont les sources de contamination d'origine agricole qui, par leur ampleur, sont les plus préoccupantes dans tous les sous-bassins. Dorénavant, tout en complétant le contrôle des rejets ponctuels majeurs, c'est donc sur la réduction de la pollution diffuse, notamment celle qui est liée à l'agriculture, que les efforts d'assainissement devraient être dirigés.

Le présent exercice d'analyse pression-état-réponse a mis en évidence la difficulté de cerner et de quantifier de manière précise avec les moyens actuels les sources de pollution, qu'elles soient municipales ou agricoles, à l'origine de la dégradation de la qualité d'un cours d'eau. L'agriculture est, d'après l'ampleur des indices-nutriments évalués, une cause majeure de pression environnementale dans tous les sous-bassins de la rivière Yamaska, ce qui permet difficilement de donner la priorité à un sous-bassin en particulier. L'établissement de priorités d'assainissement agroenvironnemental au stade actuel de compréhension du bassin pourrait donc se concentrer sur deux grandes cibles qui sont :

- ⇒ le besoin de doter chaque producteur laitier de structures d'entreposage pour les déjections animales, incluant les entreprises laitières de moins de 35 unités animales;
- ⇒ la nécessité de régler le problème agroenvironnemental relié aux surplus des fumiers, à la surfertilisation des cultures en phosphore et à l'inefficacité de l'utilisation de l'azote dans la chaîne de gestion des fumiers.

Ces deux cibles prioritaires d'intervention devront être complétées par des priorités et des objectifs plus spécifiques. Ceux-ci dépendront des usages de l'eau à protéger ou à restaurer et des problématiques agroenvironnementales considérées : surfertilisation en phosphore ou en azote, contamination par les pesticides, dégradation des berges causée par les aménagements ou le bétail, érosion des sols, etc. Pour les eaux souterraines en particulier, une approche davantage préventive devrait être utilisée pour protéger les aquifères d'une possible contamination par les pesticides et les nitrates, particulièrement dans les zones dites «vulnérables». Compte tenu des grandes quantités de pesticides utilisées et de l'inefficacité de l'utilisation de l'azote des fumiers et lisiers, cette vulnérabilité de l'eau souterraine devrait par ailleurs être prise en compte dans la mise en place de moyens d'action pour réduire la surfertilisation afin d'éviter de déplacer simplement le problème ou de le reporter dans le temps.

L'utilisation du concept pression-état-réponse s'avère donc utile pour supporter une première étape, assez grossière toutefois, de définition de priorités dans la planification de l'assainissement agroenvironnemental du bassin de la rivière Yamaska. Bien qu'elle permette de dégrossir la problématique et de contribuer à établir certaines pistes, cette forme d'analyse basée sur les données disponibles devrait être complétée par la mise en oeuvre de moyens de diagnostics permettant de préciser des objectifs d'assainissement agricole. Parmi les moyens requis, citons l'amélioration du réseau de suivi de la qualité des eaux de surface et souterraines en vue de mieux mesurer les sources diffuses de pollution ainsi que l'utilisation d'outils de modélisation aidant à établir des liens plus précis entre la qualité de l'eau et les activités socioéconomiques se déroulant sur le territoire.

6.3.2 La recherche d'une approche d'intervention adaptée au bassin versant

La nature même des sources diffuses et leur caractère territorial rendent difficile l'exercice de détermination des causes de contamination, d'établissement d'objectifs puis de sélection des techniques d'assainissement à implanter. Ce défi technique, compte tenu du mauvais état de la ressource eau sur le bassin et du manque de données, prend une dimension encore plus grande lorsque sont pris en

considération les contraintes et enjeux économiques, sociaux et administratifs inhérents à la mise en oeuvre d'un programme de réduction des sources diffuses.

La poursuite des interventions d'assainissement de la rivière Yamaska appelle donc le développement et l'instauration d'une approche qui prenne en compte la réalité du bassin versant et ses multiples dimensions. À ce chapitre, la littérature environnementale et agricole abonde de propositions d'approches et de méthodologies qui ont pour qualificatifs les termes intégré, équilibré, multi-objectifs, global, systémique, holistique, etc. De cette littérature, il ressort déjà très clairement que les actions d'assainissement à poser pour contrer la pollution diffuse doivent prendre la forme d'une gestion participative des intervenants plutôt que d'une implantation unilatérale d'ouvrages technologiques.

Quels que soient le bassin et ses caractéristiques, la gestion de la ressource eau constitue un processus complexe avec plusieurs facettes :

- ⇒ économique;
- ⇒ environnementale;
- ⇒ sociale;
- ⇒ culturelle;
- ⇒ politique.

Cette approche diffère de l'approche traditionnelle qui, elle, fait référence à l'universalité de l'application des programmes ou règlements à l'échelle provinciale, et ce, indépendamment des objectifs ou besoins des gens du milieu. Dans le processus de planification et d'évaluation à mettre en place, une place de choix doit être réservée à la population (UNEP, 1988).

Le concept de développement durable de l'agriculture peut en outre servir de cadre de référence à une approche d'intervention. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture définit le développement durable ainsi (FAO, 1992) : «Un développement durable de l'agriculture, de la foresterie et des pêcheries doit préserver la terre, l'eau et les ressources génétiques végétales et animales, ne pas dégrader l'environnement, et être techniquement approprié, économiquement viable et socialement acceptable.»

À l'heure actuelle, le développement conceptuel du processus de contrôle des sources diffuses de pollution serait assez avancé pour guider raisonnablement la démarche (Gangbazo, 1996; 1995; Gangbazo *et al.*, 1994). Gangbazo (1995) présente d'ailleurs une méthodologie de planification, de mise en oeuvre, de suivi et de contrôle de l'assainissement agricole dont les éléments ou principes essentiels sont :

- ⇒ l'approche par bassin versant;
- ⇒ la détermination des zones sensibles ou vulnérables à l'intérieur du bassin versant;
- ⇒ une planification à long terme;
- ⇒ la participation des intervenants locaux et régionaux au processus de prise de décision.

En ce qui concerne l'application de la théorie, la gestion intégrée de l'eau à l'échelle du bassin versant se situe, au Québec, au stade de l'expérimentation à très petite échelle. L'expérience américaine et française, mais aussi anglaise et ontarienne, alimente la réflexion québécoise. Le Québec a d'ailleurs créé, en 1994, le Comité de bassin de la rivière Chaudière (COBARIC). Le COBARIC avait pour mandat d'établir le type d'organisation à constituer pour assurer la gestion intégrée de l'eau et de cerner ses pouvoirs, son mode de fonctionnement et son financement. L'exercice du COBARIC a conduit à la formulation de huit principes directeurs (tableau 6.4) qui pourraient être utiles dans la mise en place d'une approche d'intervention adaptée au bassin versant de la rivière Yamaska. Le 24 novembre 1997, une entente

spécifique de développement régional d'une durée de deux ans a été établie afin d'assurer le support technique et financier à l'expérimentation des éléments du modèle de gestion qui sera mise en œuvre par le nouveau Comité de bassin de la rivière Chaudière (COBARIC II). Cette seconde phase du projet pilote, qui inclut une consultation de la population du bassin versant, devra produire le contenu d'un schéma directeur de l'eau et proposer des moyens législatifs et financiers pour sa mise en application (MEF, 1997a).

En accord avec la dimension régionale de la gestion de l'eau par bassin versant, la gestion des eaux au Québec doit faire appel à la responsabilité des intervenants régionaux. Tout en favorisant leur autonomie, l'État devra néanmoins établir des objectifs généraux de qualité de l'eau de façon à protéger les écosystèmes et certains usages fondamentaux. La complexité de la gestion de l'eau par bassin versant, comme des sciences et techniques qui la sous-tendent, implique par ailleurs un support technique de la part d'experts à rassembler à cette fin à l'intérieur d'équipes multidisciplinaires. De telles équipes pourront faire appel aux plus récents outils d'aide à la gestion intégrée qui, par la simulation de l'impact de scénarios d'intervention sur la qualité des eaux de surface et souterraines, permettent d'établir les interventions les plus judicieuses.

La présente analyse des activités agricoles et de leurs effets sur la qualité de l'eau donne donc suffisamment d'éléments d'information pour justifier la mise en œuvre d'un plan d'action visant l'assainissement agricole du bassin versant de la rivière Yamaska. Partant de cette analyse et de l'ensemble des connaissances sur la pollution diffuse d'origine agricole, il sera possible d'établir des étapes à franchir et des actions à entreprendre afin de restaurer progressivement la qualité des eaux de surface du bassin versant et d'en protéger les eaux souterraines.

Dans une telle perspective, l'engagement social des différents intervenants est appelé à occuper un rôle déterminant dans les grands enjeux de l'assainissement du bassin de la rivière Yamaska. En effet, malgré la disponibilité de la technologie et l'existence d'une expertise technique dans plusieurs organismes, la présence de chaque intervenant au sein d'une même table de discussion est essentielle afin de respecter le principe directeur de concertation dans le processus de gestion de l'eau à l'échelle du bassin versant. En ce sens, les intervenants dans la gestion de l'eau dans le bassin de la rivière Yamaska possèdent déjà des acquis qui peuvent servir d'éléments structurants pour le processus d'assainissement à mettre en place.

Tableau 6.4 Huit principes directeurs pour une véritable politique de gestion des eaux au Québec (COBARIC, 1996)

1. Le bassin hydrographique (bassin versant) d'un cours d'eau constitue l'unité naturelle la plus appropriée pour la gestion des eaux.
 2. Une connaissance complète et à jour de l'état des ressources en eau du bassin versant constitue une exigence essentielle d'une gestion efficace.
 3. La gestion des eaux doit tenir compte de l'interdépendance des usages multiples sur le territoire du bassin versant en pratiquant la concertation de tous les usagers.
 4. La politique de l'eau et sa gestion doivent viser à préserver et à rétablir la santé des écosystèmes.
 5. L'eau étant une ressource essentielle à la vie, les utilisateurs doivent être redevables quant à son utilisation ou à sa détérioration.
 6. Une gestion responsable de l'eau par bassin versant doit viser l'autonomie financière et fonctionnelle complète.
 7. Les grandes orientations en matière de gestion des eaux doivent s'appuyer sur la participation de la population.
 8. Les législations nationale, régionale et locale doivent être adaptées de façon à favoriser l'atteinte des objectifs de la gestion intégrée de l'eau du bassin versant.
-

CONCLUSION

Le présent portrait agroenvironnemental du bassin versant de la rivière Yamaska repose sur le traitement des données environnementales et agricoles disponibles. Malgré les limites qu'imposent la nature de cette information et l'échelle de l'analyse qu'elle autorise, son exploitation a permis de faire une série de constats qui pourront guider l'élaboration d'un plan d'action. Les conclusions que nous pouvons tirer de cette étude sont donc les suivantes :

- ⇒ L'étude des pressions met en évidence que les activités agricoles représentent la principale source potentielle de contamination des eaux de surface du bassin par l'azote et le phosphore, les autres sources, urbaines ou industrielles, étant traitées ou en voie de l'être; les pressions exercées par les pesticides s'avèrent également sérieuses dans plusieurs sous-bassins, alors que les pressions dues à l'érosion (matières en suspension) sont davantage localisées dans les sous-bassins Yamaska et Yamaska Nord.
- ⇒ Selon l'analyse de ces mêmes pressions, le risque de contamination des eaux souterraines est surtout associé à l'azote, sous forme de nitrates, et à certains pesticides (principalement ceux dont la solubilité est élevée); une portion importante du territoire, soit environ 60 %, est d'ailleurs considérée comme vulnérable à la pollution des eaux souterraines.
- ⇒ Les connaissances actuelles sur l'état des cours d'eau principaux du bassin versant indiquent que la qualité de l'eau de surface est de qualité satisfaisante dans la partie supérieure de quelques sous-bassins, mais qu'elle se détériore rapidement dans les secteurs où les activités urbaines, industrielles et agricoles sont importantes; les eaux souterraines montrent, quant à elles, des signes de contamination à quelques endroits sur le territoire agricole, mais les données, trop fragmentaires, ne permettent pas d'en tracer un portrait adéquat.
- ⇒ L'implantation de systèmes de traitement des eaux usées municipales et industrielles a entraîné une amélioration observable de la qualité de l'eau lorsque ces sources de pollution constituaient l'essentiel de la problématique; à quelques endroits dans le bassin, une amélioration de la qualité de l'eau peut être associée au contrôle de sources ponctuelles de pollution agricole par des systèmes d'entreposage des engrais de ferme.
- ⇒ Les interventions d'assainissement à venir devraient être orientées principalement vers la réduction des pressions agroenvironnementales dues à la surfertilisation des cultures en phosphore et à l'inefficacité de la chaîne de gestion des fumiers pour l'azote; le contrôle des sources de contamination ponctuelles les plus importantes (c'est-à-dire les quelques municipalités et industries encore non desservies par un système de traitement et les lieux d'entreposage des engrais de ferme) devrait cependant être complété.
- ⇒ La maîtrise de la pollution, nécessaire pour recouvrer des usages spécifiques de la ressource eau, exige la mise en place d'un réseau d'acquisition de connaissances beaucoup plus complet et précis que celui qui existe présentement; un tel réseau doit porter tant sur la qualité des eaux de surface et souterraines, sur les rejets et pratiques (ex. : habitudes d'utilisation des pesticides et des engrais minéraux) les influençant que sur les diverses activités socioéconomiques liées à l'usage du territoire.

- ⇒ La poursuite des interventions d'assainissement sur le bassin versant de la rivière Yamaska appelle la mise en place d'une approche basée sur le développement durable qui prend en compte ses multiples dimensions (environnementale, économique, sociale, culturelle, politique, etc.).
- ⇒ La réflexion sur la gestion de l'eau par bassin versant engagée au Québec à la suite notamment des travaux du Comité de bassin de la rivière Chaudière a permis d'énoncer des principes directeurs et une méthodologie qui pourront orienter la mise en place d'une approche d'intervention adaptée.
- ⇒ La complexité scientifique et technique de la gestion de l'eau par bassin versant appelle la formation d'une équipe multidisciplinaire d'experts afin d'assister, selon leurs besoins, les intervenants du bassin dans l'implantation de l'approche par bassin versant.
- ⇒ Finalement, l'engagement des groupes environnementaux et agricoles ainsi que des autres intervenants concernés (citoyens, organismes du milieu, entreprises...) constitue une prémisse indispensable à la mise en œuvre d'une démarche d'assainissement sur le bassin versant de la rivière Yamaska; en tenant compte des travaux d'assainissement déjà réalisés ou en cours, les divers intervenants doivent travailler collectivement à déterminer les usages à restaurer sur le territoire ainsi qu'à définir les actions et établir les efforts que chacun doit fournir à cette fin.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFEQ, 1994. *Guide de fertilisation*. Association des fabricants d'engrais du Québec, 4^e édition, 149 p.
- Agriculture Canada, 1995. *Les pratiques de gestion optimales. Grandes cultures*. Agriculture Canada et ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, 133 p.
- ANSTETT, A., 1968. *La fertilisation des jardins familiaux et des espaces verts*. Ministère de l'Agriculture, Bulletin technique n° 1, p. 687-697.
- ASAE, 1989. *Standards, engineering practices and data developed and adopted by the American Society of Agricultural Engineers*. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan, 36^e édition, 659 p.
- BEAUDET, P., 1996. *Communication personnelle*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction de l'environnement et du développement durable, Québec.
- BÉLANGER, B., 1995. *Estimation de la quantité de pesticides (matières actives) appliqués sur les principales cultures du Québec*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec, *Info-ressource*, 2 (4).
- BERRYMAN, D., et I. GIROUX, 1994. *La contamination des cours d'eau par les pesticides dans les régions de culture intensive de maïs au Québec*. Ministère de l'Environnement, Sainte-Foy, 133 p.
- BPR Ingénieurs-conseils, 1995. *Analyse de la problématique des surplus d'engrais de ferme pour un groupe de municipalités du bassin versant de la rivière Chaudière. Diagnostic régional et avenues de solution possibles*. Rapport final présenté à FERTIOR, Coopérative de Fertilisation Organique, Saint-Bernard, 81 p., annexes.
- CANN, D.B., P. LAJOIE et P.C. STOBBE, 1948. *Études de sols des comtés de Shefford, Brome et Missisquoi dans la province de Québec*. Ministère fédéral de l'agriculture, Service des fermes expérimentales, Ottawa, 94 p., 3 cartes.
- CANN, D.B., et P. LAJOIE, 1950. *Études de sols des comtés de Stanstead, Richmond, Sherbrooke et Compton dans la province de Québec*. Ministère fédéral de l'agriculture, Service des fermes expérimentales, Ottawa.
- CARON, E., 1995. *Évaluation des effets résiduels d'azote de trois légumineuses utilisées dans des successions culturales avec le blé panifiable*. Mémoire de maîtrise n° 13617, Université Laval, Sainte-Foy, 99 p.
- CCMRE, 1987 (rév. 1989-1996). *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada*. Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement, Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux du CCMRE, Ottawa, 388 p.
- CHOINIÈRE, L., 1960. *Étude pédologique du comté de Drummond*. Ministère provincial de l'Agriculture, Division des sols, Sainte-Anne de la Pocatière, Faculté d'Agriculture, 167 p., 1 carte.

- CLUIS, D., et H. DUROCHER, 1976. *Étude intégrée de la qualité des eaux des bassins versants des rivières Saint-François et Yamaska. Volume 3 : Secteur du modèle d'apports. Rapport final.* INRS-Eau, Université du Québec, Québec, 105 p.
- COBARIC, 1996. *Vers une gestion intégrée et globale des eaux du Québec. Rapport final du comité de bassin de la rivière Chaudière.* Comité de bassin de la rivière Chaudière, 67 p., 7 annexes.
- CPVQ, 1996. *Grilles de références en fertilisation.* Conseil des productions végétales du Québec inc., Québec, Agdex 540, 2^e édition, 128 p.
- DESJARDINS, Y., 1994. *Communication personnelle.* Université Laval, Département de phytologie, Sainte-Foy.
- DUROCHER, H., et A. SYLVESTRE, 1978. *Étude de la qualité du milieu aquatique du bassin de la rivière Yamaska : portrait physique et socio-économique (rapport sectoriel).* Programme de connaissances intégrées, ministère de l'Environnement, Québec, 45 p.
- E.A.T. Consultants inc., 1990. *Guide technique sur la conception des installations septiques communautaires (petites agglomérations).* Pour la Société québécoise d'assainissement des eaux, Montréal, p. 4-8.
- EPA, 1991. *Technical Support Document for Water Quality-based Toxics Control.* U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 145 p., 16 annexes.
- FAO, 1992. *Développement durable et environnement. Les politiques et activités de la FAO, Stockholm 1972 – Rio 1992.* Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome.
- GANGBAZO, G., 1996. Expériences de contrôle de la pollution diffuse agricole à l'échelle du bassin versant. *Vecteur Environnement*, 29 (2) : 65-71.
- GANGBAZO, G., 1995. Le défi de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant en milieu rural. *Vecteur Environnement*, 28 (6) : 23-30.
- GANGBAZO, G., et J. BUTEAU, 1985. *Analyse de la gestion des fumiers dans le bassin versant de la rivière Yamaska : État de situation et éléments de solution.* ministère de l'Environnement, Sainte-Foy, 106 p.
- GANGBAZO, G., D. CLUIS et C. BERNARD, 1994. Contrôle de la pollution diffuse agricole à l'échelle du bassin versant. *Sciences et techniques de l'eau*, 27 (2) : 33-39.
- GARIÉPY, S., M. OUELLET et M. CROWLEY, 1996. L'implication des programmes d'aide à la recherche scientifique dans la protection des ressources en eau en zones agricoles : l'expérience du Québec. Dans : *Colloque ESRA '96 - L'eau souterraine en région agricole*, Poitiers, 9-12 septembre 1996, p. S1-37-39.
- GESTAFOR CONSULTANTS INC., 1995. *Caractéristiques de la bande riveraine des rivières Yamaska et Chaudière et de leurs principaux tributaires.* Pour le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec et Environnement Canada, Québec, 13 p., annexes.

- GIROUX, I., 1993 (rév. 1994). *Contamination de l'eau souterraine par l'aldicarbe dans les régions de culture intensive de pommes de terre 1984-1991*. Ministère de l'Environnement, Direction des écosystèmes aquatiques, Sainte-Foy, 61 p.
- GIROUX, I., 1995. *Contamination de l'eau souterraine par les pesticides et les nitrates dans les régions de culture de pommes de terre, campagnes d'échantillonnage 1991-1992-1993*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, 61 p.
- GIROUX, I., 1998. *Impact de l'utilisation des pesticides sur la qualité de l'eau des bassins versants des rivières Yamaska, L'Assomption, Chaudière et Boyer*. Saint-Laurent Vision 2000 et ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec (en préparation).
- GIROUX, I., M. DUCHEMIN. et M. ROY, 1997. *Contamination de l'eau par les pesticides dans les zones de culture intensive du maïs au Québec, campagnes d'échantillonnage de 1994 et 1995*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, 54 p., 6 annexes.
- Gouvernement du Québec, 1984. *Règlement sur l'eau potable (Q-2, r.4.1)*, révisé en 1989. Éditeur officiel, Québec, 7 p.
- Gouvernement du Québec, 1997. *Budget 1997-1998. Discours sur le budget et renseignements supplémentaires*. Ministère des Finances, Québec.
- GRÉGOIRE, F., 1997. *Bilan des ventes de pesticides au Québec en 1995*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 88 p.
- HÉBERT, S., 1997. *Développement de l'indice bactériologique et physico-chimique de l'eau*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, 20 p., 4 annexes.
- HELSEL, Z.R., 1987. *Energy in plant nutrition and pest control*. Elsevier pub. Co., 293 p.
- HOULE, B., 1994. *Effet de l'azote minéral sur le rendement, les prélèvements d'azote, la fixation symbiotique d'azote atmosphérique et les bilans azotés d'une culture de féverole (Vicia faba L.)*. Mémoire de maîtrise n° 13232, Université Laval, Sainte-Foy, 85 p.
- KNOTT, J.E., 1957. *Handbook for vegetable growers*. John Wiley and sons, inc., 390 p.
- LAFLAMME, L., 1996. *Communication personnelle*. Agriculture Canada, Station de recherche de Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec.
- LAFRANCE, P., et O. BANTON, 1996. *Évaluation environnementale des pratiques culturales sur maïs pour la réduction des pertes d'herbicides, rapport final*. INRS-EAU et F. Bernard Experts Conseils Inc., pour le ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 6 vol.
- LAMONTAGNE, L., 1991. *Étude pédologique du comté de Saint-Hyacinthe (Québec) volume 1 : Description et interprétation des unités cartographiques*. Équipe pédologique de Québec, Centre de recherche sur les terres, Agriculture Canada, Sainte-Foy (Québec), 255 p., 6 feuillets.

- LAPLANTE, L., 1959. *Étude pédologique du comté de Bagot*. Ministère provincial de l'Agriculture, Division des sols, Sainte-Anne de la Pocatière, Faculté d'Agriculture, 159 p., 1 carte.
- LAPLANTE, L., et L. CHOINIÈRE, 1954. *Étude pédologique des sols du comté d'Yamaska*. École Supérieure d'Agriculture, Sainte-Anne de la Pocatière, comté de Kamouraska, Faculté d'Agriculture, 151 p., 1 carte.
- LAREAU, M. 1996. *Communication personnelle*. Agriculture Canada, Station de recherche de Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec.
- LECOMTE, P., 1996. *Bilan des ventes de pesticides au Québec, 1992-1994*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Sainte-Foy, 91 p.
- LEGAULT, R., 1995. *Caractérisation bioanalytique des eaux usées de IBM Canada ltée - Bromont*. Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, déc. 1995, Montréal, 26 p.
- LEGAULT, R., 1996. *Caractérisation bioanalytique des eaux usées de Manufacturier Grandford inc. (Le) - Saint-Alphonse-de-Granby*. Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, mars 1996, Montréal, 29 p.
- LEGAULT, R., et M. HARWOOD, 1996. *Caractérisation bioanalytique des eaux usées de Les emballages Knowlton inc. - Lac-Brome*. Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, mars 1996, Montréal, 25 p.
- LGL, 1984. *Étude de faisabilité d'un programme de transport des lisiers dans le bassin hydrographique de la rivière Yamaska*. Lalonde, Girouard, Letendre et Associés Ltée pour le ministère de l'Environnement, Sainte-Foy, 107 p.
- LGL et UDA, 1990. *Analyse de la situation des surplus de lisier de la région de Yamaska*. Lalonde, Girouard, Letendre et Associés Ltée et Urgel Delisle et Associés pour le ministère de l'Environnement, Sainte-Foy, 105 p.
- MACHMEIER, R., et M. J. HANSEL, 1979. *Development of Innovative/Alternative Sewage Treatment Regulation*. University of Minnesota, St. Paul.
- MAM, 1994. *Répertoire des municipalités du Québec*. Ministère des Affaires municipales, Sainte-Foy, 890 p.
- MAPAQ, 1995. *Fichier d'enregistrement des producteurs agricoles*. Direction de l'environnement et du développement durable, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec.
- MAPAQ, 1996. *Rapports d'activités 1995-1996 du bureau régional Richelieu - Saint-Hyacinthe*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec.
- McCORMACK, R., 1985. *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution, bassin de la rivière Yamaska*. Ministère de l'Environnement, Direction des eaux souterraines et de consommation, Québec, 1 carte.

- McCORMACK, R., et R. LACOULINE, 1996. Eaux souterraines – état des connaissances. Dans : *Colloque sur la gestion de l'eau en milieu rural – Stratégie de gestion : vers une vision commune*, Conseil des productions végétales du Québec, Québec, p. 53.
- MEF, 1996a. *Projet de politique de protection et de conservation des eaux souterraines*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des politiques des secteurs agricole et naturel, Québec, 35 p.
- MEF, 1996b. *La problématique des eaux souterraines au Québec*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des politiques des secteurs agricole et naturel, Québec, 73 p.
- MEF, 1996c. *Plan d'action pour la mise en oeuvre de la politique de protection et de conservation des eaux souterraines*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des politiques des secteurs agricole et naturel, Québec, 89 p.
- MEF, 1997a. *Québec donne le feu vert à la seconde phase du projet pilote de gestion intégrée de l'eau à l'échelle du bassin versant de la rivière Chaudière*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, communiqué de presse, 24 novembre 1997, Sainte-Marie, 1 p.
- MEF, 1997b. *Système informatisé eau potable*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des politiques du secteur municipal, Québec.
- MENVIQ, 1990 (rév. 1992). *Critères de qualité de l'eau*. Ministère de l'Environnement, Direction de la qualité des cours d'eau, Québec, 423 p.
- MERCIER, M., et D. GAUDREAU, (1996). La contamination de l'eau des puits privés par les nitrates en milieu rural en Montérégie. *Bulletin d'information en santé environnementale*, 7 (6) : 6-7.
- MORIN, D. (1995). *Communication personnelle*. Régie des assurances agricoles du Québec, Lévis, Québec.
- OCDE, 1994. *Indicateurs d'environnement : corps central de l'OCDE*. Organisation de coopération et de développement économique, Paris, 159 p.
- Office de la langue française, 1981. *Dictionnaire de l'eau*. Association québécoise des techniques de l'eau et Office de la langue française, Québec, 544 p.
- OMS, 1994. *Directives de qualité pour l'eau de boisson*. Organisation mondiale de la santé, Genève, 2^e édition, vol. 1, 197 p.
- PARÉ D., 1978. *Étude hydrogéologique – bassin versant de la Yamaska*. Ministère des Ressources naturelles, Direction générale des eaux, Programme de connaissances intégrées, rapport E.B-3, Québec, 55 p.
- POTVIN, P., 1976. *Relation entre l'état trophique d'un lac et l'utilisation du territoire dans son bassin versant*. Institut national de la recherche scientifique (INRS-Eau), Sainte-Foy, thèse de maîtrise, 137 p.
- PRIMEAU, S., 1996. *Communication personnelle*. Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement et de la Faune, Montréal.

- PRIMEAU, S., 1998a. *Communication personnelle*. Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement et de la Faune, Montréal.
- PRIMEAU, S., 1998b. Qualité des eaux du bassin de la rivière Yamaska, 1979 à 1994. Dans : ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), *Le bassin de la rivière Yamaska : l'état de l'écosystème aquatique*, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec (en préparation).
- PRIMEAU, S., et Y. GRIMARD, 1990. *Rivière Yamaska 1975-1988*. Ministère de l'Environnement, Direction de la qualité des cours d'eau, Québec, 2 volumes, 136 p. et 150 p.
- REISS, R., F. PERRON, J. PARÉ, et R. ST-JEAN, 1984. *Les pesticides en agriculture au Québec en 1982*. Environnement Canada et ministère de l'Environnement du Québec, 134 p., annexes.
- SAINT-PIERRE, C.-A., et G. GENDRON, 1982. *Les céréales et le maïs*. Les Presses de l'Université Laval, Sainte-Foy, 219 p.
- SHELTON, I. J., G. J. WALL et D. R. COOTE, 1990. *Risque d'érosion hydrique : Ontario-Sud*. Agriculture Canada, Centre de recherche sur les terres, Inventaire des sols du Canada, 9 p.
- SICCFA, 1985. *Western Fertilizer Handbook*. Soil Improvement Committee, California Fertilizer Association, The Interstate Printers and Publishers, inc., 7^e édition, 288 p.
- SIMONEAU, M., 1991. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Chaudière 1976-1988*. Ministère de l'Environnement, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, 207 p.
- SLV 2000, 1996. *Pour une eau de qualité en milieu rural... comprendre et agir collectivement*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 35 p.
- SNBSC, 1993. *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*. Santé et Bien-être social Canada, 5^e édition, 24 p.
- SQUILLACE, P. J., et E. T. FURLONG, 1993. Groundwater as a non point source of atrazine and deethylatrazine in a River during base flow conditions. *The American Geophysical Union*, p. 1719-1729.
- STATBEC, 1989. *Étude sur la gestion des fumiers*. Pour le ministère de l'Environnement et le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec, 35 p.
- TABI, M., L. TARDIF, D. CARRIER, G. LAFLAMME et M. ROMPRÉ, 1990a. *Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec - Région 10*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec, 111 p.
- TABI, M., L. TARDIF, D. CARRIER, G. LAFLAMME et M. ROMPRÉ, 1990b. *Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec - Rapport Synthèse*. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec, 17 p.
- UNEP, 1988. *Assessment of multiple objective water resources projects : approaches for developing countries*. United Nations Environment Program, United Nations, New York, 125 p.

- VDEC et NYSDEC, 1997. *Phosphorus budget, model and load reduction strategy for Lake Champlain : Lake Champlain diagnostic - Feasibility study*. Final Report, Janvier 1997, Vermont Department of Environmental Conservation et New York State Department of Environmental Conservation, 130 p.
- WISCHMEIER, W. H., et D. D. SMITH, 1965. *Predicting rainfall-erosion loss from cropland east of the Rocky Mountains*. U.S. Department of agriculture, Agriculture Handbook n° 282, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- WISCHMEIER, W. H., C.B. JOHNSON et B. V. CROSS, 1971. A Soil erodability nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, 26 : 189-193.

ANNEXES

ANNEXE 1

LES CRITÈRES DE QUALITÉ DE L'EAU ET PÉRIODES CRITIQUES POUR LES DESCRIPTEURS DE L'ÉTUDE

- 1.1 Les critères de qualité de l'eau pour les pesticides
- 1.2 Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour l'azote
- 1.3 Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour le phosphore
- 1.4 Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour les matières en suspension
- 1.5 Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour les coliformes fécaux

Annexe 1.1 Les critères de qualité de l'eau pour les pesticides

Parmi les normes ou critères utilisés pour les pesticides, il y a les normes sur l'eau potable établies par le ministère de l'Environnement et de la Faune dans le *Règlement sur l'eau potable* (Gouvernement du Québec, 1984) ou les valeurs guides ou recommandations formulées par Santé Canada (SNBSC, 1993). Lorsque certains produits ne possèdent pas de recommandation à l'échelle canadienne, on peut aussi utiliser les valeurs adoptées par l'Organisation mondiale de la santé ou par l'EPA aux États-Unis. Chacune de ces valeurs est basée sur une consommation à vie et représente la concentration à laquelle une substance peut se trouver dans l'eau potable sans entraîner d'effets néfastes sur la santé (SNBSC, 1993; OMS, 1994). Le respect de ces valeurs indique que l'eau est propre à la consommation. Comme elles sont basées sur une consommation à vie, un dépassement occasionnel du critère ou de la norme ne signifie pas nécessairement que l'eau est impropre à la consommation, mais révèle la nécessité d'actions correctrices pour éviter que la situation ne s'aggrave ou perdure.

Les critères pour la protection de la vie aquatique sont sans doute les plus utilisés pour l'interprétation des résultats pour les concentrations de pesticides décelées dans les cours d'eau. Au Québec, les références utilisées sont les critères reconnus par le ministère de l'Environnement et de la Faune (MENVIQ, 1990, rév. 1992) ou par les mises à jour du Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (CCMRE, 1987, rév. 1989-1996). Plus spécifiquement, le critère utilisé est la «toxicité aquatique chronique». C'est la concentration maximale d'un produit à laquelle les organismes peuvent être exposés toute leur vie sans subir d'effets néfastes. Les substances décelées dans l'eau en concentration excédant ces critères peuvent avoir des impacts négatifs sur l'écosystème aquatique, c'est-à-dire sur la faune et la flore qui s'y trouvent. En pratique, on considère que la situation est préoccupante lorsque la concentration moyenne d'un polluant, sur quatre jours consécutifs, dépasse le critère de qualité de l'eau (EPA, 1991).

En milieu agricole, l'eau peut aussi servir à l'abreuvement des animaux ou à l'irrigation des cultures en champ ou en serre. À moins d'indications contraires, les recommandations établies pour l'eau potable destinée à la consommation humaine prévalent également pour l'abreuvement des animaux (CCMRE, 1987, rév. 1989-1996). Les recommandations pour les eaux d'irrigation sont plus rares. En agronomie, la phytotoxicité de certains herbicides pour les cultures de rotation est bien connue. Ces recommandations portent généralement sur les herbicides, car les produits sont les plus susceptibles de causer des dommages aux cultures irriguées.

En ce qui concerne les pesticides indiqués au tableau, ils ne semblent pas poser de problèmes quant à la contamination des organismes aquatiques. En effet, parce que la propension des pesticides à se bioaccumuler dans les organismes est faible, les usages de consommation d'organismes aquatiques par l'humain ou la faune piscivore ne seront pas altérés. C'est pourquoi aucun critère de qualité couvrant ces usages de l'eau n'apparaît.

Toutefois, l'utilisation des critères de qualité de l'eau comporte certaines lacunes, puisque des critères n'ont pas été développés pour tous les pesticides et qu'ils ne tiennent pas compte de la présence simultanée de plusieurs pesticides dans le milieu aquatique. Or, les récents programmes de mesure des pesticides dans les cours d'eau indiquent que les organismes aquatiques sont typiquement exposés à la présence de plusieurs pesticides, soit simultanément ou de façon séquentielle.

Les critères de qualité de l'eau pour les pesticides

Pesticides	Recommandations eau potable (µg/l)	Critères pour la protection de la vie aquatique (µg/l)
Aldicarbe	9	--
Atrazine	5	2
Azinphos-méthyl	20	0,005
Captane	--	1,3
Carbaryl	90	0,2
Carbofuran	90	1,75
Chlorothalonil	--	0,18
Chlorpyrifos	90	0,04
Cyanazine	10	2
2,4-D	100	4
Diazinon	20	0,003
Dicamba	120	10
Diméthoate	20	6,2
Disulfoton	--	0,05
Diuron	150	1,6
Glyphosate	280	65
Linuron	--	7
Malathion	190	0,1
MCPA	--	2,6
MCPB	--	--
Mécoprop	--	--
Méthyl-parathion	--	--
Métolachlore	50	8
Métribuzine	80	1
Phorate	2	--
Simazine	10	10
Tébuthiuron	--	1,6
Terbufos	1	00
Trifluraline	45	0,1

Source : Berryman et Giroux (1994)

Annexe 1.2 Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour l'azote

Les critères et les périodes critiques (MENVIQ, 1990, rév. 1992) pour les formes ammoniacque, nitrates et nitrites sont présentés ci-après. La toxicité de l'ammoniacque est proportionnelle à la qualité d'ions ammonium dissociés (NH_4^+) et dépend du pH et de la température des eaux. Pour l'eau potable, on recommande une concentration inférieure à 0,5 mg/l d'ammoniacque.

	USAGES				
	Eau brute d'approvisionnement	Récréation, esthétique	Contact direct	Contact indirect	Vie aquatique
Critère ammoniacque	0,5 mg/l N	Aucun	Aucun	Aucun	(formule)
Période critique	Année	S.O. ¹	S.O.	S.O.	Année
Critères nitrates (NO_3)	10 mg/l N	Aucun	Aucun ¹	Aucun	Toxicité chronique : 40 mg/l N Toxicité aiguë : 200 mg/l N
Périodes critiques	Année	S.O.	1 ^{er} juin - 30 sept.	S.O.	Année
Critères nitrites (NO_2)	1 mg/l N	Aucun	Aucun ²	Aucun	Toxicité chronique : 0,02 mg/l N Toxicité aiguë : 0,06 mg/l N
Périodes critiques	Année	S.O.	1 ^{er} juin - 30 sept.	S.O.	Année

1 Sans objet

2 Dans certains cas, le critère pour l'eau potable est retenu pour tenir compte de l'ingestion possible pendant la baignade

Annexe 1.3 Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour le phosphore

Le tableau qui suit présente les critères de qualité de l'eau et les périodes critiques par usage aquatique pour le phosphore (MENVIQ, 1990, rév. 1992). Pour la vie aquatique, le but est de limiter le plus possible la prolifération non naturelle d'algues et de plantes aquatiques et de permettre ainsi un développement équilibré. Dans les cas de lacs, réservoirs et zones très stagnantes (et des cours d'eau localisés en amont de ceux-ci), le critère à respecter est 0,02 mg/l P à l'année. Ce critère tient compte du caractère stagnant de ces plans d'eau et de la possibilité d'accumulation du phosphore dans les cuvettes lacustres, lequel risque d'être bio-disponible les années suivantes. Pour ce qui est des cours d'eau situés en aval de lacs ou réservoirs, le critère de qualité est haussé à 0,033 mg/l P pour tenir compte du caractère dynamique de l'écoulement des eaux. Le contrôle du phénomène d'eutrophisation sert aussi à rendre plus agréables l'esthétique des plans d'eau et, par la même occasion, la pratique d'activités récréatives de contact. Les périodes critiques pour ces usages correspondent aux périodes où ces activités se pratiquent.

	USAGES				
	Eau brute d'approvisionnement	Récréation, esthétique	Contact direct	Contact indirect	Vie aquatique
Critère phosphore total (rivière)	0,03 mg/l P (esthétique) ¹	0,03 mg/l P	0,03 mg/l P (esthétique)	0,03 mg/l P (esthétique)	0,03 mg/l P
Périodes² critiques (rivière)	15 mai - 15 nov. ³ 15 mai - 15 oct.	15 mai - 15 nov. 15 mai - 15 oct.	1 ^{er} juin - 30 sept.	15 mai - 31 oct. ⁴ 15 mai - 15 oct.	15 mai - 15 nov. 15 mai - 15 oct.
Critère phosphore total (lacs)	0,02 mg/l P (esthétique)	0,02 mg/l P	0,02 mg/l P (esthétique)	0,02 mg/l P (esthétique)	0,02 mg/l P
Périodes² critiques (lacs)	15 mai - 15 nov. 15 mai - 15 oct.	15 mai - 15 nov. 15 mai - 15 oct.	1 ^{er} juin - 30 sept.	15 mai - 31 oct. 15 mai - 15 oct.	Année

1 La mention «esthétique» signifie que l'usage est toujours possible même si le critère est dépassé, mais dans des conditions qui risquent d'être beaucoup moins agréables.

2 Bien que les périodes critiques pour les usages sont celles indiquées au tableau, le caractère particulier du phosphore nécessite un contrôle des apports correspondant à la période critique pour la vie aquatique.

3 La période du 15 mai au 15 novembre s'applique (période où le risque d'eutrophisation est manifeste) à tous les cours d'eau du Québec, à l'exception de ceux du versant nord du fleuve Saint-Laurent se déversant en aval du lac Saint-Pierre et ceux du versant sud à l'est de la rivière du Sud, pour lesquels la période du 15 mai au 15 octobre est retenue.

4 La période du 15 mai au 31 octobre s'applique à tous les cours d'eau du Québec, à l'exception de ceux du versant nord du fleuve Saint-Laurent se déversant en aval du lac Saint-Pierre et ceux du versant sud à l'est de la rivière du Sud, pour lesquels la période du 15 mai au 15 octobre est retenue.

Annexe 1.4 Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour les matières en suspension (MES)

Les critères et les périodes critiques par usage aquatique établis pour les matières en suspension sont donnés ci-après. Sur la base des critères du Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement (CCMRE, 1987, rév. 1989-1996), le MEF (MENVIQ, 1990, rév. 1992) considère qu'une augmentation de plus de 10 mg/l ou d'au plus 10 % du taux naturel des MES, si celui-ci est plus de 100 mg/l, est suffisante pour nuire significativement au développement équilibré de la faune aquatique de ce milieu. Ce critère s'applique à l'année. Pour ce qui est des activités récréatives, les études de la DÉA démontrent qu'une augmentation des MES équivalant à 30 % de la qualité en amont est nécessaire pour être esthétiquement significative. La période critique pour ce critère correspond aux périodes d'usages.

	USAGES			
	Récréation, esthétique	Contact direct	Contact indirect	Vie aquatique
Critères MES	+ 30 % qualité amont	+ 30 % qualité amont (esthétique) ¹	+ 30 % qualité amont (esthétique) ¹	+ 10 mg/l
Périodes critiques	15 mai - 15 déc.	1 ^{er} juin - 30 sept.	1 ^{er} mai - 31 oct.	Année

1 La mention «esthétique» signifie que l'usage est toujours possible même si le critère est dépassé, mais dans des conditions qui risquent d'être beaucoup moins agréables.

Annexe 1.5 Les critères de qualité de l'eau et périodes critiques pour les coliformes fécaux

Pour évaluer les eaux propices aux activités de contact direct, il faut prélever plusieurs échantillons, et la moyenne géométrique du nombre de bactéries coliformes fécales mesurées ne doit pas dépasser 200/100 ml. En ce qui concerne les activités de contact indirect, la moyenne géométrique ne doit pas dépasser 1 000/100 ml, tandis que pour la consommation humaine, aucune bactérie ne doit être détectée une fois l'eau traitée. Pour la vie aquatique, aucun critère n'est retenu. Le tableau résume les critères applicables aux diverses activités ainsi que leurs périodes critiques pour le paramètre coliforme fécal (MENVIQ, 1990, révision 1992).

	USAGES				
	Eau d'approvisionnement	Récréation esthétique	Contact direct	Contact indirect	Vie aquatique
Critères coliformes fécaux	< 1000 CF/100 ml (eau brute)	Aucun	< 200 CF/100 ml	< 1000 CF/100 ml	Aucun
Périodes critiques	Année	S.O. ¹	1 ^{er} juin – 30 sept.	1 ^{er} mai - 31 oct.	S.O.

1 Sans objet.

ANNEXE 2

DONNÉES AGROENVIRONNEMENTALES DE BASE

- 2.1 Les équivalences entre le cheptel et les unités animales
- 2.2 Les prélèvements et rendements des cultures du bassin versant de la rivière Chaudière
- 2.3 Les besoins agronomiques des cultures du bassin versant de la rivière Chaudière selon l'AFEQ (1994)
- 2.4 La production brute de déjections et de nutriments par le cheptel du bassin versant de la rivière Chaudière

Annexe 2.1 Les équivalences entre le cheptel et les unités animales

Animaux	U.A.	Animaux	U.A.
SUIDÉS		GALLINACÉS	
- truie		- poules pondeuses (incubation et consommation)	125
- truie de remplacement	4	- poule	125
- verrat	4	- poulette (< 20 semaine)	125
- porc à l'engrais	5	- poulet de grain	250
- porcelet	5	- poulet à griller	250
- sanglier	25	- gros poulet	125
- marcassin	5	- dindon de reproduction, lourd, à griller	75
	25	- caille	1 500
		- faisan	125
		- pintade	300
		- paon	125
		- perdrix	125
BOVINS LAITIERS		BOVINS DE BOUCHERIE	
- vache	1	- vache	1
- taureau	1	- génisse de remplacement	2
- génisse	2	- taure	2
- taure	2	- veau de grain	5
- veau de lait	5	- bouvillon	2
- autre veau	5	- finition	2
		- semi-finition	2
		- taureau	1
		- veau (< 1 an)	5
		- embouche	5
		- bison	1
ANATIDÉS		CAPRINS	
- canard	125	- chèvre	6
- oie	125	- bouc	5
- bernache	125		
OVINS		ÉQUIDÉS	
- brebis, bélier	4	- jument	1
- agneau de lait	6	- pouliche	1
- agneau léger	6	- hongre	1
- agneau lourd	6	- poulain	1
		- étalon	1
		- âne	1
		- mule	1
		- poney	5
LÉPORIDÉS		FOURRURE	
- lapine	40	- chinchilla	375
		- vison	100
		- renard	40
		- lynx	5

Annexe 2.2 Les prélèvements et rendements des cultures du bassin versant de la rivière Chaudière

Cultures	Prélèvements ¹				Rendements ² (kg/ha)
	N résidus (kg/t)	P résidus (kg/t)	N exportations (kg/t)	P exportations (kg/t)	
Avoine	6,90	0,99	17,80	3,90	2 671
Blé blanc tendre	6,90	0,99	18,80	3,90	2 851
Blé roux fourrager	6,90	0,99	18,80	3,90	2 851
Blé roux panifiable printemps	6,90	0,99	18,80	3,90	2 851
Blé roux panifiable automne	6,90	0,99	18,80	3,90	2 851
Colza ou canola	0,00	0,00	16,20	2,70	2 300
Céréales mélangées	6,90	0,99	18,80	3,90	2 800
Féverole	5,00	2,13	8,00	2,60	3 200
Haricot sec	1,25	0,04	13,81	0,30	2 000
Lupin	5,00	2,13	8,00	2,60	3 100
Maïs-grain	6,80	1,10	15,00	3,00	5 584
Orge	6,90	0,99	17,80	3,90	2 851
Pois sec	1,14	0,11	5,00	0,33	2 500
Sarrazin	25,24	1,47	-	-	1 100
Seigle	5,10	0,85	13,83	3,16	2 100
Soya	5,00	2,13	8,00	2,60	2 900
Tournesol	6,90	0,99	17,80	3,90	0
Autres céréales	6,90	0,99	17,80	3,90	2 851
Bleuet cultivé	-	-	19,80	5,30	2 000
Cerise	-	-	29,50	16,70	0
Canneberge	-	-	-	-	15 000
Pommier nain	-	-	1,07	0,15	20 250
Cantaloup	-	-	3,33	0,47	0
Pommier semi-nain	-	-	1,12	0,16	19 000
Fraise	-	-	1,00	0,22	8 660
Pommier standard	-	-	0,79	0,11	2 660
Framboise	-	-	1,00	0,12	3 345
Poire	-	-	2,58	0,33	0
Vigne	-	-	3,79	0,60	6 300
Prunier	-	-	2,73	0,40	0
Autres fruits	-	-	-	-	0
Ail	1,33	0,15	1,00	0,16	3 844
Artichaut	0,81	0,08	1,45	0,17	6 800
Asperge	-	-	6,06	1,20	1 200
Aubergine	1,92	0,23	0,41	0,06	411
Betterave	3,01	0,00	1,50	0,08	21 936
Brocoli	-	-	2,27	0,33	13 550
Carotte	2,18	0,14	0,84	0,15	20 211
Carotte de transformation	2,18	0,14	0,84	0,15	34 017
Céleri	-	-	1,25	0,32	30 000
Choux	-	-	1,33	0,16	31 502
Choux de bruxelle	-	-	1,33	0,16	5 123

Cultures	Prélèvements ¹				Rendements ² (kg/ha)
	N résidus (kg/t)	P résidus (kg/t)	N exportations (kg/t)	P exportations (kg/t)	
Choux chinois	-	-	1,33	0,16	30 000
Choux-fleur	-	-	1,48	0,22	15 002
Choux-fleur de transformation	-	-	1,48	0,22	11 747
Citrouille	1,67	0,21	0,87	0,09	45 000
Concombre	1,92	0,23	0,41	0,06	14 000
Cornichon de transformation	1,92	0,23	0,41	0,06	21 558
Courge	1,49	0,08	0,46	0,08	7 602
Échalote	1,33	0,15	1,00	0,16	4 341
Endive	1,33	0,15	1,00	0,16	9 000
Épinard	-	-	2,28	0,29	5 250
Fines herbes	-	-	0,70	0,08	3 747
Gourgane	1,25	0,04	13,81	0,30	2 500
Haricot frais	1,25	0,04	13,81	0,30	4 252
Haricot de conserverie	1,25	0,04	13,81	0,30	4 252
Laitue	-	-	1,06	0,13	19 500
Maïs sucré	2,79	0,45	6,18	1,24	11 500
Maïs de conserverie	2,79	0,45	6,18	1,24	11 500
Oignon	1,33	0,15	1,00	0,16	32 593
Panais	1,59	0,25	1,00	0,16	13 852
Piment	1,36	0,57	0,68	0,50	18 458
Poireau	1,33	0,15	1,00	0,16	26 500
Pois frais	1,14	0,11	5,00	0,33	3 160
Pois de conserverie	1,14	0,11	5,00	0,33	3 160
Pomme de terre	2,21	0,11	1,56	0,17	20 500
Pomme de terre semence	2,21	0,11	1,56	0,17	20 500
Radis	2,18	0,14	0,84	0,15	8 380
Rhubarbe	-	-	1,25	0,32	29 700
Rutabaga	1,82	0,09	1,14	0,16	34 419
Tomate	6,62	1,09	1,19	0,13	19 623
Tomate de conserverie	6,62	1,09	1,19	0,13	35 912
Autres légumes	1,62	0,13	1,39	0,17	16 002
Luzerne	-	-	18,90	2,60	6 300
Mil, trèfle, millet, etc.	-	-	15,60	2,60	5 502
Maïs fourrager	0,00	0,00	12,14	2,19	11 424
Autres céréales ens. ou fourragères	0,00	0,00	15,55	2,46	7 742
Pâturage amélioré	17,00	6,00	-	-	-
Pâturage naturel	17,00	6,00	-	-	-
Arbre de Noël	-	-	-	-	-
Gazon ³	-	-	146,00	34,00	nd
Tabac	-	-	54,00	2,00	1 600

1 Prélèvements adaptés de CPVQ (1996), Helsel (1987), Saint-Pierre et Gendron (1982), SICCFA (1985) et Knott (1957). Taux de fixation de l'azote atmosphérique par les légumineuses selon Caron (1995) et Houle (1994).

2 Rendements moyens compilés par Morin (1995), Laflamme (1996) et Lareau (1996).

3 Cas particulier, puisque aucun rendement n'est associé à la production de gazon. La valeur «prélèvement» est exprimée directement en kg/ha (Anstett, 1968, d'après Desjardins, 1994).

Annexe 2.3 Les besoins agronomiques des cultures du bassin versant de la rivière Chaudière selon l'AFEQ (1994)

Cultures	Classification des sols ¹	Fertilisants				
		N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)
Avoine	2	50,00	30,00	53,00	13,20	43,99
Blé blanc tendre	2	80,00	30,00	60,00	13,20	49,80
Blé roux fourrager	2	90,00	30,00	60,00	13,20	49,80
Blé roux panifiable printemps	2	105,00	30,00	60,00	13,20	49,80
Blé roux panifiable automne	2	95,00	30,00	60,00	13,20	49,80
Colza ou canola	2	100,00	45,00	45,00	19,80	37,35
Céréales mélangées	2	90,00	30,00	60,00	13,20	49,80
Féverole	3	25,00	90,00	135,00	39,60	112,05
Haricot sec	1	45,00	55,00	47,00	24,20	39,01
Lupin	3	25,00	90,00	135,00	39,60	112,05
Maïs-grain	2	180,00	70,00	90,00	30,80	74,70
Orge	2	70,00	30,00	55,00	13,20	45,65
Pois sec	1	20,00	55,00	45,00	24,20	37,35
Sarrazin	2	40,00	60,00	65,00	26,40	53,95
Seigle	2	75,00	30,00	55,00	13,20	45,65
Soya	1	45,00	57,00	50,00	25,08	41,50
Tournesol	2	90,00	45,00	60,00	19,80	49,80
Autres céréales	2	90,00	30,00	60,00	13,20	49,80
Bleuet cultivé	1	70,00	22,00	22,00	9,68	18,26
Cerise	1	34,00	20,00	25,00	8,80	20,75
Canneberge	1	28,00	25,00	25,00	11,00	20,75
Pommier nain	1	26,00	53,00	79,00	23,32	65,57
Cantaloup	1	135,00	70,00	52,00	30,80	43,16
Pommier semi-nain	1	26,00	53,00	79,00	23,32	65,57
Fraise	1	40,00	18,00	33,00	7,92	27,39
Pommier standard	1	26,00	53,00	79,00	23,32	65,57
Framboise	1	55,00	62,00	47,00	27,28	39,01
Poire	1	34,00	20,00	25,00	8,80	20,75
Vigne	1	34,00	20,00	25,00	8,80	20,75
Prunier	1	34,00	20,00	25,00	8,80	20,75
Autres fruits	1	47,00	40,00	40,00	17,60	33,20
Ail	1	150,00	65,00	52,00	28,60	43,16
Artichaut	1	150,00	60,00	70,00	26,40	58,10
Asperge	1	120,00	60,00	72,00	26,40	59,76
Aubergine	1	140,00	85,00	60,00	37,40	49,80
Betterave	1	110,00	65,00	70,00	28,60	58,10
Brocoli	1	135,00	102,00	72,00	44,88	59,76
Carotte	1	120,00	60,00	67,00	26,40	55,61
Carotte de transformation	1	120,00	60,00	67,00	26,40	55,61
Céleri	1	110,00	35,00	175,00	15,40	145,25
Choux	1	135,00	102,00	72,00	44,88	59,76
Choux de bruxelle	1	135,00	102,00	72,00	44,88	59,76
Choux chinois	1	135,00	102,00	72,00	44,88	59,76

Cultures	Classification des sols ¹	Fertilisants				
		N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)
Choux-fleur	1	135,00	102,00	72,00	44,88	59,76
Choux-fleur de transformation	1	135,00	102,00	72,00	44,88	59,76
Citrouille	1	45,00	80,00	120,00	35,20	99,60
Concombre	1	115,00	70,00	52,00	30,80	43,16
Cornichon de transformation	1	115,00	70,00	52,00	30,80	43,16
Courge	1	115,00	70,00	52,00	30,80	43,16
Échalote	1	150,00	65,00	52,00	28,60	43,16
Endive	1	51,00	5,00	25,00	2,20	20,75
Épinard	1	120,00	65,00	60,00	28,60	49,80
Fines herbes	1	50,00	40,00	60,00	17,60	49,80
Gourgane	1	25,00	75,00	72,00	33,00	59,76
Haricot frais	1	45,00	60,00	45,00	26,40	37,35
Haricot de conserverie	1	45,00	60,00	45,00	26,40	37,35
Laitue	1	135,00	80,00	60,00	35,20	49,80
Maïs sucré	1	120,00	75,00	87,00	33,00	72,21
Maïs de conserverie	1	120,00	75,00	87,00	33,00	72,21
Oignon	1	150,00	65,00	52,00	28,60	43,16
Panais	1	120,00	60,00	67,00	26,40	55,61
Piment	1	140,00	85,00	60,00	37,40	49,80
Poireau	1	150,00	65,00	52,00	28,60	43,16
Pois frais	1	35,00	55,00	45,00	24,20	37,35
Pois de conserverie	1	35,00	55,00	45,00	24,20	37,35
Pomme de terre	1	150,00	119,00	137,00	52,36	113,71
Pomme de terre semence	1	150,00	119,00	137,00	52,36	113,71
Radis	1	45,00	65,00	50,00	28,60	41,50
Rhubarbe	1	220,00	75,00	135,00	33,00	112,05
Rutabaga	1	35,00	75,00	68,00	33,00	56,44
Tomate	1	135,00	160,00	60,00	70,40	49,80
Tomate de conserverie	1	135,00	160,00	60,00	70,40	49,80
Autres légumes	1	45,00	60,00	45,00	26,40	37,35
Luzerne	1	40,00	63,00	250,00	27,72	207,50
Mil, trèfle, millet, etc	3	70,00	54,00	120,00	23,76	99,60
Maïs fourrager	1	180,00	75,00	117,00	33,00	97,11
Autres céréales ensilage ou fourragères	2	40,00	85,00	190,00	37,40	157,70
Pâturage amélioré	3	40,00	75,00	115,00	33,00	95,45
Pâturage naturel	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arbre de Noël	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gazon	-	191,00	79,00	90,00	34,76	74,70
Tabac	1	30,00	185,00	145,00	81,40	120,35

1 Adapté de Tabi *et al.* (1990a).

Classification des sols : 1=riche
2=moyennement riche
3=pauvre

Annexe 2.4 La production brute de déjections et de nutriments par le cheptel du bassin versant de la rivière Chaudière

Cheptel	Facteurs de claustration du cheptel ¹ (%)	Volumes de déjections (l/jour)	Production de fertilisants ²		
			N (kg/bête/an)	P (kg/bête/an)	K (kg/bête/an)
Vache laitière	75	49,00	118,57	18,48	61,42
Taure laitière	55	30,00	84,43	13,82	53,29
Génisse laitière	90	20,00	52,43	8,58	33,12
Autres petits veaux de lait	100	4,00	21,14	3,43	11,37
Taureau laitier	50	34,00	117,14	13,82	53,20
Vache de boucherie	60	26,00	80,00	15,40	38,18
Taure de boucherie	80	22,00	67,86	13,86	35,86
Génisse de remplacement	80	18,00	65,43	13,38	34,53
Bouvillon de semi-finition	95	16,00	39,57	7,74	11,45
Bovins de finition	100	24,00	65,43	13,38	34,53
Taureau de boucherie	60	34,00	109,57	12,89	49,63
Veau de boucherie	90	10,00	26,43	3,43	8,63
Veau d'embouche	50	10,00	29,57	3,39	11,21
Veau lourd de lait	100	8,00	9,86	4,14	7,30
Veau de grain	100	8,00	24,29	8,84	8,63
Truie	100	16,50	19,86	5,98	8,13
Truie de remplacement	100	8,30	16,57	5,76	9,30
Verrat	100	11,30	22,57	7,83	12,70
Porcelet	100	1,30	3,14	0,84	1,49
Porc à l'engrais	100	5,80	12,29	2,64	3,90
Brebis	60	2,80	0,27	0,10	0,13
Agnelle	60	1,00	0,36	0,13	0,16
Bélier	60	2,80	2,70	0,99	1,26
Agneau lait	60	0,50	11,14	3,43	3,65
Agneau léger	60	1,50	11,14	3,43	3,65
Agneau lourd	60	1,90	11,14	3,43	3,65
Jument de course	100	30,00	2,57	0,92	2,32
Jument de selle	100	30,00	7,71	2,77	7,06
Jument de trait	100	30,00	7,71	2,77	7,06
Pouliche de course	100	21,00	2,57	0,92	2,32
Pouliche de selle	100	21,00	7,71	2,77	7,06
Pouliche de trait	100	21,00	7,71	2,77	7,06
Hongres de course	100	26,00	2,57	0,92	2,32
Hongres de selle	100	26,00	7,71	2,77	7,06
Hongres de trait	100	26,00	7,71	2,77	7,06
Poulin de course	100	21,00	2,57	0,92	2,32
Poulin de selle	100	21,00	7,71	2,77	7,06
Poulin de trait	100	21,00	7,71	2,77	7,06
Étalon de course	100	26,00	2,57	0,92	2,32
Étalon de selle	100	26,00	7,71	2,77	7,06
Étalon de trait	100	26,00	7,71	2,77	7,06
Poule (oeufs de consommation)	100	0,11	0,70	0,15	0,57
Poule, poulette (oeufs d'incubation)	100	0,11	0,70	0,15	0,57

Cheptel	Facteurs de claustration du cheptel ¹ (%)	Volumes de déjections (l/jour)	Production de fertilisants ²		
			N (kg/bête/an)	P (kg/bête/an)	K (kg/bête/an)
Poulet à griller	75	0,08	0,44	0,15	0,42
Gros poulet	85	0,10	0,76	0,26	0,29
Poulet de grain	100	0,10	0,44	0,06	0,29
Poule, poulette (-20 sem.)	90	0,08	0,36	0,09	0,20
Dindon de reproduction	95	0,34	2,71	0,75	0,66
Dindon lourd	95	0,28	2,57	0,66	0,66
Dindon à griller	85	0,13	1,86	0,48	0,42
Canard	0	0,20	0,77	0,28	0,36
Caille	100	0,01	0,04	0,01	0,02
Faisan	0	0,07	0,27	0,10	0,13
Oie	0	0,70	2,70	0,99	1,26
Pintade	0	0,09	0,36	0,13	0,16
Chèvre laitière	60	4,50	22,57	5,02	22,74
Chèvre angora	60	3,00	14,71	3,30	14,86
Chinchillas	100	0,08	4,57	0,04	0,08
Lapine	100	1,20	0,86	0,31	0,50
Renarde	100	0,55	1,00	0,35	0,50
Vison	100	0,20	0,43	0,13	0,17
Sanglier	100	16,50	16,00	6,03	8,96
Cervidé	0	20,00	20,00	3,12	29,88
Bison	0	24,00	51,43	10,87	33,28

1 Adaptés de BPR Ingénieurs-conseils (1995).

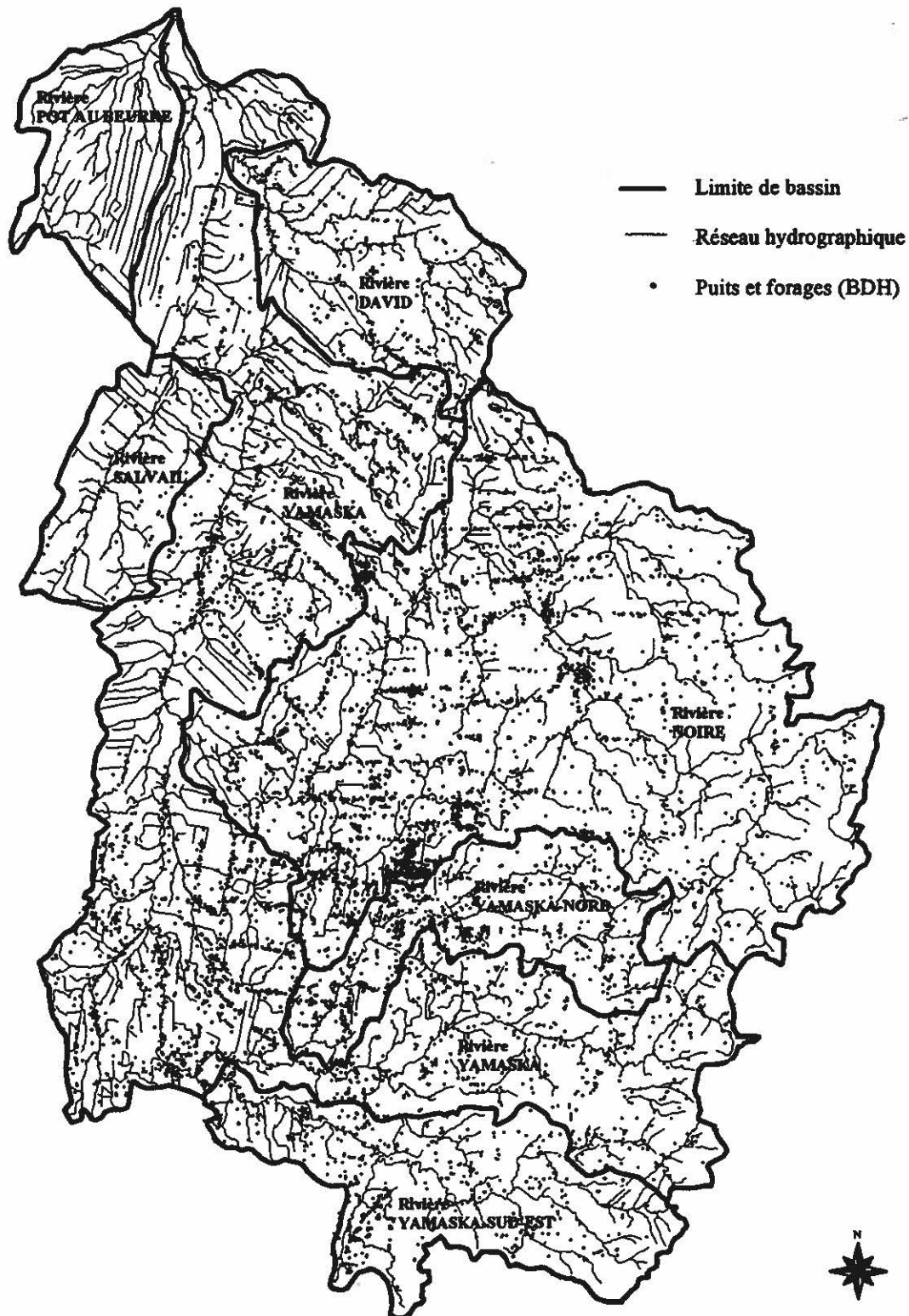
2 Beaudet (1996) et adapté de ASAE (1989).

ANNEXE 3

DISTRIBUTION DES PUIITS ET FORAGES

DANS LE BASSIN VERSANT DE LA

RIVIÈRE YAMASKA



Annexe 3 **Distribution des puits et forages dans le bassin versant de la rivière Yamaska**

ANNEXE 4

EXEMPLES D' ACTIONS

RÉALISÉES PAR LE BUREAU RÉGIONAL

RICHELIEU – SAINT-HYACINTHE DU MAPAQ

Annexe 4 Exemples d'actions réalisées en 1995 par le bureau régional Richelieu – Saint-Hyacinthe du MAPAQ¹

Thèmes	Réalisations	Nombre
Fertilisation et gestion des engrais organiques	Soutien à l'Association de gestion des engrais organiques (AGEO)	--
	Suivi de la fertilisation – maïs	173 essais
	Suivi de la fertilisation à base de fumier	45 essais
	Suivi de la fertilisation – soya et haricots	31 essais
	Suivi de la fertilisation – plantes fourragères	3 essais
	Suivi des démarreurs – cultures sur billons	4 essais
Phytoprotection	Soutien aux six clubs d'encadrement technique	--
	Collaboration au réseau d'avertissement phytosanitaire ²	--
	Identification des mauvaises herbes et régie optimale	25 essais
	Acidification de la bouillie de pulvérisation	45 essais
	Suivi de techniques d'arrosage en bandes localisées et sans herbicide dans le maïs et le soya	37 essais
	Calibrage de pulvérisateurs	98 essais
	Validation du concept TRV pour les pommiers	4 essais
	Lutte intégrée et suivi technique (cultures maraîchères)	78 essais
Conservation des sols et de l'eau	Soutien aux clubs conseils Dura-Club, Agri-Durable et Gestrie-Sol	--
	Suivi d'engrais verts	67 essais
	Promotion de la régie des champs	18 essais
	Suivi de l'utilisation de systèmes GPS	3 essais
	Réseau «semis direct»	12 essais
	Gestion optimale des résidus de maïs et de soya	40 essais
	Parcelles de comparaison entre différents travaux du sol	65 essais
	Interventions sur bassins versants	15 essais
	Suivi d'entreprises «groupes d'agriculture durable»	10 essais
	Suivi de structures de contrôle des eaux de surface	7 essais
Vulgarisation et démonstration à la ferme³	Grandes cultures (canola, maïs, soya, blé)	27 activités
	Conservation des sols et de l'eau	27 activités
	Publications : Gestion et technologie, HerSol et Porc 2000	21 numéros

1 Source : MAPAQ (1996).

2 Le réseau d'avertissement phytosanitaire desservait 277 producteurs de la région en 1995.

3 Inclut les activités de l'hiver 1996.

ANNEXE 5

APERÇU DE PRODUITS DE LA RECHERCHE

FINANCÉS PAR LE MEF ET MIS AU POINT

DANS UNE OPTIQUE DE

GESTION INTÉGRÉE DES RESSOURCES

Annexe 5 Aperçu de produits de la recherche financés par le MEF et mis au point dans une optique de gestion intégrée des ressources

Thèmes	Produits
Connaissance des impacts environnementaux et socioéconomiques	Études d'impact des pratiques usuelles d'entreposage et de compostage de fumier de bovin Études d'impact de l'épandage du lisier de porc sur les eaux de surface et souterraines ainsi que sur les sols. Études d'impact de diverses pratiques culturales dans la culture du maïs pour la réduction des pertes et de l'utilisation d'atrazine. Études socioéconomiques et développement d'un cadre conceptuel pour une politique de contrôle de la pollution.
Techniques de réduction des impacts environnementaux	Logiciel d'aide à la décision pour le choix des chaînes de gestion du fumier de bovin laitier (logiciel Fumigestion). Concepts d'abris à fumier pour le bovin laitier et de toitures de réservoirs d'entreposage pour le lisier de porc. Logiciel d'aide à la décision pour la fertilisation et la gestion des sols (logiciel Fertisol). Moniteur de dose pour l'épandage des lisiers (Monidose)
Outils d'aide à la gestion des interventions environnementales	Système d'information à référence spatiale pour l'analyse environnementale en milieu agricole (système Géogestion). Logiciel pour l'évaluation des pertes de composés azotés et de pesticides dans les eaux souterraines (logiciel Agriflux). Système informatisé pour la gestion intégrée de l'eau des bassins versants (système GIBSI, en développement). Logiciel d'aide à la décision pour la gestion des eaux souterraines permettant la détermination des procédures et des études à réaliser pour différents usages (logiciel A'Puits). Logiciel de délimitation des périmètres de protection des puits de captage adapté à la nouvelle réglementation québécoise (logiciel ParaPol, en développement). Logiciel d'évaluation des risques d'atteinte à la qualité des eaux souterraines tenant compte des caractéristiques physiques et des contaminants potentiels (logiciel EvaRisk, en développement).

Source : Gariépy, Ouellet et Crowley (1996).