



---

Carte de la page couverture : © Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

Envirodoq N° ENV/2005/0215

---

---

**Auteurs:** Georges Gangbazo<sup>(1)</sup>, ingénieur, Ph. D.  
Alain Le Page<sup>(2)</sup>, chimiste, Ph. D.

<sup>(1)</sup>Direction des politiques de l'eau  
<sup>(2)</sup>Direction des politiques en milieu terrestre  
Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

**Réviseurs internes :** Julien Baudrand<sup>(1)</sup>, biologiste, M. Sc.  
Martine Gélinau<sup>(2)</sup>, M. Sc., (sciences de l'eau)  
Philippe Gentes<sup>(1)</sup>, biologiste, B. Sc.  
Paul Meunier<sup>(1)</sup>, biologiste, M. Sc.  
Jocelyn Paquin<sup>(1)</sup>, économiste, B. Sc.  
Marc Simoneau<sup>(2)</sup>, biologiste, M. Sc.

<sup>(1)</sup>Direction des politiques de l'eau  
<sup>(2)</sup>Direction du suivi de l'état de l'environnement  
Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

**Graphisme :** Francine Matte-Savard<sup>(1)</sup>, technicienne en arts graphiques  
Pascale Dubois<sup>(2)</sup>, géographe, B. Sc.

<sup>(1)</sup>Direction du suivi de l'état de l'environnement  
<sup>(2)</sup>Direction des politiques de l'eau  
Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs

Le présent document a été publié par la  
Direction des politiques de l'eau  
Bureau de la gestion par bassin versant  
Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs  
Édifice Marie-Guyart, 8<sup>e</sup> étage (boîte 42)  
675, boulevard René-Lévesque Est  
Québec (Québec) G1R 5V7  
CANADA

---



## AVANT-PROPOS

---

Le but de la présente publication est d'aider les organismes de bassins versants à élaborer leur plan directeur de l'eau tel qu'il a été prévu dans la Politique nationale de l'eau et particulièrement, à déterminer leurs objectifs relatifs à la réduction des charges de certains polluants dans les rivières pour protéger ou pour récupérer les usages de l'eau.

Rappelons qu'un usage de l'eau est compromis quand un ou plusieurs polluants se trouvent dans l'eau au-delà d'une certaine concentration. À chaque usage de l'eau correspond un ou plusieurs critères de qualité, c'est-à-dire, les concentrations d'un ou de plusieurs polluants qui permettent de déterminer si l'eau est propice à l'usage en question. Il est possible de trouver sur le site du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, à l'adresse [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm), les critères de qualité de l'eau de surface pour les cinq usages suivants : (1) les sources d'eau potable; (2) la consommation d'organismes aquatiques; (3) la vie aquatique; (4) la faune terrestre et piscivore; et (5) les activités récréatives. Selon les enjeux qu'ils auront déterminés, les organismes de bassins versants auront à calculer la réduction nécessaire des charges de certains polluants qui interfèrent avec les usages de l'eau afin de résoudre les problèmes qui touchent ces enjeux.

Ainsi, les concentrations et les charges d'azote total, de phosphore total et de matières en suspension aux stations de qualité de l'eau situées le plus en aval sur les rivières dans les bassins versants prioritaires de la Politique nationale de l'eau ont été calculées pour la période de 2001 à 2003. De plus, les charges totales maximales d'azote total admissibles permettant de respecter la valeur repère de la concentration d'azote total ainsi que les charges totales maximales de phosphore total admissibles permettant de respecter le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation ont été calculées. Cela a permis de calculer la réduction nécessaire des charges d'azote total pour respecter la valeur repère de la concentration d'azote total ainsi que la réduction nécessaire des charges de phosphore total pour respecter le critère de concentration de phosphore. Nous sommes conscients que la résolution des problèmes qui touchent les enjeux relatifs aux divers usages de l'eau peut nécessiter des interventions à petite échelle, dans des sous-bassins par exemple. Par conséquent, il aurait été utile de présenter également les mêmes données pour les stations de qualité de l'eau situées dans les sous-bassins. Cependant, il manque d'information sur le débit de la plupart des rivières concernées. Toutefois, les organismes de bassins versants qui souhaitent faire ces calculs pourront s'adresser à leurs répondants régionaux du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (chargés de bassin) pour connaître les stations de qualité de l'eau pour lesquelles l'information sur les débits et les concentrations est disponible.



## SOMMAIRE EXÉCUTIF

Les concentrations et les charges d'azote, de phosphore et de matières en suspension aux stations de qualité de l'eau situées le plus en aval sur les rivières dans les bassins versants prioritaires de la Politique nationale de l'eau sont dans la gamme des valeurs obtenues généralement au Québec. Les concentrations d'azote ammoniacal sont inférieures au critère pour l'eau brute d'alimentation humaine fixé à 0,5 mg N/l. De la même façon, les concentrations de nitrates sont inférieures au critère pour l'eau potable fixé à 10 mg N/l. Par contre, les concentrations de phosphore total sont, dans la majorité des rivières (15 sur 27), plus élevées que le critère pour la prévention de l'eutrophisation fixé à 0,030 mg/l. Dans certaines rivières, la concentration de phosphore total est de deux à six fois supérieure au critère.

Les charges totales maximales admissibles permettant d'atteindre la valeur repère de la concentration d'azote total dépassent les charges actuelles dans certains bassins versants. Parmi les rivières qui nécessiteraient les plus importants efforts d'assainissement, mentionnons les rivières Aux Brochets (51 %), Boyer (77 %), Châteauguay (54 %), Etchemin (43 %), Nicolet (45 %), Nicolet Sud-Ouest (39 %) et Yamaska (72 %). Par contre, les charges totales maximales admissibles permettant d'atteindre le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation dépassent les charges actuelles dans la majorité des bassins versants. Dans le bassin versant de la rivière Boyer, par exemple, la charge totale maximale est de 4 t/an, alors que la charge actuelle est de 22,9 t/an. Par conséquent, un éventuel programme d'assainissement devra réduire la charge de phosphore de 18,9 t/an, ou 82,5 %, pour respecter le critère. Dans le bassin versant de la rivière Batiscan, en revanche, la charge totale maximale est de 78,3 t/an, alors que la charge actuelle est de 63,3 t/an. Par

conséquent, il est possible d'augmenter la charge de phosphore de 15 t/an, ou 23,7 %, tout en respectant le critère. Aucun effort d'assainissement axé sur la réduction des charges de phosphore n'est nécessaire. Il faudra toutefois être assez prudent pour ne pas induire une tendance significative à la hausse de la concentration de phosphore dans le milieu aquatique.

La détermination d'objectifs est utile si elle débouche sur des solutions précises, réalistes et efficaces. Dans le cas d'une problématique associée aux rejets d'eaux usées de sources ponctuelles, les solutions précises, réalistes et efficaces sont relativement faciles à déterminer. Il peut s'agir de réduire les charges de polluants à la source, de construire une station d'épuration des eaux usées s'il n'en existe pas une, d'augmenter sa capacité ou d'améliorer sa performance s'il en existe une. Par contre, dans le cas d'une problématique associée aux rejets de sources diffuses agricoles, les solutions précises, réalistes et efficaces sont généralement moins faciles à déterminer que pour les rejets de sources ponctuelles. C'est parce que, dans le domaine agricole, plus que dans tout autre domaine de l'assainissement des eaux, la fixation d'un objectif atteignable nécessite davantage d'information, non seulement sur les aspects physiques du problème, mais aussi sur les coûts publics et sur l'efficacité des solutions qui devraient être mises en place. Pour résoudre les problèmes associés aux pratiques agricoles, les membres des comités techniques devront concevoir de véritables « procédés de traitement » adaptés à chaque parcelle agricole et à chaque bassin versant. Pour cela, ils devront utiliser idéalement des connaissances et, si possible, des outils de pointe, axés aussi bien sur la parcelle agricole que sur le bassin versant. Cependant il existe une grande variété de pratiques agricoles bénéfiques. Toutefois, on a peu de connaissances au Québec sur l'efficacité et le coût de ces pratiques, ce qui peut retarder la mise en place de solutions efficaces au plan environnemental, acceptables au plan social et supportables au plan économique.

La modélisation mathématique est le meilleur outil à utiliser pour déterminer objectivement les solutions qui permettront d'atteindre les objectifs fixés par un organisme de bassin versant. Parmi les modèles disponibles, citons GIBSI (gestion de l'eau des bassins versants à l'aide d'un système informatisé) et SWAT (*soil and water assessment tool*). Toutefois, l'utilisation de ces modèles requiert une expertise technique et des ressources financières dont la plupart des organismes de bassins versants ne disposent pas à l'heure actuelle. Les données nécessaires à l'utilisation de ces modèles ne sont pas toujours disponibles non plus. Ceci étant, un organisme de bassin versant peut quand même déterminer des solutions qui peuvent permettre de résoudre les problèmes reliés aux enjeux, et ainsi atteindre ses objectifs si le comité technique est composé de spécialistes dans les disciplines concernées. Il faut alors mettre à profit les connaissances des divers spécialistes afin de choisir les meilleures solutions disponibles. C'est une approche subjective, mais dont il faut se satisfaire lorsque les ressources et les connaissances sont limitées.

## TABLE DES MATIÈRES

	Page
AVANT-PROPOS .....	v
SOMMAIRE EXÉCUTIF .....	vii
TABLE DES MATIÈRES .....	ix
LISTE DES FIGURES .....	x
LISTE DES ENCADRÉS .....	x
LISTE DES TABLEAUX .....	x
LISTE DES ANNEXES .....	x
INTRODUCTION .....	1
<b>CHAPITRE I NOTIONS GÉNÉRALES SUR L'AZOTE, LE PHOSPHORE ET LES MATIÈRES EN SUSPENSION .....</b>	<b>3</b>
1.1 LES SOURCES D'AZOTE, DE PHOSPHORE ET DE MATIÈRES EN SUSPENSION .....	3
1.2 L'AZOTE .....	4
1.3 LE PHOSPHORE .....	4
1.4 LES MATIÈRES EN SUSPENSION .....	6
<b>CHAPITRE II MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>7</b>
2.1 ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DE L'EAU .....	7
2.2 CALCULS .....	7
<b>CHAPITRE III CONCENTRATIONS ET CHARGES D'AZOTE, DE PHOSPHORE ET DE MATIÈRES EN SUSPENSION .....</b>	<b>11</b>
3.1 CONCENTRATIONS D'AZOTE, DE PHOSPHORE ET DE MATIÈRES EN SUSPENSION .....	11
3.2 CHARGES D'AZOTE, DE PHOSPHORE ET DE MATIÈRES EN SUSPENSION .....	14
<b>CHAPITRE IV DÉTERMINATION D'OBJECTIFS RELATIFS À L'AZOTE, AU PHOSPHORE ET AUX MATIÈRES EN SUSPENSION .....</b>	<b>19</b>
4.1 DÉFINITION D'UN OBJECTIF .....	19
4.2 IMPORTANCE DE DÉTERMINER DES OBJECTIFS DANS UN PLAN DIRECTEUR DE L'EAU .....	19
4.3 MÉTHODES POUR DÉTERMINER DES OBJECTIFS RELATIFS À LA RÉDUCTION DES CHARGES DE POLLUANTS DANS LES RIVIÈRES .....	21
4.3.1 Utilisation de la notion d'objectif environnemental au Québec .....	21
4.3.2 Méthode utilisée aux États-Unis .....	22
4.3.3 Évaluation de la méthode proposée .....	22
4.3.4 Arrimage des objectifs de bassin versant aux objectifs environnementaux de rejet .....	25
4.4 DÉTERMINATION DES SOLUTIONS QUI PERMETTRONT D'ATTEINDRE LES OBJECTIFS .....	27
4.5 ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR L'EFFICACITÉ DES PRATIQUES AGRICOLES BÉNÉFIQUES .....	30
CONCLUSION .....	33
BIBLIOGRAPHIE .....	35

**LISTE DES FIGURES**

Figure 2.1	Emplacement des bassins versants prioritaires et des stations de qualité de l'eau situées le plus en aval sur les rivières .....	8
------------	--	---

**LISTE DES ENCADRÉS**

Encadré 4.1	Exemple d'objectif général et d'objectifs spécifiques reliés à la réduction des charges de certains polluants .....	20
-------------	---	----

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1.1	Critères de qualité de l'eau de surface pour l'azote, le phosphore et les matières en suspension .....	5
Tableau 2.1	Liste et emplacement des stations de qualité de l'eau situées le plus en aval sur les rivières .....	9
Tableau 2.2	Comparaison de la superficie des bassins versants à l'embouchure des rivières à leur superficie à la station de qualité de l'eau .....	10
Tableau 3.1	Concentrations médianes d'azote, de phosphore et de matières en suspension aux stations de qualité de l'eau pour la période de 2001 à 2003 ....	12
Tableau 3.2	Débits moyens annuels et concentrations moyennes pondérées d'azote, de phosphore et de matières en suspension aux stations de qualité de l'eau pour la période de 2001 à 2003 .....	13
Tableau 3.3	Charges d'azote total aux stations de qualité de l'eau pour la période de 2001 à 2003 .....	15
Tableau 3.4	Charges de phosphore total aux stations de qualité de l'eau pour la période de 2001 à 2003 .....	16
Tableau 3.5	Charges de matières en suspension aux stations de qualité de l'eau pour la période de 2001 à 2003 .....	17
Tableau 4.1	Charges totales maximales d'azote total admissibles et effort d'assainissement nécessaire pour respecter la valeur repère de la concentration d'azote total aux stations de qualité de l'eau .....	24
Tableau 4.2	Charges totales maximales de phosphore total admissibles et effort d'assainissement nécessaire pour respecter le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation aux stations de qualité de l'eau .....	26
Tableau 4.3	Bilan des charges de phosphore total aux stations de qualité de l'eau pour la période de 2001 à 2003 .....	28

**LISTE DES ANNEXES**

Annexe I	Débits annuels et charges moyennes annuelles d'azote total, de phosphore total et de matières en suspension à l'embouchure des rivières pour la période de 2001 à 2003 .....	39
Annexe II	Débits annuels des rivières à certaines stations hydrométriques dans les bassins versants prioritaires.....	40

## INTRODUCTION

---

La mission du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs est d'assurer, dans une perspective de développement durable, la protection de l'environnement et des écosystèmes naturels pour contribuer au bien-être des générations futures et une de ses orientations est d'assurer la gestion durable de l'eau et la pérennité des écosystèmes aquatiques par la mise en œuvre de la Politique nationale de l'eau.

Depuis les années 1980, le gouvernement du Québec a fait des efforts importants pour assainir et pour protéger les ressources en eau. Plus de 7 milliards de dollars ont été investis pour assainir les eaux usées municipales, et plusieurs centaines de millions de dollars l'ont aussi été pour prévenir et réduire la pollution de l'eau par les activités industrielles et agricoles. Plusieurs millions de dollars ont été investis dans des programmes de subvention à la recherche et au développement axés sur la protection de l'eau et des écosystèmes associés. De plus, bon nombre de lois et règlements ont été adoptés afin de protéger la santé publique et celle des écosystèmes aquatiques.

Parallèlement à ces efforts, les connaissances scientifiques continuent d'évoluer, générant ainsi des effets bénéfiques pour plusieurs secteurs d'activités. À titre d'exemple, le développement des technologies a permis l'abaissement des limites de détection de certains polluants dans l'eau. Ces changements ont pour effet d'apporter de nouvelles exigences, notamment, le resserrement de certaines normes dans le Règlement sur la qualité de l'eau potable, afin de se coller aux nouvelles réalités et ainsi assurer la protection de la santé publique. Des progrès importants ont aussi été réalisés dans la connaissance de

l'impact de la pollution diffuse agricole sur la qualité de l'eau dans certains bassins versants. Cependant, l'évolution des connaissances scientifiques a aussi créé de nouveaux défis. En effet, de nouvelles problématiques sont apparues, incitant les autorités gouvernementales, dans certains cas, à resserrer les réglementations existantes afin de protéger davantage la population.

Ainsi, bien que les investissements faits par le gouvernement aient permis de faire des progrès appréciables, tous les résultats escomptés n'ont pas encore été atteints. Parmi les enjeux d'ordre hydrique et environnemental auxquels le Québec doit encore faire face, citons la protection de la santé publique par un approvisionnement adéquat en eau potable (en quantité et en qualité), la préservation de la sécurité civile et la limitation des dommages causés par les inondations, la conservation et la restauration des écosystèmes aquatiques, et la mise en valeur du potentiel récréotouristique de l'eau. C'est pour résoudre de façon durable les problèmes liés à ces enjeux que la Politique nationale de l'eau, dont l'une des pierres d'assise est la gestion intégrée de l'eau par bassin versant, a été rendue publique par le gouvernement le 26 novembre 2002 (ministère de l'Environnement du Québec, 2002).

Pour que la gestion intégrée de l'eau par bassin versant devienne une réalité, le gouvernement a retenu pour le moment 33 bassins versants prioritaires pour lesquels il appuie financièrement la mise en place d'organismes sans but lucratif appelés *organismes de bassins versants*. Ces organismes sont constitués de membres représentatifs de tous les acteurs de l'eau du territoire visé. Ils ont le mandat d'élaborer un plan directeur de l'eau, c'est-à-dire un outil de planification visant à déterminer et à hiérarchiser les interventions à réaliser dans un bassin versant pour atteindre les objectifs fixés de manière concertée par l'ensemble des acteurs de l'eau.

Un des objectifs que les organismes de bassins versants ont à déterminer, c'est la réduction nécessaire des charges de certains polluants qui interfèrent avec les usages de l'eau. Or, pour lutter efficacement contre la pollution des eaux, il importe de bien connaître les polluants en cause et leur variation dans le temps et dans l'espace, comprendre l'influence de divers facteurs sur les transferts des polluants, comprendre les mécanismes qui les régissent et les quantifier. C'est pourquoi le Ministère mesure, depuis plusieurs dizaines d'années, la concentration de plusieurs polluants dans les principales rivières du Québec ainsi que le débit de ces rivières. L'information disponible permet d'apprécier la qualité de l'eau à divers points du réseau hydrographique, d'évaluer les charges exportées, mais aussi de calculer la réduction nécessaire des charges de certains polluants pour protéger ou pour récupérer certains usages de l'eau.

Le Ministère publie périodiquement des rapports sur l'état de la qualité de l'eau des rivières et son évolution. Depuis l'annonce de la Politique nationale de l'eau, certains outils de diffusion de l'information sur la qualité de l'eau ont été développés pour répondre le mieux possible aux besoins des organismes de bassins versants. Cependant, selon les enjeux spécifiques à un bassin versant, ces organismes n'ont pas toujours le temps, le personnel et les outils qui leur permettraient de calculer les charges d'un polluant pour la période qui les intéresse et ainsi fixer les objectifs qui leur sont reliés. De plus, les banques de données qui contiennent l'information sur la qualité de l'eau et le débit des rivières ne sont pas toujours à jour au moment où un organisme de bassin versant voudrait les utiliser. Tout cela peut causer des retards dans l'élaboration des plans directeurs de l'eau. C'est pourquoi, il nous a semblé utile de calculer, pour les trois années les plus récentes pour lesquelles l'information nécessaire est disponible, c'est-à-dire la période de 2001 à 2003, les concentrations et les charges d'éléments nutritifs et de matières en suspension aux stations de qualité de l'eau situées le plus en aval sur les rivières dans les bassins versants prioritaires, ainsi que la réduction nécessaire de ces charges le cas échéant.

Le but de la présente publication est d'aider les organismes de bassins versants à élaborer leur plan directeur de l'eau tel qu'il a été prévu dans la Politique nationale de l'eau et particulièrement, à déterminer leurs objectifs relatifs à la réduction de certains polluants dans les rivières pour protéger ou pour récupérer les usages de l'eau. Les objectifs sont : (1) faire état de la concentration d'azote, de phosphore et de matières en suspension aux stations de qualité de l'eau situées le plus en aval sur les rivières visées; (2) calculer les charges d'azote, de phosphore et de matières en suspension aux stations; (3) calculer les charges totales maximales d'azote total admissibles aux stations pour atteindre la valeur repère de la concentration d'azote total et les charges totales maximales de phosphore total admissibles aux stations pour respecter le critère de concentration de phosphore total pour la prévention de l'eutrophisation; (4) déterminer, le cas échéant, les objectifs de bassin versant, c'est-à-dire la réduction nécessaire des charges d'azote total pour atteindre la valeur repère ou la réduction nécessaire des charges de phosphore total pour respecter le critère; (5) expliquer comment, à partir d'un objectif relatif à la réduction de la charge d'un polluant, un organisme de bassin versant peut déterminer des solutions qui permettront d'atteindre cet objectif; (6) faire état des connaissances sur l'efficacité des pratiques agricoles bénéfiques, étant donné que l'agriculture représente la plus grande source de pollution des eaux de surface par les éléments nutritifs et les matières en suspension dans plusieurs bassins versants prioritaires.

## CHAPITRE I NOTIONS GÉNÉRALES SUR L'AZOTE, LE PHOSPHORE ET LES MATIÈRES EN SUSPENSION

---

Dans plusieurs régions du Québec, la pression exercée par les activités humaines sur les ressources en eau s'est accrue au cours des dernières décennies à cause de l'industrialisation, l'intensification de l'agriculture et l'augmentation de la population. Par conséquent, les eaux de surface (rivières et lacs) et les eaux souterraines sont affectées, à divers degrés, par des polluants qui en limitent certains usages, dont l'alimentation en eau potable, les activités récréatives et la vie aquatique. Parmi les polluants en cause, citons l'azote, le phosphore et les matières en suspension. Le but du présent chapitre est de présenter quelques notions générales sur ces polluants.

### 1.1 LES SOURCES D'AZOTE, DE PHOSPHORE ET DE MATIÈRES EN SUSPENSION

Le ruissellement provenant des fermes et des villes est une source majeure d'azote, de phosphore et de matières en suspension pour les eaux de surface. Cependant, les pluies acides et les polluants atmosphériques générés par les activités humaines contribuent aussi à l'azote dans les eaux de surface. Ces sources de polluants sont appelées *sources diffuses* parce qu'elles impliquent des activités dont les eaux ne se déversent pas en un point précis sur le territoire. Les *sources ponctuelles* de polluants impliquent des activités dont les eaux se déversent en un point précis : ces eaux sont généralement transportées vers les milieux aquatiques par l'intermédiaire d'un tuyau. Les rejets de sources diffuses sont difficiles à mesurer et

à réglementer à cause de leur origine dispersée et parce qu'ils varient selon les saisons et le climat. Dans plusieurs rivières du Québec, les rejets d'azote et de phosphore de sources diffuses représentent les plus grandes proportions des charges totales d'éléments nutritifs et ils ont un impact majeur (Gangbazo et Babin, 2000; Gangbazo et autres, 2005).

Lorsque les activités humaines, qu'elles soient domestiques, industrielles ou agricoles, entraînent le déversement de quantités importantes d'azote et de phosphore dans les rivières, ces éléments stimulent la croissance des algues et des plantes aquatiques, laquelle peut devenir excessive et mener à l'envahissement des milieux aquatiques. Cependant, en conditions naturelles, le phosphore est le premier élément nutritif à faire défaut dans la synthèse de nouveaux tissus, ce qui lui confère le titre de « facteur limitant ».

L'envahissement des milieux aquatiques par les algues et les plantes encore appelé *eutrophisation* a plusieurs effets négatifs sur les usages de l'eau. Signalons la diminution de la transparence de l'eau, les problèmes de goût, d'odeur et de traitement de l'eau, la diminution de la concentration d'oxygène dans l'eau, l'augmentation de l'incidence des mortalités chez les poissons, la perte de diversité biologique et la diminution de la valeur esthétique des plans d'eau. Depuis quelques années, la prolifération d'algues toxiques (les cyanobactéries, par exemple) dans la baie Missisquoi (Mimeault, 2002) et dans d'autres plans d'eau du Québec a suscité des inquiétudes grandissantes dans le public quant aux risques associés à l'eutrophisation. Cette situation a sensibilisé les autorités gouvernementales et sanitaires à la nécessité de trouver des solutions pour la prévenir (ministère de la Santé et des Services sociaux, en ligne).

## 1.2 L'AZOTE

Dans les eaux de surface, l'azote se présente sous plusieurs formes à savoir, l'azote organique, l'azote ammoniacal (N-NH<sub>3</sub>), les nitrites (N-NO<sub>2</sub>) et les nitrates (N-NO<sub>3</sub>), la somme des quatre formes donne l'azote total. L'azote est, pour l'essentiel, transporté dans les rivières sous la forme la plus oxydée, les nitrates. Au Québec, les nitrates représentent 70% des charges d'azote total dans les rivières en milieu agricole, mais représentent seulement 50% des charges d'azote total dans les rivières en milieu forestier (Gangbazo et Babin, 2000). L'azote nitrique, instable, n'est présent qu'en quantité négligeable dans les rivières (Cann et Villebonnet, 1994). Notons qu'il n'y a pas de critère pour la concentration d'azote total dans l'eau de surface. Toutefois, on considère qu'une rivière qui affiche une concentration d'azote total supérieure à 1 mg/l est sérieusement affectée par des sources anthropiques (Swedish Environmental Protection Agency, 1991; Alberta Environment, 1999).

Les problématiques que soulève la présence d'azote dans l'eau dépendent de la forme sous laquelle il se trouve (ammoniacale ou nitrates). L'azote ammoniacal se retrouve surtout dans les eaux de surface qu'il atteint par ruissellement. Le critère pour la prévention de la contamination de l'eau brute d'alimentation humaine et des organismes aquatiques est de 0,5 mg N/l (voir tableau 1.1). Le critère pour la vie aquatique (toxicité chronique; à pH de 7 et température de 20 °C) est de 1,22 mg/l (ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, en ligne). Les hausses imprévues de la concentration d'azote ammoniacal dans l'eau brute d'alimentation humaine augmentent les risques pour la santé publique parce que, pendant le traitement de l'eau, l'azote ammoniacal réagit avec le chlore pour former des chloramines, qui diminuent l'efficacité du chlore comme désinfectant et donnent un mauvais goût à l'eau.

Les nitrates se retrouvent surtout dans les nappes d'eau souterraines qu'ils atteignent par infiltration dans les sols. De là, ils peuvent contaminer les rivières en période

d'étiage. Toutefois, les concentrations de nitrates sont généralement beaucoup plus faibles dans l'eau de surface que dans les eaux souterraines. Les nitrates sont toxiques à de fortes concentrations. Ils peuvent provoquer des effets toxiques chez les animaux de ferme et chez les nourrissons (enfants de moins de six mois) parce qu'ils causent la méthémoglobinémie, communément appelé *syndrome du bébé bleu*. Les nourrissons sont particulièrement sensibles aux nitrates parce que les bactéries qu'on retrouve dans leur tube digestif peuvent réduire les nitrates en nitrites, lesquels oxydent l'hémoglobine et interfèrent avec la capacité du sang à transporter l'oxygène. Le Ministère a établi la concentration maximale de nitrates dans l'eau potable à 10 mg N/l (voir tableau 1.1). Chez le bétail, les nitrites résultant de la réduction des nitrates peuvent aussi être toxiques et causer de l'anémie et des avortements. Des concentrations de 40 à 100 mg N/l dans l'eau d'abreuvement du bétail peuvent comporter des risques pour la santé de ces animaux à moins que leur ration alimentaire soit faible en nitrates et riche en vitamine A.

## 1.3 LE PHOSPHORE

Le phosphore est présent dans les rivières sous diverses formes, mais les plus importantes sont le phosphore soluble encore appelé *phosphore dissous* et le phosphore particulaire. La somme du phosphore soluble et du phosphore particulaire dans l'eau donne le phosphore total. Le phosphore n'est pas directement toxique pour les humains et pour les animaux, de sorte qu'il n'y a pas de critère pour l'eau potable. La toxicité causée par le phosphore dans les eaux douces est indirecte, parce qu'elle se manifeste à travers l'accélération de la croissance des algues et la diminution de la concentration d'oxygène dans l'eau. Le Ministère a fixé à 0,030 mg/l la concentration de phosphore total dans les rivières pour prévenir l'eutrophisation des rivières, laquelle nuit aux activités récréatives et à la vie aquatique (voir tableau 1.1).

**Tableau 1.1 : Critères de qualité de l'eau de surface pour l'azote, le phosphore et les matières en suspension**

Paramètre de qualité de l'eau	Usage et critère	Commentaire
Azote ammoniacal	Prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques :	
	0,5 mg N/l†	Au-delà de cette concentration, des difficultés de traiter adéquatement l'eau potable sont observées.
Nitrates	Prévention de la contamination de l'eau et des organismes aquatiques :	
	10 mg N/l	C'est la concentration maximale acceptable pour l'eau potable. La concentration totale de nitrites et de nitrates ne doit pas dépasser 10 mg N/l.
Phosphore total	Protection de la vie aquatique (effet chronique) :	
	0,030 mg P/l	Ce critère vise à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les ruisseaux et les rivières.
	0,020 mg P/l	Ce critère s'applique aux cours d'eau s'écoulant vers des lacs dont le contexte environnemental n'est pas problématique. Il vise à éviter la modification d'habitats dans les lacs, notamment en y limitant la croissance d'algues et de plantes aquatiques.
	Protection des activités récréatives et des aspects esthétiques :	
	0,030 mg P/l	Ce critère vise à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les ruisseaux et les rivières.
	0,020 mg P/l	Ce critère s'applique aux cours d'eau s'écoulant vers des lacs dont le contexte environnemental n'est pas problématique. Il vise à limiter les nuisances causées par les algues et les plantes aquatiques dans les lacs.
Matières en suspension	Protection de la vie aquatique (toxicité aiguë) :	
	25 mg/l	Ce critère permet une augmentation maximale de 25 mg/l par rapport à la concentration naturelle.
	Protection de la vie aquatique (toxicité chronique) :	
	5 mg/l	Ce critère permet une augmentation moyenne de 5 mg/l par rapport à la concentration naturelle.

Source : [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm)

† Il s'agit du critère le plus sévère. Selon les règles d'utilisation des critères de qualité de l'eau, ce critère n'est appliqué qu'aux rivières servant de source d'eau potable. Sinon, c'est le critère de vie aquatique qui est utilisé (voir lien ci-dessus).

La disponibilité du phosphore pour la croissance des algues dépend de la forme sous laquelle il est présent. Le phosphore soluble est accessible plus facilement aux plantes aquatiques que le phosphore particulaire (Nürnberg et Peters, 1984; Bradford et Peters, 1987), si bien que plus la proportion de phosphore soluble par rapport au phosphore total est élevée, plus les

risques d'eutrophisation sont élevés. Trois processus sont à l'origine du phosphore soluble dans les rivières en milieu agricole (Kronvang, 1992) : le ruissellement de surface, la désorption du phosphore associé à la matière organique et la remise en suspension des sédiments déposés au fond des rivières.

#### 1.4 LES MATIÈRES EN SUSPENSION

Les matières en suspension sont des matières solides qui sont en suspension dans la colonne d'eau, et qui peuvent se déposer au fond de l'eau selon les conditions d'écoulement de l'eau. On parle alors de sédiments. L'érosion du sol, qui est le détachement et le transport des particules de sol sous l'action des précipitations et du vent, est la principale source de matières en suspension dans l'eau. On distingue l'érosion *naturelle*, due aux processus géologiques de l'érosion *accélérée* due aux activités humaines. Les activités minières, forestières, agricoles et de construction résidentielle sont les principales sources d'érosion accélérée. Bien qu'à l'échelle d'un bassin versant, les activités de construction résidentielle représentent une faible proportion de la charge totale de matières en suspension, elles produisent les impacts les plus spectaculaires par unité de surface. En effet, les taux d'érosion associés aux activités de construction résidentielle peuvent être 200 fois plus élevés que ceux associés aux parcelles en culture et 2000 fois plus que ceux mesurés normalement en forêt.

Les concentrations de matières en suspension dans les rivières varient beaucoup avec le temps et sont influencées par plusieurs facteurs, dont la durée et l'intensité des précipitations, l'état du sol, la topographie, la géologie et le couvert végétal du bassin versant. La charge de matières en suspension peut varier d'un segment de rivière à l'autre, surtout lorsque les sédiments de fond sont remis en suspension dans l'eau ou se déposent au fond de l'eau à cause des changements dans le débit de la rivière.

Les matières en suspension en général, mais les plus fines particules en particulier diminuent la profondeur de pénétration de la lumière dans les plans d'eau, ce qui peut avoir un effet positif, soit la diminution de la production d'algues. Par contre, la turbidité causée par les matières en suspension a des effets nuisibles sur les organismes benthiques et sur les poissons en ensablant les frayères. Les matières en suspension dans l'eau servent aussi de véhicule pour le

transport du phosphore et d'autres polluants comme les pesticides et les métaux (Ng et autres, 1993; Kronvang et autres, 1997). La sédimentation des particules solides au fond des réservoirs diminue leur vie utile. Par conséquent, plusieurs voies de navigation doivent être draguées périodiquement afin de rendre la navigation possible, ce qui contamine l'eau en mettant les particules solides, les polluants toxiques et les éléments nutritifs en suspension dans l'eau.

La concentration de matières en suspension qui est nuisible pour les eaux de surface est difficile à déterminer avec précision. Le Ministère a des critères pour la protection de la vie aquatique seulement, à savoir 25 mg/l pour la toxicité aiguë (effet néfaste à long terme) et 5 mg/l pour la toxicité chronique (voir tableau 1.1). Notons que, contrairement à l'azote ammoniacal, aux nitrates et au phosphore total pour lesquels, les critères représentent les concentrations maximales permises, les critères pour les matières en suspension représentent les augmentations de la concentration permises par rapport à la concentration naturelle. Ces critères peuvent être utilisés pour déterminer des exigences de rejet pour des eaux usées de sources ponctuelles. Mais ils peuvent aussi être utilisés pour calculer des exigences de rejet pour un cours d'eau qui se jette dans un autre. Dans ce cas, le premier cours d'eau est considéré comme un tuyau.

## CHAPITRE II MÉTHODOLOGIE

---

### 2.1 ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DE L'EAU

La figure 2.1 montre les bassins versants prioritaires de la Politique nationale de l'eau ainsi que les stations de qualité de l'eau situées le plus en aval sur les rivières visées. Le tableau 2.1, à la page 9, décrit l'emplacement des stations. Notons que les stations de qualité de l'eau ne sont pas toujours à l'embouchure des rivières si l'on compare la superficie des bassins versants à leur embouchure à leur superficie à la station de qualité de l'eau (tableau 2.2, p. 10).

Les rivières ont été échantillonnées en moyenne une fois par mois au cours de la période de 2001 à 2003. Les échantillons étaient prélevés généralement à un pont-route, puis envoyés au Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec dans un délai de moins de 48 heures. Tous les échantillons d'eau ont été filtrés sur filtres de fibre de verre de porosité 1,2 µm (Whatman™, GF/C, 47 mm). Les paramètres suivants ont été déterminés selon des méthodes standardisées (voir Laflamme, 1995) : les nitrites et les nitrates (représentées ici par nitrates ou N-NO<sub>3</sub>)<sup>(1)</sup>, l'azote ammoniacal (N-NH<sub>3</sub>), l'azote total (NT), le phosphore soluble, le phosphore particulaire et les matières en suspension (MES). La concentration de phosphore total (PT) a été obtenue en additionnant les concentrations de phosphore soluble et de phosphore particulaire dans chaque échantillon d'eau.

### 2.2 CALCULS

Les concentrations médianes d'azote total, de phosphore total et de matières en suspension au cours de la période de 2001

à 2003 ont été calculées. Notons qu'il s'agit des médianes de toutes les concentrations mesurées dans les échantillons d'eau prélevés à chacune des stations de qualité de l'eau au cours des trois années. Les concentrations moyennes pondérées par les débits aux stations de qualité de l'eau ont été calculées en divisant les charges moyennes annuelles estimées aux stations par les volumes d'eau moyens écoulés annuellement à ces stations.

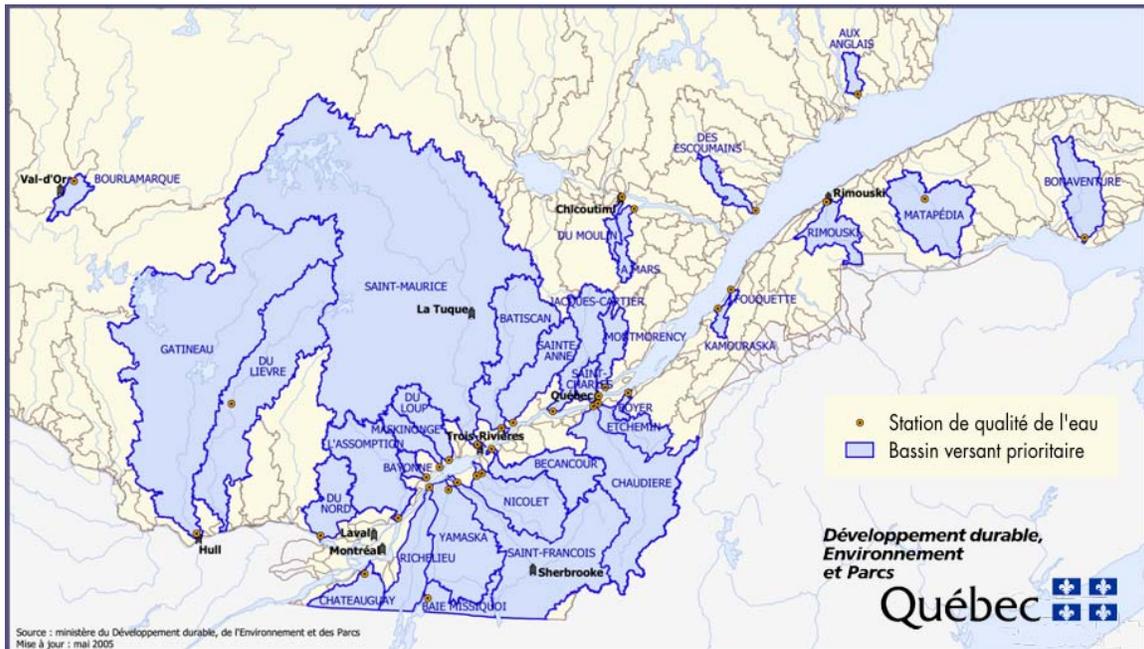
Les charges annuelles d'éléments nutritifs et de matières en suspension aux stations de qualité de l'eau ont été estimées à l'aide du logiciel FLUX (Walker, 1990), en utilisant la méthode de l'estimateur par ratio de Beale recommandée par la Commission mixte internationale pour estimer les charges de phosphore entrant dans les Grands Lacs (Hore et Ostry, 1978). Les charges à l'embouchure des rivières (voir annexe I) ont aussi été estimées pour donner une idée des apports d'azote, de phosphore et de matières en suspension au fleuve Saint-Laurent notamment. Pour cela, on a multiplié les charges aux stations de qualité de l'eau par le quotient de la superficie du bassin versant à l'embouchure de la rivière et sa superficie à la station. Cela suppose que l'utilisation du territoire ainsi que les rejets d'eaux de sources ponctuelles dans la partie aval du bassin versant, c'est-à-dire celle située entre la station de qualité de l'eau et l'embouchure de la rivière, sont les mêmes que dans la partie amont du bassin versant.

Soulignons que les débits annuels des rivières pour les années 2001 à 2003 aux stations hydrométriques situées dans les bassins versants étaient en moyenne inférieurs de 2 % seulement aux valeurs historiques (variation entre - 15 % et + 10 % selon les stations hydrométriques - données non présentées); (voir annexe II). Seule la station hydrométrique de la rivière Etchemin avait un débit annuel dépassant de beaucoup (36 %) la valeur médiane historique. Par conséquent, en considérant la marge d'erreur associée à la méthode de

---

<sup>(1)</sup> En raison du caractère instable des nitrites dans les eaux naturelles, on suppose que la proportion des nitrites par rapport aux nitrates est négligeable.

**Figure 2.1 : Emplacement des bassins versants prioritaires et des stations de qualité de l'eau situées le plus en aval sur les rivières**



Beale, les charges annuelles estimées aux stations de qualité de l'eau sont assez proches de la réalité dans la plupart des cas.

La réduction nécessaire des charges d'azote total ou de phosphore total estimées aux stations de qualité de l'eau a été calculée pour atteindre la valeur repère de la concentration d'azote total ou pour respecter le critère de concentration de phosphore total pour la prévention de l'eutrophisation. La méthode utilisée est basée sur l'hypothèse que la différence entre la charge actuelle, soit la charge estimée et la charge future souhaitée à la station de qualité de l'eau, soit la charge totale maximale de sources anthropiques et naturelles admissibles, donne une indication sur le degré d'assainissement nécessaire pour atteindre un critère de qualité de l'eau à la station.

La charge totale maximale admissible est, pour un paramètre de qualité de l'eau donné, la valeur du critère de qualité de l'eau, choisie en fonction des usages à récupérer, multipliée par le débit moyen

annuel à la station. Ainsi, dans la présente étude, la charge totale maximale d'azote total admissible a été calculée en multipliant le débit moyen annuel des rivières à la station de qualité de l'eau par 1 mg/l. Quant à la charge totale maximale de phosphore total admissible, elle a été calculée en multipliant le débit moyen annuel des rivières à la station de qualité de l'eau par le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation, soit 0,030 mg/l. La réduction et le pourcentage de réduction nécessaires de la charge d'un polluant sont calculés comme suit :

$$R = CE - CTM$$

[équation 1]

$$PR = 100 \times [(CE - CTM)/CE]$$

[équation 2]

où :

R est la réduction nécessaire de la charge d'un polluant;

PR est le pourcentage de réduction nécessaire de la charge d'un polluant;

CE est la charge actuelle estimée à la station de qualité de l'eau;

CTM est la charge totale maximale admissible à la station de qualité de l'eau.

**Tableau 2.1 : Liste et emplacement des stations de qualité de l'eau situées le plus en aval sur les rivières**

Nom du bassin versant	Numéro de la station	Emplacement de la station
À Mars	6070006	Rivière À Mars au pont-route 170 à l'embouchure
Aux Anglais	7120007	Aux Anglais au pont-route donnant accès au Mont Ti-Basse
Aux Brochets (baie Missisquoi)	3040015	Aux Brochets au pont-route 133 à Pike River
Batiscan	5030001	Batiscan au pont-route à Sainte-Geneviève-de-Batiscan
Bayonne	5240001	Bayonne au pont-route à Berthierville
Bécancour	2400004	Bécancour au pont-route 132 à Bécancour
Bonaventure	1080001	Bonaventure à 6,9 km en amont du pont-route 132 au nord-est de Bonaventure
Bourlamaque	8010062	Bourlamaque au pont-route 397 en amont de Val-Senneville
Boyer	2300001	Boyer au pont-route 281 au sud-est de Saint-Michel
Châteauguay	3090001	Châteauguay au pont-route 205 au nord de Sainte-Martine
Chaudière	2340050	Chaudière au pont-route 132 à Saint-Romuald à 1,3 km de l'embouchure
Des Escoumins	7020002	Des Escoumins au barrage près du pont-route 138 à Les Escoumins (passe migratoire de SASA)
Du Lièvre	4060001	Du Lièvre au barrage de Mont-Laurier
Du Loup	5280001	Du Loup à 3,2 km de son embouchure avec le Saint-Laurent au sud de Louiseville
Du Moulin	6090002	Rivière Du Moulin au pont à l'embouchure
Du Nord	4010002	Du Nord au pont-route 344 à Saint-André-Est
Etchemin	2330001	Etchemin au pont-route 132 à Saint-Romuald
Fouquette	2E90001	Fouquette au pont-route à 1 km de l'embouchure
Gatineau	4080003	Gatineau au pont-route en amont du ruisseau Chelsea au nord de Gatineau
Jacques-Cartier	5080006	Jacques-Cartier au pont-route à l'embouchure à Donnacona
Kamouraska	2260002	Kamouraska au pont-route de Kamouraska à 3,5 km de l'embouchure
L'Assomption	5220003	L'Assomption à l'usine de filtration
Maskinongé	5260003	Maskinongé au pont-route du rang rivière Sud-Ouest au sud de Maskinongé
Matapédia	1150004	Matapédia au pont-route à 2 km en amont du lac au Saumon
Montmorency	5100014	Montmorency au pont-route 360 à Courville
Nicolet†	3010008	Nicolet au pont-route 226 à Sainte-Monique
Nicolet Sud-Ouest†	3010009	Nicolet Sud-Ouest au pont-route 226 à La Visitation
Richelieu	3040009	Richelieu à l'usine de filtration de Sorel
Rimouski	2200019	Rimouski à 3,7 km de son embouchure à la passerelle de piéton (Dynamo)
Saint-Charles	5090017	Saint-Charles au pont Dorchester à Québec
Sainte-Anne	5040007	Sainte-Anne au pont-route 138 à Sainte-Anne-de-la-Pérade
Saint-François	3020031	Saint-François au pont-route 132 à Pierreville
Saint-Maurice	5010007	Saint-Maurice à l'usine de filtration de Trois-Rivières
Yamaska	3030023	Yamaska au pont-route à Yamaska

† Ces rivières ont été présentées séparément parce qu'il n'y a pas de station de qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest avec la rivière Nicolet.

Notons que, connaissant la réduction nécessaire de la charge d'un polluant, on peut déterminer la quantité dont cette charge va être réduite pendant le cycle de gestion en cours, ce qui donnera l'objectif de bassin versant à inscrire dans le plan directeur de l'eau. Comme il est expliqué à la section 4.1 du chapitre IV, cet objectif

doit être réaliste. Pour les besoins de la présente publication, nous désignerons la méthode de calcul d'objectifs décrite ci-dessus (équations 1 et 2) par *méthode des deltas modifiée*, par opposition à une autre méthode appelée *méthode des deltas*, qui sera décrite au chapitre IV, à la section 4.3.1.

**Tableau 2.2 : Comparaison de la superficie des bassins versants à l'embouchure des rivières à leur superficie à la station de qualité de l'eau**

Nom du bassin versant	Numéro du bassin versant	Superficie à l'embouchure	Numéro de la station de qualité de l'eau	Superficie à la station de de qualité de l'eau
		Km <sup>2</sup>		km <sup>2</sup>
À Mars	6070000	664	6070006	663
Aux Anglais	7120000	444	7120007	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	3049000	661	3040015	552
Batiscan	5030000	4694	5030001	4610
Bayonne	5240000	373	5240001	359
Bécancour	2400000	2620	2400004	2620
Bonaventure	1080000	2391	1080001	2170
Bourlamaque	8019000	697	8010062	697
Boyer	2300000	220	2300001	210
Châteauguay	3090000	2523	3090001	2350
Chaudière	2340000	6692	2340050	6692
Des Escoumins	7020000	804	7020002	798
Du Lièvre	4060000	9584	4060001	9560
Du Loup	5280000	1528	5280001	1520
Du Moulin	6090000	372	6090002	373
Du Nord	4010000	2215	4010002	2070
Etchemin	2330000	1466	2330001	1460
Fouquette	2E90000	70	2E90001	70
Gatineau	4080000	23724	4080003	23600
Jacques-Cartier	5080000	2515	5080006	2510
Kamouraska	2260000	293	2260002	296
L'Assomption	5220000	4234	5220003	4220
Maskinongé	5260000	1097	5260003	1100
Matapédia	1150000	3822	1150004	3820
Montmorency	5100000	1152	5100014	1100
Nicolet†	3010000	1720	3010008	1670
Nicolet Sud-Ouest†	3011000	1678	3010009	1520
Richelieu	3040000	23720	3040009	23700
Rimouski	2200000	1637	2200019	1637
Saint-Charles	5090000	514	5090017	513
Sainte-Anne	5040000	2704	5040007	2690
Saint-François	3020000	10228	3020031	10200
Saint-Maurice	5010000	43253	5010007	43200
Yamaska	3030000	4784	3030023	4510

† Ces rivières ont été présentées séparément parce qu'il n'y a pas de station de qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest avec la rivière Nicolet.

### CHAPITRE III CONCENTRATIONS ET CHARGES D'AZOTE, DE PHOSPHORE ET DE MATIÈRES EN SUSPENSION

#### 3.1 CONCENTRATIONS D'AZOTE, DE PHOSPHORE ET DE MATIÈRES EN SUSPENSION

Le tableau 3.1 présente les concentrations médianes des divers paramètres de qualité de l'eau. Rappelons qu'il s'agit des médianes de toutes les concentrations mesurées dans les échantillons d'eau prélevés à chacune des stations de qualité de l'eau au cours de la période de 2001 à 2003.

Les concentrations d'azote total varient entre 0,26 mg/l et 3,70 mg/l. Elles sont dans la gamme des valeurs obtenues par Gangbazo et Babin (2000), soit entre 0,61 mg/l et 4,60 mg/l pour des bassins versants agricoles et entre 0,15 mg/l et 0,54 mg/l pour des bassins versants forestiers du Québec. Notons que comme il n'existe pas de définition du bassin agricole ou forestier, ces auteurs avaient choisi d'appeler *bassin agricole* un bassin dont la superficie cultivable dépasse 20 % de la superficie totale et *bassin forestier* celui dont la superficie cultivable est inférieure à 20 % de la superficie totale. On remarque que 41 % des valeurs (11 sur 27) sont supérieures à la valeur repère de 1 mg/l, certaines rivières ayant des concentrations particulièrement élevées. On peut citer la rivière Fouquette (3,70 mg/l), la rivière Boyer (3,60 mg/l) et la rivière Yamaska (2,50 mg/l).

Les concentrations d'azote ammoniacal varient entre 0,01 mg/l et 0,17 mg/l. Elles sont aussi dans la gamme des valeurs obtenues par Gangbazo et Babin (2000), soit entre 0,04 mg/l et 0,62 mg/l pour des bassins versants agricoles et entre 0,01 mg/l et 0,04 mg/l pour des bassins versants forestiers. Toutes les valeurs obtenues dans la présente étude sont inférieures au critère de l'azote ammoniacal pour l'eau brute d'alimentation humaine fixé à 0,5 mg N/l.

Les concentrations de nitrates sont beaucoup plus élevées que les concentrations d'azote ammoniacal. Elles varient entre 0,11 mg/l et 2,95 mg/l. Elles sont également dans la gamme des valeurs obtenues par Gangbazo et Babin (2000), c'est-à-dire, entre 0,24 mg/l et 2,40 mg/l pour des bassins versants agricoles et entre 0,03 mg/l et 0,32 mg/l pour des bassins versants forestiers. Comme pour l'azote ammoniacal, toutes les concentrations de nitrates sont inférieures au critère pour l'eau potable fixé à 10 mg N/l.

Les concentrations de phosphore total varient entre 0,009 mg/l et 0,106 mg/l, ce qui est dans la gamme des valeurs obtenues par Gangbazo et Babin (2000), à savoir, entre 0,035 mg/l et 0,374 mg/l pour des bassins versants agricoles et entre 0,011 mg/l et 0,050 mg/l pour des bassins versants forestiers. Si les concentrations d'azote ammoniacal et de nitrates sont, dans tous les cas, inférieures à leur critère respectif, les concentrations de phosphore total sont, dans la majorité des rivières (15 sur 27), plus élevées que le critère pour la prévention de l'eutrophisation fixé à 0,030 mg/l. Dans certaines rivières, la concentration de phosphore total est de deux à six fois supérieure au critère. Voici quelques exemples : rivière Etchemin (deux fois), rivière Fouquette (trois fois), rivière Yamaska (trois fois) (données non présentées).

Les concentrations de matières en suspension varient de 1 mg/l à 26 mg/l. Elles sont aussi dans la gamme des valeurs obtenues par Gangbazo et Babin (2000), c'est-à-dire, entre 3 mg/l et 41 mg/l pour des bassins versants agricoles et entre 1 mg/l et 15 mg/l pour des bassins versants forestiers.

Les concentrations moyennes pondérées par le débit annuel aux stations sont présentées au tableau 3.2, à la page 13. Pour l'azote total, 43 % des valeurs (10 sur 23) sont supérieures à la valeur repère de 1 mg/l, alors que pour le phosphore total, 73 % des valeurs (17 sur 23) sont supérieures au critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation. Si on compare les tableaux

**Tableau 3.1 : Concentrations médianes d'azote, de phosphore et de matières en suspension aux stations de qualité de l'eau pour la période de 2001 à 2003**

Nom du bassin versant	Numéro de la station de qualité de l'eau	Paramètres de qualité de l'eau				Phosphore total mg/l
		Matières en suspension mg/l	Azote total mg/l	Azote ammoniacal mg/l	Nitrates mg/l	
À Mars	6070006	ND§	ND	ND	ND	ND
Aux Anglais	7120007	ND	ND	ND	ND	ND
Aux Brochets (Baie Missisquoi)	3040015	3	1,90	0,04	1,44	0,033
Batiscan	5030001	3	0,28	0,02	0,12	0,013
Bayonne	5240001	21	2,10	0,10	1,64	0,121
Bécancour	2400004	4	0,94	0,03	0,58	0,022
Bonaventure	1080001	ND	ND	ND	ND	ND
Bourlamaque	8010062	8	0,50	0,09	0,12	0,017
Boyer	2300001	14	3,60	0,06	2,95	0,070
Châteauguay	3090001	8	1,25	0,05	0,91	0,082
Chaudière	2340050	4	0,93	0,10	0,43	0,034
Des Escoumins	7020002	ND	ND	ND	ND	ND
Du Lièvre	4060001	3	0,26	0,02	0,11	0,011
Du Loup	5280001	22	0,53	0,05	0,22	0,049
Du Moulin	6090002	ND	ND	ND	ND	ND
Du Nord	4010002	6	1,08	0,10	0,61	0,050
Etchemin	2330001	13	2,10	0,30	1,56	0,065
Fouquette	2E90001	3	3,70	0,30	1,79	0,090
Gatineau	4080003	2	0,36	0,03	0,12	0,012
Jacques-Cartier	5080006	2	0,32	0,02	0,21	0,015
Kamouraska	2260002	4	1,45	0,17	0,70	0,034
L'Assomption	5220003	8	0,88	0,08	0,64	0,048
Maskinongé	5260003	8	0,40	0,01	0,23	0,030
Matapédia	1150004	ND	ND	ND	ND	ND
Montmorency	5100014	ND	ND	ND	ND	ND
Nicolet†	3010008	3	1,59	0,03	1,29	0,024
Nicolet Sud-Ouest†	3010009	10	1,48	0,06	0,94	0,053
Richelieu	3040009	9	0,59	0,06	0,37	0,029
Rimouski	2200019	1	0,27	0,01	0,18	0,009
Saint-Charles	5090017	10	0,72	0,14	0,43	0,042
Sainte-Anne	5040007	5	0,38	0,03	0,22	0,026
Saint-François	3020031	14	0,65	0,02	0,39	0,034
Saint-Maurice	5010007	2	0,26	0,02	0,11	0,013
Yamaska	3030023	26	2,50	0,07	1,53	0,106

† Ces deux bassins versants ont été présentés séparément parce qu'il n'y a pas de station de qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest avec la rivière Nicolet.

§ Données non disponibles, soit parce qu'il n'y avait pas de station de débit, soit parce qu'il n'y avait pas de données sur la qualité de l'eau, soit parce qu'il n'y avait ni l'une ni l'autre.

**Tableau 3.2 : Débits moyens annuels et concentrations moyennes pondérées d'azote, de phosphore et de matières en suspension aux stations de qualité de l'eau pour la période de 2001 à 2003**

	Numéro de la station de qualité de l'eau	Débit moyen hm <sup>3</sup> /an	Azote total mg/l	Phosphore total mg/l	Matières en suspension mg/l
À Mars	6070006	387	ND	ND	ND
Aux Anglais	7120007	ND§	ND	ND	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	3040015	240	2,03	0,114	10
Batiscan	5030001	2612	0,33	0,024	10
Bayonne	5240001	ND	ND	ND	ND
Bécancour	2400004	1581	1,05	0,045	17
Bonaventure	1080001	1145	ND	ND	ND
Bourlamaque	8010062	ND	ND	ND	ND
Boyer	2300001	135	4,37	0,170	101
Châteauguay	3090001	1041	2,19	0,113	22
Chaudière	2340050	3399	1,03	0,043	9
Des Escoumins	7020002	437	ND	ND	ND
Du Lièvre	4060001	5479	0,31	0,020	8
Du Loup	5280001	652	0,74	0,120	101
Du Moulin	6090002	ND	ND	ND	ND
Du Nord	4010002	1200	0,91	0,075	21
Etchemin	2330001	1236	1,75	0,076	11
Fouquette	2E90001	ND	ND	ND	ND
Gatineau	4080003	13287	0,40	0,019	5
Jacques-Cartier	5080006	2023	0,35	0,026	9
Kamouraska	2260002	ND	ND	ND	ND
L'Assomption	5220003	2035	1,14	0,062	71
Maskinongé	5260003	501	0,65	0,072	43
Matapédia	1150004	2011	ND	ND	ND
Montmorency	5100014	897	ND	ND	ND
Nicolet†	3010008	937	1,82	0,052	27
Nicolet Sud-Ouest†	3010009	903	1,65	0,093	39
Richelieu	3040009	11529	0,86	0,034	13
Rimouski	2200019	842	0,43	0,026	20
Saint-Charles	5090017	297	0,74	0,097	43
Sainte-Anne	5040007	2308	0,44	0,045	10
Saint-François	3020031	8740	0,80	0,039	19
Saint-Maurice	5010007	20966	0,27	0,029	0
Yamaska	3030023	2174	3,61	0,143	42

† Ces deux bassins versants ont été présentés séparément parce qu'il n'y a pas de station de qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest avec la rivière Nicolet.

§ Données non disponibles, soit parce qu'il n'y avait pas de station de débit, soit parce qu'il n'y avait pas de données sur la qualité de l'eau, soit parce qu'il n'y avait ni l'une ni l'autre.

3.1 et 3.2, on remarque que les concentrations moyennes pondérées des divers paramètres de qualité de l'eau sont généralement beaucoup plus élevées que les concentrations médianes des mêmes paramètres aux mêmes stations. Par exemple, les concentrations moyennes d'azote total sont en moyenne 25 % plus élevées que les concentrations médianes (données non présentées). De la même façon, les concentrations moyennes pondérées de phosphore total sont en moyenne 88 % plus élevées que les concentrations médianes (données non présentées). Il en est de même pour les matières en suspension (340 %; données non présentées).

Les différences entre les concentrations médianes et les concentrations moyennes pondérées par le débit s'expliquent par le fait que la méthode de l'estimateur par ratio de Beale exploite toutes les mesures de débit quotidien enregistrées à une station donnée. De plus, elle tient compte des relations entre les concentrations et les débits qui leur sont associés. Par conséquent, les charges estimées sont celles qui se rapprochent le plus des valeurs réelles, si bien que les concentrations moyennes pondérées sont plus représentatives des valeurs auxquelles les écosystèmes aquatiques sont exposés que les concentrations médianes.

### **3.2 CHARGES D'AZOTE, DE PHOSPHORE ET DE MATIÈRES EN SUSPENSION**

Les charges moyennes d'azote total sont présentées au tableau 3.3. Elles varient entre 106 kg/km<sup>2</sup>/an et 2801 kg/km<sup>2</sup>/an. Gangbazo et Babin (2000) avaient obtenu entre 466 kg/km<sup>2</sup>/an et 2386 kg/km<sup>2</sup>/an pour des bassins versants agricoles et entre 22,8 kg/km<sup>2</sup>/an et 383 kg/km<sup>2</sup>/an pour des bassins versants forestiers.

Les charges moyennes de phosphore total varient entre 11,7 kg/km<sup>2</sup>/an et 109 kg/km<sup>2</sup>/an (tableau 3.4, p. 16). Gangbazo et Babin (2000) avaient obtenu entre 40,4 kg/km<sup>2</sup>/an et 224 kg/km<sup>2</sup>/an pour des bassins versants agricoles et entre 4,71 kg/km<sup>2</sup>/an et 76,9 kg/km<sup>2</sup>/an pour des bassins versants forestiers.

Les charges moyennes de matières en suspension varient entre 0,13 t/km<sup>2</sup>/an et 64,4 t/km<sup>2</sup>/an (tableau 3.5, p.19). Gangbazo et Babin (2000) avaient obtenu entre 0,86 t/km<sup>2</sup>/an et 57,5 t/km<sup>2</sup>/an pour des bassins versants agricoles et entre 0,10 t/km<sup>2</sup>/an et 40 t/km<sup>2</sup>/an pour des bassins versants forestiers.

On peut dire que dans l'ensemble, les plus petites valeurs obtenues dans la présente étude sont plus élevées que celles obtenues précédemment par Gangbazo et Babin (2000). Par contre, les valeurs les plus élevées sont inférieures à celles obtenues par les mêmes auteurs.

**Tableau 3.3 : Charges d'azote total aux stations de qualité de l'eau pour la période de 2001 à 2003**

Nom du bassin versant	Numéro de la station de qualité de l'eau	Charge estimée CE† t/an	Superficie drainée à la station km <sup>2</sup>	Coefficient d'exportation kg/km <sup>2</sup> /an
À Mars	6070006	ND§	663	ND
Aux Anglais	7120007	ND	444	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	3040015	488	552	884
Batiscan	5030001	870	4610	189
Bayonne	5240001	ND	359	ND
Bécancour	2400004	1653	2620	631
Bonaventure	1080001	ND	2170	ND
Bourlamaque	8010062	ND	697	ND
Boyer	2300001	589	210	2801
Châteauguay	3090001	2281	2350	971
Chaudière	2340050	3506	6692	524
Des Escoumins	7020002	ND	798	ND
Du Lièvre	4060001	1691	9560	177
Du Loup	5280001	485	1520	319
Du Moulin	6090002	ND	373	ND
Du Nord	4010002	1097	2070	530
Etchemin	2330001	2158	1460	1478
Fouquette	2E90001	ND	70	ND
Gatineau	4080003	5325	23600	226
Jacques-Cartier	5080006	709	2510	282
Kamouraska	2260002	ND	296	ND
L'Assomption	5220003	2323	4220	550
Maskinongé	5260003	324	1100	295
Matapédia	1150004	ND	3820	ND
Montmorency	5100014	ND	1100	ND
Nicolet‡	3010008	1702	1670	1019
Nicolet Sud-Ouest‡	3010009	1486	1520	978
Richelieu	3040009	9930	23700	419
Rimouski	2200019	366	1637	224
Saint-Charles	5090017	221	513	430
Sainte-Anne	5040007	1017	2690	378
Saint-François	3020031	7026	10200	689
Saint-Maurice	5010007	5669	43200	131
Yamaska	3030023	7854	4510	1741

† Moyenne sur trois ans (2001-2003).

‡ Ces deux bassins versants ont été présentés séparément parce qu'il n'y a pas de station de qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest avec la rivière Nicolet.

§ Données non disponibles, soit parce qu'il n'y avait pas de station de débit, soit parce qu'il n'y avait pas de données sur la qualité de l'eau, soit parce qu'il n'y avait ni l'une ni l'autre.

**Tableau 3.4 : Charges de phosphore total aux stations de qualité de l'eau pour la période de 2001 à 2003**

Nom du bassin versant	Numéro de la station de qualité de l'eau	Charge estimée (CE) † t/an	Superficie drainée à la station km <sup>2</sup>	Coefficient d'exportation kg/km <sup>2</sup> /an
À Mars	6070006	ND§	663	ND
Aux Anglais	7120007	ND	444	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	3040015	27,3	552	49,5
Batiscan	5030001	63,3	4610	13,7
Bayonne	5240001	ND	359	ND
Bécancour	2400004	71,6	2620	27,3
Bonaventure	1080001	ND	2170	ND
Bourlamaque	8010062	ND	697	ND
Boyer	2300001	22,9	210	109
Châteauguay	3090001	118	2350	50,1
Chaudière	2340050	147	6692	22,0
Des Escoumins	7020002	17,7	798	22,1
Du Lièvre	4060001	116	9560	12,1
Du Loup	5280001	78,5	1520	51,6
Du Moulin	6090002	ND	373	ND
Du Nord	4010002	90,0	2070	43,5
Etchemin	2330001	93,3	1460	63,9
Fouquette	2E90001	ND	70	ND
Gatineau	4080003	255‡	23600	10,8
Jacques-Cartier	5080006	52,8	2510	21,0
Kamouraska	2260002	ND	296	ND
L'Assomption	5220003	127	4220	30,1
Maskinongé	5260003	36,3	1100	33,0
Matapédia	1150004	ND	3820	ND
Montmorency	5100014	ND	1100	ND
Nicolet††	3010008	49,1	1670	29,4
Nicolet Sud-Ouest††	3010009	84,1	1520	55,3
Richelieu	3040009	391	23700	16,5
Rimouski	2200019	21,5	1637	13,1
Saint-Charles	5090017	28,9	513	56,3
Sainte-Anne	5040007	103	2690	38,2
Saint-François	3020031	343	10200	33,7
Saint-Maurice	5010007	600	43200	13,9
Yamaska	3030023	310	4510	68,8

† Moyenne sur trois ans (2001-2003).

‡ Pour ce bassin versant, la charge estimée avec l'équation de Beale (Hore et Ostry, 1978) était inférieure à la charge provenant de sources naturelles, probablement parce qu'il s'agissait d'un bassin versant forestier. Ainsi, la charge estimée a été calculée en faisant la somme des charges provenant de sources naturelles et ponctuelles. La charge provenant de sources diffuses a été considérée comme nulle.

†† Ces deux bassins versants ont été présentés séparément parce qu'il n'y a pas de station de qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest avec la rivière Nicolet.

§ Données non disponibles, soit parce qu'il n'y avait pas de station de débit, soit parce qu'il n'y avait pas de données sur la qualité de l'eau, soit parce qu'il n'y avait ni l'une ni l'autre.

**Tableau 3.5 : Charges de matières en suspension aux stations de qualité de l'eau pour la période de 2001 à 2003**

Nom du bassin versant	Numéro de la station de qualité de l'eau	Charge estimée CE† t/an	Superficie du bassin versant à la station km <sup>2</sup>	Coefficient d'exportation t/km <sup>2</sup> /an
À Mars	6070006	ND§	663	ND
Aux Anglais	7120007	ND	444	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	3040015	2432	552	4,41
Batiscan	5030001	26421	4610	5,73
Bayonne	5240001	ND	359	ND
Bécancour	2400004	26769	2620	10,2
Bonaventure	1080001	ND	2170	ND
Bourlamaque	8010062	ND	697	ND
Boyer	2300001	13549	210	64,4
Châteauguay	3090001	22494	2350	9,57
Chaudière	2340050	29591	6692	4,42
Des Escoumins	7020002	ND	798	ND
Du Lièvre	4060001	43140	9560	4,51
Du Loup	5280001	65604	1520	43,2
Du Moulin	6090002	ND	373	ND
Du Nord	4010002	25403	2070	12,3
Etchemin	2330001	13823	1460	9,47
Fouquette	2E90001	ND	70	ND
Gatineau	4080003	66024	23600	2,80
Jacques-Cartier	5080006	17616	2510	7,02
Kamouraska	2260002	ND	296	ND
L'Assomption	5220003	144856	4220	34,3
Maskinongé	5260003	21489	1100	19,5
Matapédia	1150004	ND	3820	ND
Montmorency	5100014	ND	1100	ND
Nicolet‡	3010008	25099	1670	15,0
Nicolet Sud-Ouest‡	3010009	35214	1520	23,2
Richelieu	3040009	151530	23700	6,39
Rimouski	2200019	16601	1637	10,1
Saint-Charles	5090017	12666	513	24,7
Sainte-Anne	5040007	23776	2690	8,8
Saint-François	3020031	162524	10200	15,9
Saint-Maurice	5010007	5674	43200	0,13
Yamaska	3030023	91251	4510	20,2

† Moyenne sur trois ans (2001-2003).

‡ Ces deux bassins versants ont été présentés séparément parce qu'il n'y a pas de station de qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest avec la rivière Nicolet.

§ Données non disponibles, soit parce qu'il n'y avait pas de station de débit, soit parce qu'il n'y avait pas de données sur la qualité de l'eau, soit parce qu'il n'y avait ni l'une ni l'autre.



## CHAPITRE IV DÉTERMINATION D'OBJECTIFS RELATIFS À L'AZOTE, AU PHOSPHORE ET AUX MATIÈRES EN SUSPENSION

La connaissance des concentrations et des charges d'éléments nutritifs et de matières en suspension est utile pour plusieurs étapes de l'élaboration d'un plan directeur de l'eau dont l'analyse de bassin versant et la détermination d'objectifs de bassin versant. Parmi ceux-ci, il y a la réduction nécessaire des charges de certains polluants pour protéger ou pour récupérer les usages de l'eau. La détermination d'objectifs de bassin versant a une grande influence sur l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan d'action. Ces étapes comportent, comme on sait, des défis importants, tant sur le plan scientifique qu'organisationnel. C'est pourquoi dans le guide pour l'élaboration d'un plan directeur de l'eau, Gangbazo (2004a) a indiqué que la détermination d'objectifs aide les acteurs de l'eau à se mobiliser davantage dans l'action. Pour cela, elle doit déboucher sur des solutions précises, réalistes et efficaces. Les buts du présent chapitre sont : (1) rappeler l'importance de déterminer des objectifs dans un plan directeur de l'eau; (2) présenter les méthodes disponibles pour déterminer des objectifs afin de réduire les charges de polluants exportées par les rivières et évaluer la méthode proposée; (3) expliquer comment on peut déterminer les solutions qui permettront d'atteindre ces objectifs; (4) faire état des connaissances sur l'efficacité des pratiques agricoles bénéfiques.

### 4.1 DÉFINITION D'UN OBJECTIF

Les objectifs représentent des fins quantifiables et réalisables dans un délai donné. Ils doivent être précis, mesurables, acceptables, réalistes et temporels (Gangbazo, 2004b). Les objectifs doivent être liés aux orientations qui, elles-mêmes, découlent des enjeux. Un objectif doit exprimer quantitativement le résultat que les actions devraient produire à un endroit donné, dans un délai donné, pour que les

conditions désirées se réalisent. Ces conditions pourraient être, par exemple, le respect d'un critère de qualité de l'eau afin de récupérer un usage de l'eau.

Il y a des objectifs généraux et des objectifs spécifiques. Un objectif général exprime la direction, la destinée ou la cible ultime vers laquelle tous les efforts doivent tendre. Une notion de long terme (dans 10 à 20 ans) est associée à un objectif général. En revanche, l'objectif spécifique exprime quantitativement (autant que possible) une condition qui devrait exister à la fin de la mise en œuvre du plan d'action (dans 5 ans). Par conséquent, les objectifs spécifiques précisent les objectifs généraux et guident la conception et la mise en œuvre des solutions. Ils aident aussi à planifier le programme de suivi qui sera nécessaire pour évaluer le succès d'un projet. Il peut y avoir plusieurs objectifs généraux pour une orientation donnée comme il peut y avoir plusieurs objectifs spécifiques pour un objectif général donné.

L'encadré 4.1, donne un exemple d'objectif général et d'objectifs spécifiques liés à la réduction des charges de certains polluants. Selon les enjeux, les organismes de bassins versants auront à déterminer leurs objectifs relatifs la réduction des charges de certains polluants pour protéger ou pour récupérer certains usages de l'eau.

### 4.2 IMPORTANCE DE DÉTERMINER DES OBJECTIFS DANS UN PLAN DIRECTEUR DE L'EAU

Un organisme de bassin versant doit énoncer clairement les objectifs qu'il compte atteindre pour le bassin versant afin d'obtenir l'appui des acteurs de l'eau et leur participation active dans les projets. Les objectifs de bassin versant sont donc un des plus importants énoncés dans la planification de la gestion intégrée de l'eau par bassin versant. À défaut d'énoncer clairement les objectifs visés, le plan d'action demeure sans direction, et risque de ne donner aucun résultat tangible. Les objectifs peuvent aussi être le résultat le plus difficile à atteindre, surtout s'ils n'ont pas reçu l'approbation des acteurs de l'eau.

#### Encadré 4.1 Exemple d'objectif général et d'objectifs spécifiques reliés à la réduction des charges de certains polluants

Dans le cas d'un enjeu consistant à assurer la protection et la restauration des écosystèmes aquatiques et riverains, un objectif général et deux objectifs spécifiques pour l'orientation mentionnée ci-après pourraient être les suivants :

**Orientation :** Réduire les charges de contaminants de sources ponctuelles et diffuses

**Objectif général :** Résoudre les problèmes résiduels d'assainissement de l'eau d'ici 2008

**Objectifs spécifiques :**

- D'ici 2008, réduire de 10 tonnes la charge de phosphore total dans la rivière une telle;
- D'ici 2008, réduire de 10000 tonnes la charge de matières en suspension dans la rivière une telle.

Pour être mobilisateurs, les objectifs doivent être quantitatifs, dans la mesure du possible. De plus, ils doivent refléter la vision que les acteurs locaux ont développée pour le bassin versant, c'est-à-dire l'état dans lequel le bassin versant devrait se trouver à plus ou moins long terme, particulièrement en ce qui a trait aux usages de l'eau et des écosystèmes associés qu'ils désirent voir protégés, restaurés ou mis en valeur. Cette vision devra respecter l'esprit des lois provinciales ou fédérales applicables aux ressources en eau. Gangbazo, (2005) a montré comment on peut développer une vision pour un bassin versant.

Les objectifs de bassin versant peuvent avoir trait à certains points (Gangbazo, 2004b) :

L'état des ressources en eau :

- ✓ la qualité de l'eau de surface (rivières et lacs) et des nappes d'eau souterraines;
- ✓ la qualité des rives des cours d'eau, des milieux humides et des habitats;
- ✓ la faune et la flore aquatiques et des rives.

Les usages de l'eau :

- ✓ l'approvisionnement en eau à des fins municipale, agricole et industrielle;
- ✓ les accès publics aux plans d'eau;
- ✓ le contrôle du régime hydrique des cours d'eau (contrôle des

crues, hydroélectricité, barrages de retenue, dérivation, etc.);

- ✓ la mise en valeur du potentiel récréotouristique (nautisme, pêche, baignade, villégiature, interprétation de la nature, sentier, randonnée, sites patrimoniaux et culturels).

Les objectifs de bassin versant sont donc l'expression du devenir souhaité d'un cours d'eau dans ses dimensions environnementale, économique et sociale. Ils permettent aux organismes de bassins versants de concrétiser leur vision d'un développement durable pour leur bassin versant.

La connaissance des concentrations et des charges d'éléments nutritifs et de matières en suspension aide à déterminer des objectifs qui ont trait à la qualité de l'eau de surface ainsi qu'à l'approvisionnement en eau à des fins municipale, agricole et industrielle. La connaissance des concentrations et des charges de matières en suspension peut aider à déterminer des objectifs qui ont trait à la qualité des habitats. On sait que l'accumulation de sédiments au fond des cours d'eau peut nuire aux organismes benthiques, mais aussi aux poissons en ensablant les frayères par exemple.

#### 4.3 MÉTHODES POUR DÉTERMINER DES OBJECTIFS RELATIFS À LA RÉDUCTION DES CHARGES DE POLLUANTS DANS LES RIVIÈRES

##### 4.3.1 Utilisation de la notion d'objectif environnemental au Québec

La Politique nationale de l'eau demande aux organismes de bassins versants de déterminer leurs objectifs de bassin versant. Il ne faut cependant pas confondre les objectifs de bassin versant avec les objectifs environnementaux de rejet, lesquels sont établis par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Rappelons que la *Loi sur la qualité de l'environnement* stipule que, de façon générale, toute activité susceptible de résulter en une émission, un dépôt, un dégagement ou un rejet de contaminants dans l'environnement ne peut se faire sans obtenir préalablement une autorisation du Ministère. Les articles 22 et 24 de la *Loi* imposent au Ministère l'obligation de connaître les conséquences d'un projet sur l'environnement avant de l'autoriser.

Les objectifs environnementaux de rejet sont utilisés par le Ministère pour calculer, au cas par cas, des exigences de rejet dans le milieu aquatique pour les sources ponctuelles de polluants tels que les effluents municipaux et industriels. Comme certains objectifs de bassin versant, les objectifs environnementaux de rejet visent la protection du milieu aquatique et servent à orienter les efforts d'assainissement urbain et industriel. Les objectifs de bassin versant n'ont cependant aucune valeur légale. Toutefois, ils sont aussi légitimes et crédibles que les objectifs environnementaux de rejet parce qu'ils sont le fruit d'une concertation entre l'ensemble des acteurs de l'eau.

Soulignons que le Ministère n'a développé, pour le moment, aucune méthode pour calculer des exigences de rejet pour les eaux de ruissellement de sources diffuses. Pour prévenir la pollution diffuse agricole, le Ministère détermine, dans des règlements comme le Règlement sur les exploitations agricoles par exemple, les pratiques qu'un producteur agricole doit adopter pour diminuer les risques de transport des polluants de sources diffuses vers les plans

d'eau. On espère ainsi qu'à long terme les concentrations de ces polluants dans les rivières diminueront sous les critères établis pour les usages de l'eau qui leur sont liés. Les résultats obtenus jusqu'à présent sont cependant mitigés (Gangbazo et Painchaud, 1999).

Notons qu'il existe une méthode appelée *méthode des deltas* qui a été considérée par le Ministère comme une méthode pouvant être adaptée au calcul du pourcentage de réduction nécessaire des charges de polluants à une station de qualité de l'eau, indépendamment des sources de pollution. Dans cette méthode (voir Gouin, 1984), le pourcentage de réduction nécessaire de la charge d'un polluant est calculé comme suit :

$$PR = 100 - 100 \times [(CE - CN)/(CTM - CN)]$$

[équation 3]

où :

PR est le pourcentage de réduction nécessaire de la charge d'un polluant;  
CE est la charge actuelle, estimée à la station de qualité de l'eau;  
CTM est la charge totale maximale admissible à la station de qualité de l'eau;  
CN est la charge naturelle, c'est-à-dire le « bruit de fond » de la rivière.

Dans la *méthode des deltas*, la charge actuelle à la station de qualité de l'eau est estimée en multipliant la concentration mesurée à la station par le débit. On recommande d'utiliser les débits journaliers pour la période estivale ainsi qu'une concentration journalière interpolée à partir des concentrations mesurées au moins une fois par semaine. La charge totale maximale admissible est, pour un paramètre de qualité de l'eau donné, la valeur du critère de qualité de l'eau, choisie en fonction des usages à récupérer, multipliée par le débit moyen estival à la station. La charge naturelle est calculée en multipliant la concentration naturelle du polluant par le débit moyen estival. Gouin (1984) estime que, comme cette méthode permet de déterminer des objectifs à un point donné du réseau hydrographique, à l'embouchure par exemple, les objectifs ainsi fixés ne sont pas assez précis pour éviter ou prévoir des détériorations à l'intérieur de la rivière si on la compare à d'autres méthodes de calcul

applicables aux sources ponctuelles seulement. La *méthode des deltas* n'a cependant été utilisée que de façon occasionnelle au Québec.

#### 4.3.2 Méthode utilisée aux États-Unis

Aux États-Unis, la Loi sur la qualité de l'eau (*Clean Water Act*) oblige les États à prendre des mesures pour atteindre les critères de qualité de l'eau relatifs à la vie aquatique, à la baignade et à la consommation humaine dans toutes les rivières. Ils doivent, pour cela, calculer les exigences de rejets, sous la forme de charges totales maximales journalières (*Total Maximum Daily Loads*) pour les eaux usées de sources ponctuelles. Cependant, ils ne sont pas tenus, pour le moment, de déterminer des exigences de rejet pour les eaux de ruissellement de sources diffuses. Les choses sont toutefois en train de changer, car l'approche traditionnelle incitant les producteurs agricoles à utiliser volontairement des pratiques susceptibles de réduire la pollution de l'eau n'a pas permis d'atteindre les critères fixés. Prenant acte de cette situation, la U. S. Environmental Protection Agency (U. S. EPA) tente de soumettre les États à l'obligation de déterminer des exigences de rejet pour les eaux usées de sources ponctuelles et diffuses.

L'approche développée aux États-Unis pour calculer les charges totales maximales journalières pour les rejets de sources ponctuelles et diffuses est relativement complexe. Les charges totales maximales journalières sont définies comme suit (Sherman, 2001) :

$$CTMJ = \sum CAP + \sum CAD + BF + MS$$

[équation 4]

où :

CTMJ est la charge totale maximale journalière;

CAP est la charge allouée à chaque rejet de source ponctuelle;

CAD est la charge allouée à chaque rejet de source diffuse;

BF est la charge associée au « bruit de fond » de la rivière;

MS est la marge de sécurité.

La charge allouée à chaque rejet de source ponctuelle est une fraction de la charge totale d'un polluant que toutes les sources ponctuelles peuvent rejeter dans une rivière tout en respectant le critère de qualité de l'eau pour un usage donné. De la même façon, la charge allouée à chaque rejet de source diffuse est une fraction de la charge totale d'un polluant que toutes les sources diffuses peuvent rejeter dans une rivière tout en respectant le critère de qualité de l'eau pour un usage donné. La charge associée au « bruit de fond » est la charge que la rivière aurait reçue s'il n'y avait aucune activité humaine dans le bassin versant. La marge de sécurité tient compte des manques de connaissances associées à l'influence que la réduction de la charge de polluants dans les effluents peut avoir sur la qualité de l'eau. Notons que le calcul de la charge totale maximale journalière doit tenir compte de l'influence que les variations saisonnières des précipitations et de la température par exemple peuvent avoir sur la concentration du polluant concerné. L'approche des charges totales maximales journalières suscite de nombreux débats en plus d'être l'objet de nombreuses critiques aux États-Unis même, entre autres à cause de sa complexité, du manque de connaissances sur les sources de pollution diffuse agricole et du nombre élevé de données qu'elle exige.

#### 4.3.3 Évaluation de la méthode proposée

Rappelons que dans la *méthode des deltas* (voir section 4.3.1, équation 3), le calcul de la charge totale maximale admissible est basé sur le débit moyen estival, alors que dans la *méthode des deltas modifiée* (voir chapitre II, équations 1 et 2), il est basé sur le débit moyen annuel. C'est entre autres pour cela que nous l'avons appelée *méthode des deltas modifiée*. Le fait que la *méthode des deltas* soit basée sur le débit moyen estival lui confère un désavantage majeur, celui de sous-estimer l'influence de la pollution diffuse agricole sur les usages de l'eau dans les grands bassins versants. Ce type de pollution est généré par les précipitations et, selon les conditions d'écoulement de l'eau, les polluants transportés peuvent se déposer au fond des rivières pour être remis en suspension plus

tard, si bien que leurs effets peuvent se manifester plus tard aussi. Par conséquent, la *méthode des deltas* est applicable surtout aux petits cours d'eau. On sait que sur une base annuelle, seule une infime fraction des éléments nutritifs et des sédiments qui entre dans ces cours d'eau y est stockée. Cela s'explique par ce qu'il est convenu d'appeler le *nettoyage printanier* et qui a été mis en évidence en France par Probst (1985) et au Québec par Lapp et autres (1998) ainsi que par Gangbazo et autres (2002). Dans un petit bassin versant, les eaux de ruissellement dues aux fontes printanières transportent à l'extérieur du bassin versant presque tous les polluants qui ont pu se déposer au fond d'une rivière au cours de l'année hydrologique précédente.

Nous proposons aux organismes de bassins versants d'utiliser la *méthode des deltas modifiée* pour déterminer leurs objectifs relatifs à la réduction des charges d'un polluant. Cette proposition tient compte du fait que la plupart des modèles mathématiques disponibles pour déterminer des scénarios afin de résoudre les problématiques de qualité de l'eau des rivières prédisent les concentrations et les charges d'un polluant en tout point du réseau hydrographique. Elle tient compte aussi de l'état des connaissances sur les sources de pollution diffuse agricole. Par exemple, l'approche des charges totales maximales journalières utilisée aux États-Unis (voir section 4.3.2, équation 4) serait très difficile à appliquer au Québec pour le moment. De plus, la *méthode des deltas modifiée* exploite les données disponibles au Ministère sur la qualité de l'eau et le débit des rivières.

Nous avons développé la *méthode des deltas modifiée* en nous inspirant bien sûr de la *méthode des deltas*, mais aussi d'un concept proposé par Foran et autres (1991) pour contrôler la pollution diffuse agricole en utilisant la notion d'objectif environnemental. Dans un bassin versant où l'agriculture occupe une place prépondérante, ces auteurs entendent par *exigences de rejet* les charges maximales de polluants de sources diffuses que l'ensemble des producteurs agricoles d'un bassin versant peuvent rejeter dans une rivière tout en respectant les critères relatifs aux différents usages de

l'eau. Leur proposition est la suivante : une fois que ces charges sont connues, les producteurs agricoles du bassin versant devraient travailler collectivement pour les respecter, en utilisant les pratiques appropriées. On sait que dans un bassin versant agricole, la responsabilité individuelle des agriculteurs dans la pollution d'une rivière est difficile à établir avec précision. Seule leur responsabilité collective qui équivaut à la charge totale maximale peut être établie de façon satisfaisante.

Nous suggérons aux organismes de bassins versants de calculer la charge totale maximale admissible lorsqu'il existe un critère pour un polluant, comme dans le cas du phosphore par exemple, ainsi que l'effort d'assainissement nécessaire. Dans le cas d'un polluant pour lequel il n'existe pas de critère sous la forme d'une valeur absolue, mais qui peut compromettre la vie aquatique comme les matières en suspension, un organisme de bassin versant peut quand même se fixer un objectif pour réduire la charge de ce polluant. On sait que la protection de la vie aquatique est assurée par le contrôle de plusieurs paramètres de qualité de l'eau ainsi que par le contrôle des conditions d'habitat. Toutefois, les organismes de bassins versants qui désirent faire ces calculs auraient avantage à consulter les professionnels du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (Direction du suivi de l'état de l'environnement, Service des avis et expertises) pour vérifier les hypothèses à utiliser.

En utilisant la *méthode des deltas modifiée*, nous avons calculé les charges totales maximales admissibles permettant d'atteindre la valeur repère de la concentration d'azote total ainsi que les efforts d'assainissement nécessaires le cas échéant. Les résultats sont présentés au tableau 4.1. On observe que cette charge dépasse la charge actuelle dans certains bassins versants. Parmi les rivières qui nécessiteraient des efforts d'assainissement les plus importants, citons, les rivières Aux Brochets (51 %), Boyer (77 %), Châteauguay (54 %), Etchemin (43 %), Nicolet (45 %), Nicolet Sud-Ouest (39 %) et Yamaska (72 %).

**Tableau 4.1 : Charges totales maximales d'azote total admissibles et effort d'assainissement nécessaire pour respecter la valeur repère de la concentration d'azote total aux stations de qualité de l'eau**

Nom du bassin versant	Numéro de la station de qualité de l'eau	Charge estimée	Charge totale maximale	Effort d'assainissement nécessaire	
		CE†	CTM‡	t/an	%‡‡
		t/an	t/an	t/an	%‡‡
À Mars	6070006	ND§	ND	ND	ND
Aux Anglais	7120007	ND	ND	ND	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	3040015	488	240	248	50,7
Batiscan	5030001	870	2612	-1742	-200
Bayonne	5240001	ND	ND	ND	ND
Bécancour	2400004	1653	1581	72	4,33
Bonaventure	1080001	266	ND	ND	ND
Bourlamaque	8010062	ND	ND	ND	ND
Boyer	2300001	589	135	454	77,1
Châteauguay	3090001	2281	1041	1240	54,4
Chaudière	2340050	3506	3399	107	3,06
Des Escoumins	7020002	85	ND	ND	ND
Du Lièvre	4060001	1691	5479	-3788	-224
Du Loup	5280001	485	652	-167	-34,6
Du Moulin	6090002	ND	ND	ND	ND
Du Nord	4010002	1097	1200	-103	-9,36
Etchemin	2330001	2158	1236	922	42,7
Fouquette	2E90001	ND	ND	ND	ND
Gatineau	4080003	5325	13287	-7962	-150
Jacques-Cartier	5080006	709	2023	-1314	-185
Kamouraska	2260002	ND	ND	ND	ND
L'Assomption	5220003	2323	2035	288	12,4
Maskinongé	5260003	324	501	-177	-54,6
Matapédia	1150004	ND	ND	ND	ND
Montmorency	5100014	ND	ND	ND	ND
Nicolet†††	3010008	1702	937	765	45,0
Nicolet Sud-Ouest†††	3010009	1486	903	584	39,3
Richelieu	3040009	9930	11529	-1599	-16,1
Rimouski	2200019	366	842	-476	-130
Saint-Charles	5090017	221	297	-77	-34,8
Sainte-Anne	5040007	1017	2308	-1291	-127
Saint-François	3020031	7026	8740	-1714	-24,4
Saint-Maurice	5010007	5669	20966	-15297	-270
Yamaska	3030023	7854	2174	5680	72,3

† Charge actuelle estimée à la station de suivi de la qualité de l'eau (moyenne sur trois ans, de 2001 à 2003).

‡ Charge provenant de sources anthropiques et naturelles permettant de respecter la valeur repère de la concentration d'azote total (1 mg/l).

†† Valeur négative : quantité dont on peut augmenter la charge d'azote total tout en respectant la valeur repère de la concentration d'azote total. Valeur positive : quantité dont il faut réduire la charge d'azote total pour respecter la valeur repère de la concentration d'azote total.

‡‡ Pourcentage calculé par rapport à la charge estimée.

††† Ces deux bassins versants ont été présentés séparément parce qu'il n'y a pas de station de qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest avec la rivière Nicolet.

§ Données non disponibles, soit parce qu'il n'y avait pas de station de débit, soit parce qu'il n'y avait pas de données sur la qualité de l'eau, soit parce qu'il n'y avait ni l'une ni l'autre.

De la même façon, nous avons calculé les charges totales maximales admissibles permettant d'atteindre le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation ainsi que les efforts d'assainissement nécessaires le cas échéant. Les résultats sont présentés au tableau 4.2. On constate que cette charge est dépassée dans la majorité des bassins versants. Par conséquent, il faudra faire un effort important d'assainissement pour atteindre le critère de concentration de phosphore. Dans le bassin versant de la rivière Boyer, par exemple, la charge totale maximale est de 4 t/an, alors que la charge actuelle est de 22,9 t/an. Par conséquent, un éventuel programme d'assainissement devra réduire la charge de phosphore de 18,9 t/an, ou 82,5 %, pour respecter le critère. Cette réduction peut être obtenue à la suite de plusieurs cycles de gestion. Dans le bassin versant de la rivière Batiscan, en revanche, la charge totale maximale est de 78,3 t/an, alors que la charge actuelle est de 63,3 t/an. Par conséquent, il est possible d'augmenter la charge de phosphore de 15 t/an, ou 23,7 %, tout en respectant le critère. Aucun effort d'assainissement axé sur la réduction des charges de phosphore n'est nécessaire. Il ne faut cependant pas y voir une incitation à augmenter la charge ou la concentration de phosphore dans ce genre de rivière. En effet, l'augmentation de la charge de phosphore devrait être limitée pour ne pas induire une tendance significative à la hausse de la concentration de phosphore dans le milieu aquatique.

Remarquons que, selon les données du tableau 4.2, il faut faire un effort d'assainissement pour respecter le critère dans les bassins versants des rivières Bécancour, Maskinongé, Richelieu et Sainte-Anne, bien que la concentration médiane de phosphore y soit inférieure ou égale au critère. Cela s'explique par le fait que la « vraie » concentration de phosphore – la concentration moyenne pondérée – est supérieure à la concentration médiane (voir tableaux 3.1, p. 12 et 3.2, p. 13).

#### **4.3.4 Arrimage des objectifs de bassin versant aux objectifs environnementaux de rejet**

Avec l'avènement de la Politique nationale de l'eau, les objectifs environnementaux de rejet et les objectifs de bassin versant sont dorénavant appelés à cohabiter, et cela, pour le bien des écosystèmes aquatiques. Ces deux notions sont parfaitement compatibles. Les objectifs environnementaux de rejet visent, comme nous l'avons mentionné précédemment, la protection du milieu aquatique contre les eaux usées de sources municipales et industrielles. Par contre, les objectifs de bassin versant relatifs à la réduction des charges de polluants dans les rivières visent la protection du milieu aquatique contre l'ensemble des sources de pollution de l'eau. Dans les faits, ils permettent de contrôler la pollution diffuse agricole par l'approche des objectifs environnementaux, ce qui n'a jamais été fait au Québec auparavant. Compte tenu que le Ministère a autorisé une multitude de projets depuis le début des années 1980, les objectifs environnementaux de rejet pourront dorénavant être déterminés en tenant compte des objectifs de bassin versant et du plan d'action établi par chaque organisme de bassin versant. Ces ajustements pourront viser par exemple la protection des activités récréatives si des besoins sont exprimés pour des secteurs où ils n'ont pas été pris en compte jusqu'à maintenant.

Dans le contexte des États-Unis, Foran et autres (1991) avaient proposé d'utiliser l'approche des objectifs environnementaux en agriculture, mais avec des modalités beaucoup plus souples que celles qui sont employées pour l'assainissement urbain ou industriel. Ils ont suggéré de calculer des objectifs environnementaux pour chacune des sources de pollution de l'eau qu'on retrouve dans un bassin versant – eaux usées municipales, eaux usées industrielles, eaux de ruissellement de sources diffuses agricoles -, et de délivrer des permis pour chacune d'elles.

**Tableau 4.2 : Charges totales maximales de phosphore total admissibles et effort d'assainissement nécessaire pour respecter le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation aux stations de qualité de l'eau**

Nom du bassin versant	Numéro de la station de qualité de l'eau	Charge estimée	Charge totale	Effort d'assainissement nécessaire	
		(CE)† t/an	maximale (CTM) ‡ t/an	t/an	%‡‡
À Mars	6070006	ND§	ND	ND	ND
Aux Anglais	7120007	ND	ND	ND	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	3040015	27,3	7,20	20,1	73,7
Batiscan	5030001	63,3	78,3	-15,0	-23,7
Bayonne	5240001	ND	ND	ND	ND
Bécancour	2400004	71,6	47,4	24,2	33,8
Bonaventure	1080001	ND	ND	ND	ND
Bourlamaque	8010062	ND	ND	ND	ND
Boyer	2300001	22,9	4,00	18,9	82,5
Châteauguay	3090001	118	31,2	86,5	73,5
Chaudière	2340050	147	102	45,4	30,8
Des Escoumins	7020002	ND	ND	ND	ND
Du Lièvre	4060001	112	164	-52,7	-47,2
Du Loup	5280001	78,5	19,6	58,9	75,0
Du Moulin	6090002	ND	ND	ND	ND
Du Nord	4010002	90	36,0	54,0	60,0
Etchemin	2330001	93,3	37,1	56,2	60,2
Fouquette	2E90001	ND	ND	ND	ND
Gatineau	4080003	241	399	-158	-65,4
Jacques-Cartier	5080006	52,8	60,7	-7,91	-15,0
Kamouraska	2260002	ND	ND	ND	ND
L'Assomption	5220003	127	61,1	65,8	51,9
Maskinongé	5260003	36,3	15,0	21,3	58,7
Matapédia	1150004	ND	ND	ND	ND
Montmorency	5100014	ND	ND	ND	ND
Nicolet†††	3010008	49,1	28,1	21,0	42,8
Nicolet Sud-Ouest†††	3010009	84,1	27,1	57,0	67,8
Richelieu	3040009	391	346	45,4	11,6
Rimouski	2200019	21,5	25,3	-3,80	-17,6
Saint-Charles	5090017	28,9	8,90	20,0	69,2
Sainte-Anne	5040007	103	69,2	33,7	32,7
Saint-François	3020031	343	262	81,2	23,6
Saint-Maurice	5010007	600	629	-29,1	-4,85
Yamaska	3030023	310	65,2	245	79,0

† Charge actuelle estimée à la station de qualité de l'eau (moyenne sur trois ans, de 2001 à 2003).

‡ Charge provenant de sources anthropiques et naturelles permettant de respecter le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation (0,030 mg/l).

†† Valeur négative : quantité dont on peut augmenter la charge de phosphore total tout en respectant le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation. Valeur positive : quantité dont il faut réduire la charge de phosphore total pour respecter le critère de concentration de phosphore pour la prévention de l'eutrophisation.

††† Ces deux bassins versants ont été présentés séparément parce qu'il n'y a pas de station de qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest avec la rivière Nicolet.

‡‡ Pourcentage calculé par rapport à la charge estimée.

§ Données non disponibles, soit parce qu'il n'y avait pas de station de débit, soit parce qu'il n'y avait pas de données sur la qualité de l'eau, soit parce qu'il n'y avait ni l'une ni l'autre.

Pour les sources ponctuelles de pollution, la responsabilité de respecter les exigences de rejet calculées revient déjà aux municipalités et aux industries. Le système utilisé actuellement aux États-Unis, qui consiste à vérifier la conformité de l'effluent avec les exigences de rejet continuerait à être appliqué. Toutefois, pour les sources diffuses agricoles, l'association des producteurs agricoles du bassin versant aurait la responsabilité d'atteindre les objectifs fixés à l'ensemble de ses membres. Dans ce cas, l'atteinte de la concentration, qui permet de protéger ou de récupérer les usages de l'eau, serait utilisée comme critère de performance. En d'autres termes, les producteurs agricoles devraient s'attendre à améliorer leurs pratiques tant que la concentration recherchée n'est pas atteinte. Cette suggestion s'appuie sur le fait qu'il y a une grande incertitude autour des relations entre les solutions qui seront recommandées et la concentration de polluants dans l'eau. De plus, en agriculture, le délai entre la mise en place de solutions et l'obtention de résultats dans les rivières peut être très long, pouvant aller jusqu'à une dizaine d'années selon les études pilotes effectuées.

La proposition de Foran et autres (1991) suppose avec raison qu'on est capable de déterminer la responsabilité de l'agriculture dans la pollution d'une rivière, ce qui justifie d'ailleurs l'utilisation de la méthode des charges totales maximales journalières aux États-Unis. Par exemple, à l'aide de bilans de charges, Gangbazo et autres (2005) ont étudié le cas du phosphore total dans les bassins versants prioritaires (voir tableau 4.3). C'est ainsi qu'ils ont pu déterminer que : (1) la contribution des sources ponctuelles à la charge moyenne estimée aux stations est généralement faible (en moyenne 12 %); parmi les bassins versants où cette contribution est particulièrement élevée, citons la rivière Chaudière (27 %), la rivière Bécancour (22 %), la rivière Nicolet (21 %), la rivière du Nord (45 %) et la rivière L'Assomption (36 %); (2) la contribution des sources naturelles à la charge moyenne estimée aux stations est relativement élevée (en moyenne 39 %); (3) la contribution des sources diffuses à la charge moyenne estimée aux stations est relativement élevée elle aussi (en moyenne 55 %). Cette

dernière contribution est particulièrement élevée dans certains bassins versants connus pour l'intensité de la production agricole. C'est le cas notamment pour la rivière Boyer (92 %), la rivière Nicolet Sud-Ouest (81 %), la rivière Yamaska (76 %) et la rivière Châteauguay (77 %).

Ceci étant, la gestion intégrée de l'eau par bassin est une responsabilité collective, qui doit donc être assumée par tous les acteurs de l'eau. Cependant, pour réussir, il faudra que chaque acteur de l'eau prenne une part de cette responsabilité. Celle-ci peut être déterminée très précisément, à l'aide de bilans de charges comme dans l'exemple précédent. La détermination des responsabilités relatives des diverses activités humaines dans la pollution de l'eau d'une rivière peut déjà inciter les acteurs de l'eau à accepter volontairement d'assumer leur part de responsabilité. Idéalement, ce qu'il faut surtout réussir à créer, c'est un climat de travail où ils acceptent de travailler dans un processus d'amélioration continue de leurs pratiques de gestion du territoire, tant que les objectifs visés ne sont pas atteints. Notons que les objectifs environnementaux de rejet sont déjà établis en tenant compte de la meilleure technologie disponible. Il reste donc à convaincre les producteurs agricoles d'utiliser les meilleures pratiques agricoles au fur et à mesure qu'elles deviennent disponibles.

#### **4.4 DÉTERMINATION DES SOLUTIONS QUI PERMETTRONT D'ATTEINDRE LES OBJECTIFS**

Comme nous l'avons mentionné précédemment, la détermination d'objectifs est utile si elle débouche sur des solutions précises, réalistes et efficaces.

Dans le cas d'une problématique associée aux rejets d'eaux usées de sources ponctuelles, les solutions précises, réalistes et efficaces sont relativement faciles à déterminer. Il peut s'agir de réduire les charges de polluants à la source, de construire une station d'épuration des eaux usées s'il n'en existe pas une, ou d'augmenter sa capacité ou d'améliorer sa performance s'il en existe une. Rappelons cependant que, dans la plupart des cas, le

**Tableau 4.3 : Bilan des charges de phosphore total aux stations de qualité de l'eau pour la période de 2001 à 2003**

	Charge estimée†	Charge de sources ponctuelles††		Charge de sources naturelles††		Charge de sources diffuses††	
	t/an	t/an	%‡	t/an	%‡	t/an	%‡
À Mars	19,3	ND	ND	6,40	33,2	ND	ND
Aux Anglais	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	27,3	1,19	4,34	ND	ND	26,1	95,7
Batiscan	63,3	8,15	12,9	45,0	71,1	10,1	16,0
Bayonne	ND	1,33	ND	2,33	ND	ND	ND
Bécancour	71,6	15,7	21,9	20,2	28,2	35,8	49,9
Bonaventure	24,9	1,09	4,39	23,8	95,6	0,0	0,0
Bourlamaque	ND	ND	ND	6,92	ND	ND	ND
Boyer	22,9	0,84	3,65	0,94	4,12	21,1	92,2
Châteauguay	118	14,4	12,24	12,6	10,7	90,7	77,1
Chaudière	147	40,3	27,4	57,3	38,9	49,8	33,8
Des Escoumins	ND	ND	ND	8,04	45,5	ND	ND
Du Lièvre	112	11,6	10,4	94,5	84,6	5,61	5,02
Du Loup	78,5	3,78	4,82	14,0	17,8	60,7	77,4
Du Moulin	ND	0,72	ND	3,58	ND	ND	ND
Du Nord	90	40,1	44,6	20,3	22,5	29,6	32,9
Etchemin	93,3	11,6	12,4	11,1	11,9	70,6	75,7
Fouquette	ND	3,51	ND	0,42	ND	ND	ND
Gatineau	241	6,35	2,63	235	97,4	0,0	0,0
Jacques-Cartier	52,8	4,55	8,62	24,5	46,5	23,7	44,9
Kamouraska	ND	1,60	ND	2,24	ND	ND	ND
L'Assomption	127	45,5	35,9	36,8	29,0	44,6	35,1
Maskinongé	36,3	1,42	3,91	10,2	28,0	24,7	68,1
Matapédia	ND	5,61	13,5	36,0	86,4	ND	ND
Montmorency	ND	0,96	2,74	11,4	32,5	ND	ND
Nicolet†††	49,1	10,4	21,2	10,9	22,2	27,8	56,6
Nicolet Sud-Ouest†††	84,1	5,21	6,19	10,9	12,9	68,0	80,9
Richelieu	391	62,1	15,9	95,7	24,5	233	59,7
Rimouski	21,5	0,65	3,03	15,5	72,3	5,31	24,7
Saint-Charles	28,9	0,23	0,78	4,98	17,2	23,7	82,0
Sainte-Anne	103	5,45	5,30	25,1	24,4	72,3	70,3
Saint-François	343	67,9	19,8	86,3	25,1	189	55,1
Saint-Maurice	600	54,0	9,00	432	72,0	114	19,0
Yamaska	310	49,6	16,0	25,5	8,22	235	75,8

† Charge actuelle estimée à la station de qualité de l'eau (moyenne sur trois ans, de 2001 à 2003).

†† Les charges de sources ponctuelles proviennent des résidences, qu'elles soient isolées ou non, et des industries raccordées aux réseaux d'égouts en 2003, qu'elles soient traitées ou non. Les charges de sources naturelles proviennent des zones boisées ou peu influencées par les activités humaines. Les charges de sources diffuses proviennent en grande partie du ruissellement de l'eau sur les parcelles agricoles et, dans certains cas, d'industries non raccordées aux réseaux d'égouts municipaux.

‡ Pourcentage par rapport à la charge annuelle estimée.

††† Ces deux bassins versants ont été présentés séparément parce qu'il n'y a pas de station de qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest avec la rivière Nicolet.

§ Données non disponibles, soit parce qu'il n'y avait pas de station de débit, soit parce qu'il n'y avait pas de données sur la qualité de l'eau, soit parce qu'il n'y avait ni l'une ni l'autre.

Ministère aura calculé ou calculera des objectifs environnementaux de rejet pour les eaux usées municipales ou industrielles en cause. Toutefois, dans les cas où des objectifs environnementaux de rejet auraient été calculés avant l'élaboration du plan directeur de l'eau, et que, pour toute sorte de raison, les exigences ne sont pas suffisantes pour atteindre les objectifs fixés de bassin versant, rien n'empêche qu'un organisme de bassin versant s'entende avec la municipalité ou l'industrie en cause pour que celle-ci traite ses eaux usées au-delà des exigences déjà spécifiées par le Ministère.

Dans le cas d'une problématique associée aux rejets de sources diffuses agricoles, les solutions précises, réalistes et efficaces sont généralement moins faciles à déterminer que pour les rejets de sources ponctuelles. C'est parce que, dans le domaine agricole, plus que dans tout autre domaine de l'assainissement des eaux, la fixation d'un objectif atteignable nécessite davantage d'information, non seulement sur les aspects physiques du problème, mais aussi sur les coûts publics et sur l'efficacité des solutions qui devraient être mises en place (Gangbazo, 1997). Plus l'organisme de bassin versant aura réussi à faire un diagnostic crédible, à créer une solidarité régionale forte et à développer un consensus solide lorsqu'il s'agit de déterminer des enjeux, orientations et objectifs, plus il lui sera facile d'obtenir la collaboration des agriculteurs pour rechercher des solutions efficaces. Pour cela, il faudra partager l'information disponible avec tous les acteurs, et chercher à comprendre, puis à tenir compte des contraintes des uns et des autres. C'est seulement à cette condition qu'émergeront les compromis qui faciliteront la recherche de solutions constructives et acceptables pour tous.

En général, les solutions déterminées objectivement sont les moins discutables parce que les acteurs de l'eau sont assurés qu'ils ont été « traités » de façon équitable. Il ne reste alors qu'à trouver des modalités pour appliquer les solutions ainsi déterminées. Le meilleur outil à utiliser pour déterminer les solutions est la modélisation mathématique. La modélisation aide aussi à

juger du réalisme des objectifs et du degré de conformité du plan d'action avec ceux-ci. Les processus physiques, chimiques et biologiques qui contrôlent la transformation et le transport des polluants dans les phases terrestre et aquatique étant complexes, les modèles déterministes de bassin versant sont les plus appropriés. Parmi les modèles disponibles, citons GIBSI (gestion de l'eau des bassins versants à l'aide d'un système informatisé, Villeneuve et autres, 1998) et SWAT (*soil and water assessment tool*, Arnold et autres, 1998). Gangbazo (1997) a illustré comment ce type de modèle peut aider à déterminer des solutions adaptées aux parcelles agricoles par exemple. L'utilisation de ces modèles demande cependant une expertise et des ressources financières qui ne sont pas disponibles actuellement chez la plupart des organismes de bassins versants. Les données nécessaires ne sont pas toujours disponibles non plus dans la plupart des ministères.

Ceci étant, un organisme de bassin versant peut quand même déterminer des solutions qui peuvent permettre de résoudre les problèmes reliés aux enjeux, et ainsi atteindre ses objectifs si le comité technique est composé de spécialistes dans les disciplines en question. Il faut alors mettre à profit les connaissances des divers spécialistes pour choisir les meilleures solutions disponibles. C'est une approche subjective, mais dont il faut se satisfaire lorsque les ressources financières et les connaissances sont limitées. Les organismes de bassins versants trouveront quelques suggestions dans le guide pour l'élaboration d'un plan directeur de l'eau (Gangbazo, 2004a, au chapitre VII). Avec une approche subjective, plusieurs difficultés peuvent surgir, comme par exemple, évaluer l'impact des incertitudes entourant les décisions prises, mais il vaut mieux tenter de les résoudre avec la meilleure information disponible que de les ignorer. Car, le choix des solutions revient en réalité à partager la responsabilité collective que représente l'objectif de bassin versant entre tous les acteurs de l'eau ou les sources de pollution que l'analyse de bassin versant aura identifiés comme les principaux responsables de la contamination de l'eau.

Le suivi de la qualité de l'eau est incontournable en gestion intégrée de l'eau par bassin versant, car cette activité permet de vérifier si les solutions mises de l'avant, sont vraiment efficaces. Il prend cependant une importance capitale lorsque certaines solutions ont été déterminées de façon subjective. Il permet, surtout dans un milieu agricole, de diminuer le caractère incertain des décisions et des choix de solutions (Lijklema et autres, 1993). En effet, le caractère diffus de la pollution complique l'établissement des relations de cause à effet, la prédiction des bénéfices escomptables - même avec une modélisation -, l'établissement des coûts, etc. Par conséquent, le suivi de la qualité de l'eau procure des informations actualisées sur les coûts réels et sur la qualité de la planification, ce qui améliore les possibilités de succès.

#### **4.5 ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR L'EFFICACITÉ DES PRATIQUES AGRICOLES BÉNÉFIQUES**

On appelle *pratiques agricoles bénéfiques*, *pratiques de gestion bénéfiques* ou *bonnes pratiques agricoles*, des pratiques agricoles qui diminuent les charges de polluants comparativement aux pratiques utilisées couramment. La pollution diffuse d'origine agricole constitue actuellement un type de pollution très préoccupant dans certaines régions du Québec soumises à l'agriculture intensive. Dans un bassin versant agricole, la situation environnementale est compliquée par l'effet cumulatif amont-aval des apports de polluants, par le stockage de ces polluants dans la phase terrestre et parfois dans la phase aquatique, et donc, par des délais importants à la fois dans l'apparition des problèmes et dans leur résolution (Gangbazo et autres, 1999). Pour résoudre les problèmes associés aux pratiques agricoles, les membres des comités techniques devront concevoir de véritables « procédés de traitement » adaptés à chaque parcelle agricole et à chaque bassin versant. Pour cela, ils devront utiliser idéalement des connaissances et, si possible, des outils de pointe, axés aussi bien sur la parcelle agricole que sur le bassin versant.

Il existe une grande variété de pratiques agricoles bénéfiques. De plus, une pratique agricole bénéfique peut influencer plusieurs paramètres de qualité de l'eau et son efficacité varie généralement d'une parcelle à l'autre et dépend des conditions climatiques. Par conséquent, il peut être difficile de déterminer les pratiques agricoles qui sont bénéfiques aux plans agronomique, économique et environnemental. Robillard et Walter (1983) recommandent la stratégie suivante : (1) les pratiques agricoles bénéfiques qui ont une incidence sur les mécanismes de transport, c'est-à-dire le ruissellement, l'infiltration et l'érosion sont choisies en fonction des paramètres pour lesquels la qualité de l'eau est jugée insatisfaisante ; (2) celles-ci sont ensuite choisies en fonction de leur efficacité, c'est-à-dire leur capacité à réduire les charges des polluants et leur coût (\$/ha). Il est rare en effet qu'une pratique soit convenable dans tous les cas, à cause des différences de topographie, de type de sol et des contraintes agronomiques et économiques. Les organismes de bassins versants peuvent s'inspirer d'une méthodologie proposée par Gangbazo et autres (1994) pour déterminer et mettre en œuvre des solutions aussi bien pour les rejets de sources ponctuelles que diffuses en tenant compte de facteurs environnementaux, économiques et sociaux.

Bien que la stratégie et les principes proposés ci-dessus soient intéressants au plan méthodologique, ils ne sont pas nécessairement faciles à appliquer parce qu'on a peu de connaissances sur l'efficacité et le coût des pratiques agricoles bénéfiques. Une revue de la documentation réalisée par Gangbazo et autres (1999) montre qu'entre 1993 et 1998, peu de recherches ont été faites sur ces sujets au Québec. À notre avis, les connaissances ne se sont pas améliorées pour la peine au cours des dernières années. Cela ne doit toutefois pas empêcher les membres du comité technique d'un organisme de bassin versant d'utiliser les meilleures connaissances scientifiques et les ressources disponibles pour choisir les meilleures solutions qui sont accessibles. La gestion intégrée de l'eau par bassin versant est une entreprise de longue haleine. Il vaut mieux travailler étape par étape, en

recourant aux éléments que l'on contrôle jusqu'à un certain point, plutôt que de vouloir résoudre tous les problèmes en un seul cycle de gestion.



## CONCLUSION

---

La détermination d'objectifs est une étape importante dans l'élaboration d'un plan directeur de l'eau. La *méthode des deltas modifiée* est la plus adaptée aux données disponibles au Ministère ainsi qu'aux outils de modélisation disponibles afin d'élaborer des scénarios pour réduire les charges d'éléments nutritifs et de matières en suspension dans les rivières.

Il importe cependant de comprendre que dans la plupart des cas, il faudra beaucoup de temps pour que les écosystèmes aquatiques réagissent aux solutions qui auront été appliquées aux bassins versants, et donc pour que les objectifs prévus soient atteints. Autant les objectifs doivent être réalisés pour ne pas décourager les acteurs de l'eau, autant ces derniers doivent être patients et éviter de s'imaginer que tout retard dans l'atteinte des objectifs revient à un échec ou donne des raisons de ne pas agir. Il ne faut pas oublier que la gestion intégrée de l'eau par bassin versant est une entreprise de long terme.



---

## BIBLIOGRAPHIE

---

- ALBERTA ENVIRONMENT. (1999). Surface water quality guidelines for use in Alberta, Environmental Assurance Division, Science and Standards Branch, Edmonton, Alberta. [En ligne]. <http://www3.gov.ab.ca/env/protenf/publications/surfwtqual-nov99.pdf> (24 mai 2005).
- ARNOLD, J. G., R. SRINIVASAN, R. S. MUTTIAH et J. R. WILLIAMS. (1998). « Large Area Hydrologic Modeling and Assessment. Part 1: Model Development », *Journal of the American Water Resources Association*, vol. 34, n° 1, p. 73-89.
- BRADFORD, M. F., et R. H. PETERS. (1987). « The relationship between chemically analyzed phosphorus fractions and bioavailable phosphorus », *Limnology & Oceanography*, vol. 32, n° 5, p. 1124-1137.
- CANN, C., et C. VILLEBONNET. (1994). *Suivi de la qualité de l'eau, étude menée sur le bassin versant expérimental du Coët-Dan (Morbihan)*, 2<sup>e</sup> année, Cemagref, France, 120 p.
- FORAN, J. A., P. BUTLER L. B. CLEKNER et J. W. BULKLEY. (1991). « Regulating nonpoint source pollution in surface waters: A proposal ». *Water Resources Bulletin*, vol. 2, n° 3, p. 479-484.
- GANGBAZO, G., D. Cluis et C. BERNARD. (1994). « Contrôle de la pollution diffuse agricoles à l'échelle du bassin versant », *Sciences et Techniques de l'Eau*, vol. 27, n° 2, p. 33-39.
- GANGBAZO, G. (1997). « Contrôle de la pollution diffuse agricole par l'approche des objectifs environnementaux de rejet », *Vecteur Environnement*, vol. 30, n° 4, p. 25-31.
- GANGBAZO, G., et J. PAINCHAUD. (1999). « Incidence des politiques et programmes d'assainissement agricole sur la qualité de l'eau de six rivières, 1988-1995 », *Vecteur Environnement*, vol. 32, n° 1, p. 29-36.
- GANGBAZO, G., D. Cluis et C. BERNARD. (1999). « Connaissances acquise en pollution diffuse agricole au Québec – 1993-1998 : analyse et perspectives », *Vecteur Environnement*, vol. 22, n° 4, p. 36-45.
- GANGBAZO, G., et F. BABIN. (2000). « Pollution de l'eau des rivières dans les bassins versants agricoles », *Vecteur Environnement*, vol. 33, n° 4, p. 47-57.
- GANGBAZO, G., D. Cluis et E. BUON. (2002). « Transport des sédiments en suspension et du phosphore dans un bassin versant agricole », *Vecteur Environnement*, vol. 35, n° 1, p. 44-53
- GANGBAZO, G. (2004a). *Élaboration d'un plan directeur de l'eau : guide à l'intention des organismes de bassin versant*, Direction des politiques sur l'eau, ministère de l'Environnement du Québec (Envirodoq : ENV/2004/0258).
- GANGBAZO, G. (2004b). *Gestion intégrée de l'eau par bassin versant : concept et application*, Direction des politiques sur l'eau, ministère de l'Environnement du Québec (Envirodoq : ENV/2004/0062).
- GANGBAZO, G. (2005). *Développement d'une vision pour un bassin versant*, Direction des politiques sur l'eau, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (Envirodoq : ENV/2005/0079).

GANGBAZO, G, J. ROY et A. LE PAGE. (2005). *Capacité de support des activités agricoles par les rivières : le cas du phosphore total*, Direction des politiques en milieu terrestre, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (Envirodoq : ENV/2005/0096).

GOUIN, D. (1984). « La détermination des objectifs de traitement dans un projet d'assainissement », *Sciences et Techniques de l'Eau*, vol. 17, n° 4, p. 383-388.

HORE, R. C., et R. C. OSTRY. (1978). *Grand River, Ontario Summary Pilot Watershed Report*, International Reference Group on Great Lakes Pollution from Land Use Activities International Joint Commission, 56 p.

KRONVANG, B. (1992). « The export of particulate matter, particulate phosphorus and dissolved phosphorus from two agricultural river basins: Implications on estimating the non-point phosphorus load », *Water Research*, vol. 26, n° 10, p. 1347-1358.

KRONVANG, B., A. LAUBEL et R. GRANT. (1997). « Suspended sediment and particulate phosphorus transport and delivery pathways in an arable catchment, Gelbæk, Denmark », *Hydrological Processes*, vol. 11, n° 6, p. 627-642.

LAFLAMME, D. (1995). *Qualité des eaux du bassin de la rivière Sainte-Anne, 1979 à 1994*, Sainte-Foy, Direction des écosystèmes aquatiques, ministère de l'Environnement du Québec, 66 p.

LAPP, P., C. A. MADRAMOOTOO, P. ENRIGHT, F. PAPINEAU et J. PERRONE. (1998). « Water quality of an intensive agricultural watershed in Quebec », *Journal of The American Water Resources Association*, vol. 34, n° 2, p. 427-437.

LIJKLEMA, L., J. M. TYSON et A. LESOUF. (1993). « Interactions between sewers, treatment plants and receiving waters in urban areas: A summary of the Interuba '92 workshop conclusions », *Water, Science and Technology*, vol. 27, n° 12, p. 1-29.

MIMEAULT, M. (2002). « Mise en valeur de la baie Missisquoi et du lac Champlain », *Agrosol*, vol. 13, n° 2, p. 92-96.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS. *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, [En ligne]. [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm) (30 mai 2005).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC. (2002). *Politique*  
NG, H. Y. F., T. MAYER et J. MARSALEK. (1993). « Phosphorus transport in runoff from a small agricultural watershed », *Water, Science and Technology*, vol. 28, n° 3-5, p. 451-460.  
*e nationale de l'eau*, Québec, ministère de l'Environnement du Québec, 94 p. (Envirodoq : ENV/2002/0310).

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DU QUÉBEC. « Environnement – Algues bleues (cyanobactéries) », *Santé publique*, [En ligne]. [http://www.rrsss16.gouv.qc.ca/Menu\\_Gauche/4-Publications/6-D%E9pliant\\_Guides\\_Outils\\_Information/Sante\\_Environnementale/DSP\\_pub\\_Depliant\\_cyanobacteries\\_fr.pdf](http://www.rrsss16.gouv.qc.ca/Menu_Gauche/4-Publications/6-D%E9pliant_Guides_Outils_Information/Sante_Environnementale/DSP_pub_Depliant_cyanobacteries_fr.pdf) (25 janvier 2005).

NÜRNBERG, G., et R. H. PETERS. (1984). « Biological availability of soluble reactive phosphorus in anoxic and oxic freshwaters », *Canadian Journal of Fish and Aquatic Science*, vol. 41, p. 757-765.

PROBST, J. L. (1985). « Nitrogen and phosphorus exportations in the Garonne Basin (France) », *Journal of Hydrology*, vol. 76, p. 281-305.

ROBILLARD, P. D., et M. F. WALTER. (1983). « A framework for selecting agricultural nonpoint source controls » dans *Agricultural management and water quality*. Schaller, F. W. et G. W. Bailey (éd.), 1<sup>ère</sup> édition, Iowa State University Press, Ames, p. 330-343.

SHERMAN, L. C. (2001). *Total maximum daily loads (TMDLs) effects on land use planning*, [En ligne].

<http://www.ce.utexas.edu/prof/mckinney/ce385d/Lectures/tmdl.pdf>

(24 mai 2005).

SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. (1991). *Quality criteria for lakes and watercourses*, Environmental Impact Assessment Department, Freshwater Section, Solna, Sweden, 32 p.

VILLENEUVE, J.-P., C. BLANCHETTE, M. DUCHEMIN, J.-F. GAGNON, A. MAILHOT, A. N. ROUSSEAU, M. ROUX, J.-F. TREMBLAY et R. TURCOTTE. (1998). *Rapport final du projet GIBSI : gestion de l'eau des bassins versants à l'aide d'un système informatisé*, Tome 1, R-462, Sainte-Foy, INRS-Eau.

WALKER, W. W. (1990). *FLUX Stream Load Computations*, version 4.4, Vicksburg, Massachusetts, U.S. Army Corps of Engineers.



## ANNEXE I

Débits moyens annuels et charges moyennes annuelles d'azote total, de phosphore total et de matières en suspension à l'embouchure des rivières pour la période de 2001 à 2003

Nom du bassin versant	Superficie du bassin versant	Débit moyen	Azote total	Phosphore total	Matières en suspension
	km <sup>2</sup>	hm <sup>3</sup> /an	t/an	t/an	t/an
À Mars	664	388	ND§	ND	ND
Aux Anglais	ND	ND	ND	ND	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	661	288	585	32,7	2914
Batiscan	4694	2659	886	64,4	26901
Bayonne	373	ND	ND	ND	ND
Bécancour	2620	1581	1653	71,6	26771
Bonaventure	2391	1262	ND	ND	ND
Bourlamaque	697	ND	ND	ND	ND
Boyer	220	141	617	24,0	14200
Châteauguay	2523	1117	2449	126	24145
Chaudière	6692	3399	3506	147	29592
Des Escoumins	804	440	ND	ND	ND
Du Lièvre	9584	5492	1695	112	43248
Du Loup	1528	655	487	78,9	65936
Du Moulin	372	ND	ND	ND	ND
Du Nord	2215	1283	1173	96,2	27177
Etchemin	1466	1241	2168	93,7	13882
Fouquette	69	ND	ND	ND	ND
Gatineau	23724	13357	5353	255	66369
Jacques-Cartier	2515	2027	710	52,9	17648
Kamouraska	293	ND	ND	ND	ND
L'Assomption	4234	2042	2331	127	145343
Maskinongé	1097	499	323	36,3	21429
Matapédia	3822	2012	ND	ND	ND
Montmorency	1152	939	ND	ND	ND
Nicolet	1721	966	1754	50,6	25866
Nicolet Sud-Ouest	1678	996	1641	92,9	38873
Richelieu	23720	11539	9938	392	151659
Rimouski	1637	842	366	21,5	16597
Saint-Charles	514	298	221	28,9	12687
Sainte-Anne	2704	2320	1023	103	23903
Saint-François	10228	8764	7045	344	162972
Saint-Maurice	43253	20991	5676	601	5681
Yamaska	4784	2306	8331	329	96798

† Ces rivières ont été présentées séparément parce qu'il n'y a pas de station de qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest avec la rivière Nicolet.

§ Données non disponibles, soit parce qu'il n'y avait pas de station de débit, soit parce qu'il n'y avait pas de données sur la qualité de l'eau, soit parce qu'il n'y avait ni l'une ni l'autre.

**ANNEXE II**

## Débits annuels des rivières à certaines stations hydrométriques dans les bassins versants prioritaires

Nom du bassin versant	Numéro du bassin versant	Numéro de la station hydrométrique	Nombre d'années utilisées pour calculer le débit moyen historique	Débit moyen basé sur les débits médians historiques	Débit
					moyen basé sur les débits des années 2001 à 2003
			an	hm <sup>3</sup> /an	hm <sup>3</sup> /an
À Mars	6070000	60703	1	336	372
Aux Anglais	7120000	71202	ND§	ND	ND
Aux Brochets (baie Missisquoi)	3049000	30420	21	122	176
Batiscan	5030000	50304	31	2711	2538
Bayonne	5240000	ND	ND	ND	ND
Bécancour	2400000	24014	1	1335	1406
Bonaventure	1080000	10802	17	1009	1008
Bourlamaque	8019000	ND	ND	ND	ND
Boyer	2300000	23004	4	95	125
Châteauguay	3090000	30905	30	752	1103
Chaudière	2340000	23402	31	2514	2956
Des Escoumins	7020000	70204	8	420	420
Du Lièvre	4060000	40624	21	2534	2596
Du Loup	5280000	52805	31	332	332
Du Moulin	6090000	ND	ND	ND	ND
Du Nord	4010000	40110	31	633	678
Etchemin	2330000	23303	20	619	982
Fouquette	2E90000	ND	ND	ND	ND
Gatineau	4080000	40830	25	3471	3851
Jacques-Cartier	5080000	50801	31	1686	1620
Kamouraska	2260000	ND	ND	ND	ND
L'Assomption	5220000	52219	30	2038	2035
Maskinongé	5260000	52601	24	482	469
Matapédia	1150000	11509	3	1453	1451
Montmorency	5100000	51001	31	898	897
Nicolet†	3010000	30103	31	657	864
Nicolet Sud-Ouest†	3010000	30101	31	237	326
Richelieu	3040000	30401	ND	ND	10702
Rimouski	2200000	22003	31	814	828
Saint-Charles	5090000	50904	31	196	207
Sainte-Anne	5040000	50408	31	1288	1330
Saint-François	3020000	30208	4	5192	5107
Saint-Maurice	5010000	50101	ND	ND	20723
Yamaska	3030000	30345	6	1161	1605

† Ces rivières ont été présentées séparément parce qu'il n'y a pas de station de qualité de l'eau en aval de la jonction de la rivière Nicolet Sud-Ouest avec la rivière Nicolet.

§ Données non disponibles parce qu'il n'y avait pas de station de débit.