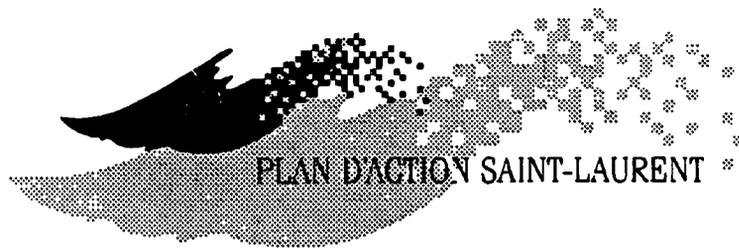


3602058I



Rapport 3 Bilan des apports toxiques et inventaire des usages du fleuve Saint-Laurent

Volume 4 - Secteur Trois-Rivières à Québec
ZIP 12, 13 et 14

Rapport d'étude

BIBLIOTHÈQUE ENVIRONNEMENT CANADA
CONSERVATION ET PROTECTION
1141 ROUTE DE L'ÉGLISE C.P. 10100
STE-FOY (QC)
G1V 4H5
CANADA

FC
2759

A3
B54
V.4

Rapport présenté dans le cadre du projet

FLEUVE SAINT-LAURÉNT:

Bilan sur les apports toxiques et les usages du fleuve Saint-Laurent

Soumis à:

-l'Institut National de la recherche Scientifique-Eau

-Centre Saint-Laurent

Février 1992



ÉQUIPE DE RÉALISATION

CENTRE SAINT-LAURENT¹ (Environnement Canada, Conservation et Protection)

Déléguée scientifique: Lynn Cleary, M.Sc.

Spécialistes: Jean Burton, Ph.D
Isabelle Goulet, Géo.
Aline Sylvestre, M.Sc.

ASSEAU inc. (Consultant)

Directeur de projet: Paul Boudreault, M.Sc.Eau, Mast., Bio.

Spécialistes: Pierre Desjardins, Géo.
Jacynthe Lareau, Agr.
Bernard Leblanc, Bio.
Nathalie Rondeau, M.Sc.Eau Bio.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - Eau¹

Responsable scientifique: Michel Leclerc, M.Sc., D.Ing., Ing. civ.

¹ Partenaire d'une entente cadre.

PRÉAMBULE

Ce rapport rend compte en partie du projet:

FLEUVE SAINT-LAURENT - Bilan sur les apports toxiques et les usages du fleuve Saint-Laurent

Il fait partie d'une série d'ouvrages qui sera réalisée dans le cadre de ce projet. Afin de vous mettre au fait avec ces publications, nous vous en présentons la liste:

Rapport 1 - Mise à jour et validation des données industrielles des 50 établissements prioritaires du Plan d'Action Saint-Laurent (PASL) (Rapport d'étude et annexes)

Rapport 2) - Évaluation des apports de contaminants au fleuve Saint-Laurent en provenance des tributaires (Rapport d'étude et annexes)

Rapport 3 - Bilan des apports toxiques et inventaire des usages du fleuve Saint-Laurent (Volumes 1 à 5)

Rapport 4 - Guide de l'utilisateur, Système SGBD (Système de Gestion de Base de Données) - GIS (Geographical Information System)

Rapport 5 - Manuel de conception, Système SGBD-GIS

Le rapport 3 est constitué d'un ensemble de cinq volumes. Les volumes 1 à 4 subdivisent le fleuve en quatre secteurs d'amont en aval, de Cornwall à l'extrémité est de l'île d'Anticosti, de manière à couvrir toutes les zones d'intérêt prioritaire (ZIP) du fleuve Saint-Laurent:

Volume 1 - Secteur Cornwall-Beauharnois (ZIP 1 à 4) (Rapport d'étude et annexes)

Volume 2 - Secteur Beauharnois-Lanoraie (ZIP 5 à 10) (Rapport d'étude et annexes)

Volume 3 - Secteur lac Saint-Pierre (ZIP 11) - (Rapport d'étude et annexes)

Volume 4 - Secteur Trois-Rivières à Québec (ZIP 12 à 14) (Rapport d'étude *PRÉSENT DOCUMENT* et annexes)

Volume 5 - Synthèse des apports toxiques des sources majeures de contamination - Bilan pour le tronçon Cornwall-Québec (Bilan vol. 1 à 4) (Rapport d'étude)

Le présent document constitue le rapport d'étude du Bilan des sources de contamination et des usages du secteur Trois-Rivières-Québec, alors que l'inventaire des usages est présenté dans le document annexe portant le même titre.



TABLE DES MATIÈRES

PRÉAMBULE	iv
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES FIGURES	viii
LISTE DES TABLEAUX	ix
AVERTISSEMENT AU LECTEUR.....	xii
RÉSUMÉ	xiii
1. INTRODUCTION.....	1
2. OBJECTIFS DES ANALYSES PAR TRONÇON	5
3. SECTEUR D'ÉTUDE TROIS-RIVIÈRES-QUÉBEC.....	6
4. APPORTS INDUSTRIELS	11
4.1 Méthode de calcul des charges industrielles	14
4.2 Estimation de l'imprécision sur le calcul des charges.....	14
4.3 Description des industries	15
4.3.1 I.C.I inc. (no 29).....	15
4.3.2 Les Produits Forestiers Canadien Pacifique (no 30)	16
4.3.3 Stone-Consolidated inc., div. Wayagamak (no 31)	16
4.3.4 Kruger inc. (no 32)	17
4.3.5 Aluminerie de Bécancour inc. (no 33)	17
4.3.6 Société Canadienne de métaux Reynolds ltée (no 34).....	18
4.3.7 Domtar inc., papeterie Donnacona (no 35).....	18
4.3.8 Daishowa inc.(no 36).....	18
4.3.9 Ultramar Canada inc. (no 37)	18
4.3.10 Abitibi-Price inc., papeterie Beaupré (no 38)	19
4.4 Bilan des charges du tronçon Trois-Rivières-Québec	19
4.5 Comparaison des charges industrielles	23
4.5.1 Méthode de calcul de l'indice de standardisation des charges de contaminants	24
4.5.2 Paramètres problématiques et appréciation de l'importance globale des effluents	26



5. APPORTS DES TRIBUTAIRES	29
5.1 Année de référence pour le bilan des tributaires.....	30
5.2 Méthode de calcul des charges.....	32
5.3 Calcul de la charge journalière moyenne annuelle.....	34
5.3.1 Exemple de calcul de la charge annuelle.....	36
5.4 Calcul des charges journalières printanière et estivale.....	39
5.4.1 Exemple de calcul des charges printanière et estivale.....	41
5.5 Estimation de l'imprécision sur l'évaluation de la charge.....	44
5.6 Bilan des apports des tributaires.....	45
5.6.1 Influence du débit sur les charges.....	46
5.6.2. Comparaison des charges.....	48
6. APPORTS DES MUNICIPALITÉS	55
6.1 Méthodologie de calcul des charges municipales.....	56
6.2 Estimation de l'imprécision sur le calcul des charges.....	59
6.3 Évaluation des charges municipales sur le tronçon.....	60
7. APPORTS FLUVIAUX	65
7.1 Méthodologie de calcul des charges fluviales.....	66
7.2 Estimation de l'imprécision sur l'évaluation des charges.....	71
7.3 Évaluation des charges fluviales.....	72
8. COMPARAISON DES SOURCES MAJEURES DE CONTAMINATION	75
9. INVENTAIRE DES USAGES	80
9.1 Définition des classes d'usage.....	82
9.2 Répartition des principaux usages par classe.....	84
9.2.1 La pêche commerciale.....	86
9.2.2 La pêche récréative.....	86
9.2.3 Les frayères.....	86
9.2.4 Les activités aquatiques.....	89
9.2.5 Les activités nautiques.....	89
9.2.6 Les activités touristiques.....	90
9.2.7 La villégiature.....	90
9.2.8 La chasse et le piégeage.....	90

9.2.9 Les milieux protégés	90
9.2.10 Les prises d'eau potable	90
9.3 Vue synoptique des principaux usages	91
10. RÉPARTITION DES USAGES SELON LES MASSES D'EAU	92
10.1 Description des masses d'eau	92
10.2 Répartition des usages selon les principales masses d'eau	94
11. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	99
12. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	107



LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Carte de localisation-Tronçon Trois-Rivières-Québec (ZIP 1 à 4)	9
Figure 2 - Charges journalières des principaux contaminants industriels du tronçon Trois-Rivières-Québec (kg/d)	20
Figure 3 - Périodes de concentration homogène représentées sur l'hydrogramme de la rivière Saint-Maurice à son embouchure pour l'année 1986 (débit en m ³ /s)	37
Figure 4 - Saisons printanière et estivale représentées sur l'hydrogramme de la rivière Saint-Maurice à l'embouchure pour l'année 1986 (débit en m ³ /s)	42
Figure 5- Répartitions des charges municipales en cuivre, zinc et plomb pour les ZIP 12 à 14 (1989).....	62
Figure 6 - Profil bathymétrique du fleuve Saint-Laurent et localisation des stations de mesures de qualité de l'eau au transect de Trois-Rivières	67
Figure 7 - Bilan de charge pour les trois métaux de référence des quatre principales sources de contamination du tronçon Trois-Rivières-Québec.	79
Figure 8 - Usages du tronçon Trois-Rivières-Québec	87
Figure 9 - Principales masses d'eau du tronçon Trois-Rivières-Québec	95

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Paramètres analysés pour les industries du tronçon Trois-Rivières-Québec ...	13
Tableau 2 - Charges journalières des principaux contaminants rejetés par cinq établissements prioritaires du tronçon Trois-Rivières-Québec	20
Tableau 3 - Bilan des charges en contaminants rejetés par les dix industries du secteur Trois-Rivières-Québec	22
Tableau 4 - Indices de standardisation des rejets industriels du tronçon Trois-Rivières-Québec	27
Tableau 5 - Année de référence pour le calcul des charges des tributaires des ZIP 12 à 14	31
Tableau 6 - Module annuel (m ³ /s) sur la période 1980 à 1988 pour les rivières St-Maurice, Chaudière, Batiscan et Jacques-Cartier	32
Tableau 7 - Superficie des bassins versants des tributaires du lac Saint-François à l'embouchure, à la station de qualité et à la station de débit	33
Tableau 8 - Détermination des périodes de concentration homogène pour la rivière Saint-Maurice	37
Tableau 9 - Calcul des débits moyens par période d'échantillonnage à l'embouchure de la rivière Saint-Maurice	38
Tableau 10 - Charges minimales et maximales de la rivière Saint-Maurice par période d'échantillonnage pour le zinc	39
Tableau 11 - Valeurs corrigées des débits moyens printanier et estival (m ³ /s) en fonction de la superficie du bassin versant	43
Tableau 12 - Calcul des concentrations moyennes et des charges en cuivre minimale et maximale pour le printemps et l'été	43
Tableau 13 - Imprécision totale sur les charges des tributaires du lac Saint-François	46
Tableau 14 - Comparaison des débits des tributaires utilisés dans le calcul des charges	47
Tableau 15 - Comparaison des apports journaliers en cuivre et zinc des tributaires des ZIP 12 à 14 (page 1 de 4)	49



Tableau 15 - Comparaison des apports journaliers en plomb et nickel des tributaires des ZIP 12 à 14 (page 2 de 4)	50
Tableau 15 - Comparaison des apports journaliers en fer et manganèse des tributaires des ZIP 12 à 14 (page 3 de 4)	51
Tableau 15 - Comparaison des apports journaliers en cadmium, aluminium, chrome, arsenic et cyanure des ZIP 12 à 14 (page 4 de 4).....	52
Tableau 16 - Valeurs de référence pour le calcul des charges municipales en métaux	58
Tableau 17 - Charges municipales en métaux (Zn, Cu, Pb) provenant des municipalités se déversant directement au fleuve pour le tronçon Trois-Rivières-Québec ...	61
Tableau 18 - Charges municipales en métaux (Zn, Cu, Pb) provenant des municipalités se déversant en aval des stations de qualité de l'eau pour les tributaires du tronçon Trois-Rivières-Québec	63
Tableau 19 - Bilan des charges municipales en métaux (Cu, Zn, Pb) par ZIP d'appartenance pour l'année 1989	64
Tableau 20 - Données brutes en cuivre, zinc et plomb pour les trois stations du transect fluvial, au pont Laviollette de Trois-Rivières	66
Tableau 21 - Débits moyens mensuels du fleuve à la hauteur du pont Laviollette à Trois-Rivières pour 1989	68
Tableau 22 - Regroupement des données de concentration en cuivre pour les deux événements hydrologiques (1989).....	68
Tableau 23 - Charge en cuivre pour les trois stations du transect de Trois-Rivières pour l'année 1989.....	70
Tableau 24 - Charges journalières moyennes des principaux contaminants analysés aux trois stations du transect de Trois-Rivières	71
Tableau 25 - Apports fluviaux au transect de Trois-Rivières en 1989	73
Tableau 26 - Débits moyens mensuels fluviaux (à Trois-Rivières excluant la Saint-Maurice) pour les années 1981 à 1989	74
Tableau 27 - Pourcentage des apports totaux et locaux de contaminants aux ZIP 12 à 14	76

Tableau 28 -Bilan synthèse des quatre principales sources de contamination des ZIP 12 à 14 pour les trois métaux de référence.	78
Tableau 29 -Répartition des usages par classe pour les ZIP 12, 13 et 14	85
Tableau 30 -Infrastructures nautiques des ZIP 12 à 14	89
Tableau 31 -Prises d'eau potable municipales pour les ZIP 12 à 14	91
Tableau 32 -Description des principales masses d'eau des ZIP 12 à 14	93
Tableau 33 -Répartition et superficie (km2 et % dans la classe) des usages selon les principales masses d'eau	97



AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Ce document renferme une compilation des données historiques portant sur les sources de contamination du fleuve Saint-Laurent (tributaires, industries, municipalités, corridor fluvial). Cette compilation permet de ramener les données sur une base comparable afin d'évaluer en termes de charges en contaminants les apports relatifs en provenance de chaque source de contamination. Dans l'interprétation des résultats, il est important que le lecteur prenne en compte le niveau d'imprécision qui affecte les estimations de charges en contaminants.

Considérant uniquement l'imprécision associée aux mesures de base (débit, concentration), une imprécision minimale de 25% peut être imputée aux estimations de charge. Il est également possible que d'autres sources d'imprécisions telles que l'extrapolation de données de débit et de qualité de même que la variabilité des données de qualité (variabilité verticale et horizontale dans la masse d'eau, la variabilité saisonnière ou autres), viennent s'ajouter à cette imprécision. Cependant, ces dernières sources d'imprécisions sont difficilement quantifiables et pour cette raison, elles ont été prises en compte de façon plus ou moins complète et arbitraire selon le cas d'évaluation. Dans cette étude, les valeurs globales d'imprécision sont indiquées pour chaque valeur de charge estimée.

Pour établir l'année de référence 1989, compte tenu de l'état des données historiques de base, des mesures effectuées sur des années antérieures ont dû être utilisées. Ces estimations ne nous permettent pas de tenir compte des effets de variation inter-annuelle du module hydrologique, ni des variations des sources de contamination de chaque tributaire ayant pu survenir entre l'année d'évaluation sélectionnée et l'année de référence 1989. Ce commentaire ne s'applique pas aux sources industrielles pour lesquelles un effort de validation particulier a été apporté.

Il faut garder à l'esprit que malgré les carences de représentativité des données historiques utilisées, seules ces dernières nous permettent d'obtenir la **meilleure image possible de la situation de contamination du fleuve pour l'année 1989.**

RÉSUMÉ

Le présent rapport fait l'analyse de la partie du fleuve Saint-Laurent comprise dans les Zones d'Intérêt Prioritaire (ZIP) n° 12 à 14 telles que définies par le Plan d'Action Saint-Laurent (PASL). Afin d'établir un bilan des apports toxiques en provenance des quatre principales sources de contamination pour l'an 1 du PASL (année 1989), trois métaux dont l'échantillonnage est commun aux quatre sources majeures ont été retenus pour fins d'analyse. Ces trois métaux de référence sont le cuivre, le zinc et le plomb. L'apport en contaminants pour ce tronçon du fleuve se fait via quatre sources majeures. Par rapport à trois métaux de référence, les quatre sources majeures sont dans un ordre décroissant d'importance (en termes de charge): les tributaires et l'apport fluvial, et dans un ordre de grandeur moindre, les eaux usées des municipalités et les rejets liquides des industries prioritaires. Le tronçon Trois-Rivières-Québec compte onze tributaires dont les données de qualité de l'eau sont disponibles. On dénombre également 19 municipalités qui déversent leurs eaux usées dans le fleuve (données de 1989). De plus, 10 industries prioritaires sont localisées dans ce secteur.

Les apports des tributaires sont à l'origine de près de 99% des charges locales en métaux. Au niveau des apports totaux, les apports fluviaux génèrent près de 42% des charges en cuivre, 64% des charges en zinc et 32% des charges en plomb. Il est important de noter que les charges fluviales comportent une imprécision minimale de 25%. Toujours au niveau des charges totales, les apports des tributaires sont tout aussi importants que les apports fluviaux puisqu'ils génèrent près de 58% des charges en cuivre, 35% des charges en zinc et 67% des charges en plomb. La rivière Saint-Maurice est la plus importante en termes de charges déversées au fleuve pour les métaux lourds. Il est important de mentionner que les charges provenant des tributaires sont affectées d'une imprécision de 25 à 45%.

Les apports municipaux représentent environ 1% des charges totales en métaux. Les charges proviennent principalement de la Communauté urbaine de Québec. Celle-ci génère environ 95% des charges totales municipales pour les trois métaux de référence. Les deux usines d'épuration des eaux usées de la CUQ (secteur est et ouest) vont entrer en opération au début de 1992. Les charges en provenance des municipalités comportent une imprécision de 40 à 50%.



Enfin, l'apport industriel représente seulement un peu plus de 1% des charges totales en métaux. L'indice de standardisation, qui indique la toxicité potentielle des effluents industriels, n'a pu être calculé que pour quatre industries sur dix; les paramètres échantillonnés pour les autres industries ne possédaient pas de critères de qualité reconnus. Le classement de ces quatre industries selon leur toxicité potentielle est, dans un ordre décroissant: Kruger Inc (#32), Ultramar Canada Inc. (#37), l'Aluminerie de Bécancour (#33) et I.C.I. Inc. (#29). Considérant les charges déversées et la toxicité spécifique de chaque contaminant pour la vie aquatique, les paramètres les plus problématiques au niveau industriel pour le tronçon Québec-Trois-Rivières sont l'acide résinique et l'aluminium; suivent, dans une moindre importance, le cuivre et le zinc.

L'inventaire des usages des ZIP 12 à 14 révèle que le secteur du fleuve Saint-Laurent compris entre Trois-Rivières et Québec est beaucoup moins utilisé que les tronçons en amont comme le lac Saint-Pierre et le lac Saint-Louis. Ce phénomène peut s'expliquer d'une part, par une plus faible densité de population dans cette zone et d'autre part, par une topographie accidentée rendant plus difficile l'accès au fleuve. En effet, les régions de Portneuf et de Lotbinière comptent de nombreuses falaises en bordure du fleuve. Il faut également mentionner que l'inventaire des usages pour le milieu faunique semble insuffisamment caractérisé et que le nombre d'usages réels est sûrement plus élevé. L'influence de la qualité de l'eau sur les usages a été analysée selon les recoupements spatiaux entre les usages et les masses d'eau. Trois masses d'eau principales ont été identifiées pour les ZIP 12 à 14. Il s'agit de la masse d'eau du Saint-Laurent, de la masse des eaux brunes de la rive nord et de la masse des eaux de la rive sud.

1. INTRODUCTION

Dans le cadre d'un projet réalisé pour le Centre Saint-Laurent (CSL), ASSEAU inc. et l'Institut National de la Recherche Scientifique-Eau (INRS-Eau) ont reçu le mandat de dresser un bilan des sources de contamination et des usages du fleuve Saint-Laurent. La méthodologie retenue consiste à cueillir et valider les diverses informations et à les traiter à l'aide d'un système informatisé développé spécifiquement à cet effet. Le concept à la base du développement de ce système permet un suivi de l'évolution de la contamination du fleuve sur une base annuelle. Cette évolution sera caractérisée:

- en termes de variation des charges en contaminants déversées par les différentes sources de contamination;
- en termes de variation de la charge en contaminants transportée par le fleuve Saint-Laurent;
- en termes de répartition des usages selon les principales masses d'eau.

Ces activités d'inventaire, de cueillette et de validation de données visent à constituer une base de données reflétant les conditions initiales du milieu récepteur de la façon la plus juste possible. Le présent rapport vise donc à **documenter et caractériser l'année 89 qui constitue l'an "1" de ce système de suivi**. Le développement, dès le départ, d'un système informatisé de gestion des données assure une intégration plus efficace des nouvelles données qui serviront à caractériser les années suivantes, de manière à fournir une image plus précise de l'évolution des apports toxiques dans le fleuve Saint-Laurent.

Une fois sous forme numérique, les données de caractérisation pour l'année 1989 pourront être compilées et analysées de diverses façons en vue d'effectuer des bilans environnementaux, par exemple:

- l'inventaire des usages et des sources de contamination pour un tronçon ou pour plusieurs tronçons consécutifs, et cela pour une période donnée et pour un contaminant en particulier;



-
- le calcul des charges de contaminants sur une période donnée et pour une source de contamination spécifique, ou encore pour plusieurs sources différentes de contamination.

Pour bien définir la terminologie relative aux sources d'apport de contaminants, il est nécessaire d'établir une distinction entre les termes suivants:

- une source de contamination désigne une entité ponctuelle qui constitue un apport significatif de substances toxiques. Par exemple, un tributaire comme la rivière Nicolet, ou un effluent industriel comme l'émissaire de I.C.I. inc., ou un effluent municipal sont dans ce sens des sources de contamination possibles. En fonction des impacts potentiels sur le milieu récepteur, toute source ponctuelle est fichée de façon distincte. Ainsi, une industrie peut être caractérisée sur la base de chacun de ses émissaires, le système assurant la compilation de l'ensemble des émissaires de l'industrie;
- une source majeure désigne un ensemble de sources de contamination de même type. L'ensemble des tributaires, des industries, des municipalités ou encore, une section du fleuve à un endroit donné sont des sources majeures. Ces quatre types de sources majeures serviront à comparer entre eux les différents apports en contaminants.

Un effort particulier a été consacré à la collecte d'informations sur les effluents liquides des 50 industries identifiées comme prioritaires par le PASL. Une consultation des sources d'informations fédérales et provinciales a permis de fournir, pour chacun des tributaires, une estimation sommaire des charges en contaminants déversées dans le fleuve. Des renseignements descriptifs sur les zones de mélange à la sortie des effluents de même que sur les usages définis en fonction de la contamination toxique du fleuve ont également été répertoriés.

Le lecteur devra garder à l'esprit que pour ramener sur une base comparable les charges en contaminants des sources majeures, une importante quantité d'informations, souvent empreintes d'une grande hétérogénéité et d'un haut degré d'incertitude, ont été utilisées dans cette étude.



Malgré ces nombreuses sources d'imprécision et uniquement dans le but de dégager des tendances sur une base relative, ce rapport présente des comparaisons des apports des sources de contaminants.

Ces comparaisons se situent à deux niveaux. Un premier niveau permet de confronter entre elles, de façon détaillée, les sources de contamination d'un même type (ex. classification des tributaires en fonction des apports en métaux). A un deuxième niveau, le regroupement des sources de contamination d'un même type permet de comparer sommairement les quatre types de sources majeures de contamination.

Pour ce faire, ce document est présenté de la façon suivante:

Dans un premier temps, le tronçon analysé est présenté de manière à cerner la problématique de la contamination des apports toxiques et de définir les limites de l'étude. Pour chacune des sources majeures de contamination (sources industrielles, municipales, fluviales et les tributaires), une description des méthodes d'inventaire et de validation des données relatives aux apports toxiques est donnée. A l'intérieur de chacun de ces groupes, une classification de leur importance en termes de contribution par paramètre est effectuée. Pour les sources industrielles, une appréciation globale de l'importance relative des charges déversées est fournie à partir d'une sommation des charges des divers paramètres pondérées en fonction de leur caractère de toxicité chronique pour la vie aquatique.

Dans un deuxième temps, une synthèse comparative des sources ponctuelles de contamination sur le tronçon est présentée. Cette étude comparative est limitée à quelques paramètres (3 métaux lourds) représentant les seuls paramètres de toxicité qui sont communs à l'ensemble des sources de contamination. Ces métaux sont le cuivre, le zinc et le plomb qui seront appelés, tout au long de ce rapport, métaux de référence. Ils ont été ainsi définis en fonction de la nature et la disponibilité des données en provenance des quatre sources majeures de contamination.

En dernier lieu, une caractérisation des zones d'usages du tronçon est réalisée selon les étapes suivantes:

- la réalisation de l'inventaire des usages de l'eau dans ce secteur;



-
- une répartition des usages en fonction des principales masses d'eau présentes, identifiées à partir de données à caractère visuel (photos aériennes, images satellitaires);
 - une estimation sommaire du risque de contamination des zones d'usages par l'identification des paramètres problématiques de qualité de l'eau.

2. OBJECTIFS DES ANALYSES PAR TRONÇON

Cette approche d'analyse par tronçon vise à décrire les principaux éléments de la problématique de contamination du fleuve Saint-Laurent. De façon plus détaillée, l'analyse par tronçon proposée dans cette étude vise deux objectifs majeurs qui sont orientés en fonction des sources de contamination et en fonction des usages du secteur d'étude.

Le premier objectif vise à relativiser l'importance des diverses sources de contamination. Pour ce, un bilan des apports toxiques est réalisé en considérant chaque source de contamination de façon individuelle et en effectuant un regroupement en termes de sources majeures. Cet exercice permet entre autres de mettre en évidence les carences dans les données de base en fonction des imprécisions associées aux calculs de charge en contaminants.

Le deuxième objectif vise à caractériser le milieu récepteur en termes d'usages présents. Cette caractérisation est basée sur la nature, la sensibilité, la localisation et l'importance de chacun des usages. Par la suite, un regroupement des usages en fonction des diverses masses d'eau présentes est effectué pour obtenir une image globale de la situation.

L'exercice le plus difficile consiste à ramener les types de sources de contamination sur une même base. Il en résulte donc des plages importantes de variation sur les charges toxiques estimées qui limitent ainsi la portée des interprétations à une approche relative plutôt qu'absolue.



3. SECTEUR D'ÉTUDE TROIS-RIVIÈRES-QUÉBEC

Long d'environ 180 kilomètres, le secteur Trois-Rivières-Québec correspond aux zones d'intérêt prioritaire (ZIP) 12 à 14 telles que définies par le CSL. La limite amont de ce secteur se situe à la sortie du lac Saint-Pierre. Quant à la limite aval, elle est située à la pointe est de l'île d'Orléans (voir figure 1).

La ZIP 12, nommée Trois-Rivières, s'étend de la tête du lac Saint-Pierre jusqu'au village de Deschambault, situé sur la rive nord du fleuve. La longueur de cette ZIP est d'environ 75 km. La ZIP 13 correspond aux régions de Portneuf sur la rive nord et de Lotbinière sur la rive sud. La ZIP 13 mesure environ 45 kilomètres de longueur. Enfin, la ZIP 14 va de la municipalité de Saint-Nicolas sur la rive sud du fleuve à la pointe est de l'île d'Orléans. Cette ZIP couvre le fleuve Saint-Laurent sur une longueur d'environ 60 kilomètres.

La figure 1 permet de visualiser les limites des trois ZIP du tronçon Trois-Rivières-Québec. Cette figure localise également les dix industries et les onze principaux tributaires du secteur.

La ZIP 12 compte sept tributaires dont quatre sur la rive sud (Nicolet, Bécancour, Gentilly, du Chêne) et trois sur la rive nord (Saint-Maurice, Batiscan, Sainte-Anne). Cette ZIP comprend également six des dix industries prioritaires du tronçon Trois-Rivières-Québec. Ces industries sont I.C.I. Inc (#29), Produits forestiers Canadien Pacifique Ltée (#30), Stone-Consolidated Inc, division Wayagamack (#31), Kruger Inc., papeterie de Trois-Rivières (#31), Aluminerie de Bécancour Inc. (#33) et la Société canadienne de Métaux Reynolds Ltée (#34).

La ZIP 13 ne compte qu'un seul tributaire faisant partie de l'analyse de la contamination du tronçon Trois-Rivières-Québec, soit la rivière Jacques-Cartier. Cette ZIP renferme également une industrie jugée prioritaire par le PASL. Il s'agit de la Domtar Inc. à Donnacona.

On dénombre trois tributaires dans la ZIP 14 qui font partie de l'analyse de la contamination. Ce sont les rivières Chaudière et Etchemin sur la rive sud et la rivière Saint-Charles sur la rive nord. La ZIP 14 renferme également trois industries priorisées par le PASL. Il s'agit de la Daishowa Inc. à Québec, d'Ultramar Canada Inc. à Saint-Romuald et d'Abitibi-Price Inc. à Beaupré.



Au niveau municipal, on dénombre une trentaine de points d'intérêt sur l'ensemble de la zone d'étude. De ces 30 points, on compte une vingtaine de municipalités se déversant directement au fleuve dont la CUQ (Communauté Urbaine de Québec) qui représente l'apport municipal majeur du secteur. A l'amont, le secteur de Trois-Rivières constitue un autre secteur d'activité important.

Globalement, les sources locales de contamination telles que les tributaires et les municipalités sont distribuées uniformément sur tout le secteur d'étude. Cependant, les sources de contamination industrielles sont principalement localisées le secteur de Trois-Rivières-Bécancour (ZIP 12). Notons que l'ensemble du tronçon Trois-Rivières-Québec est soumis à la forte influence des eaux fluviales qui constituent la majeure partie du débit total du tronçon. Distribuées sur l'ensemble du territoire aquatique, le secteur compte plusieurs activités qui font usage de l'eau du fleuve et qui peuvent être fortement influencées par la contamination toxique.

Cette page est
blanche dans le
document original

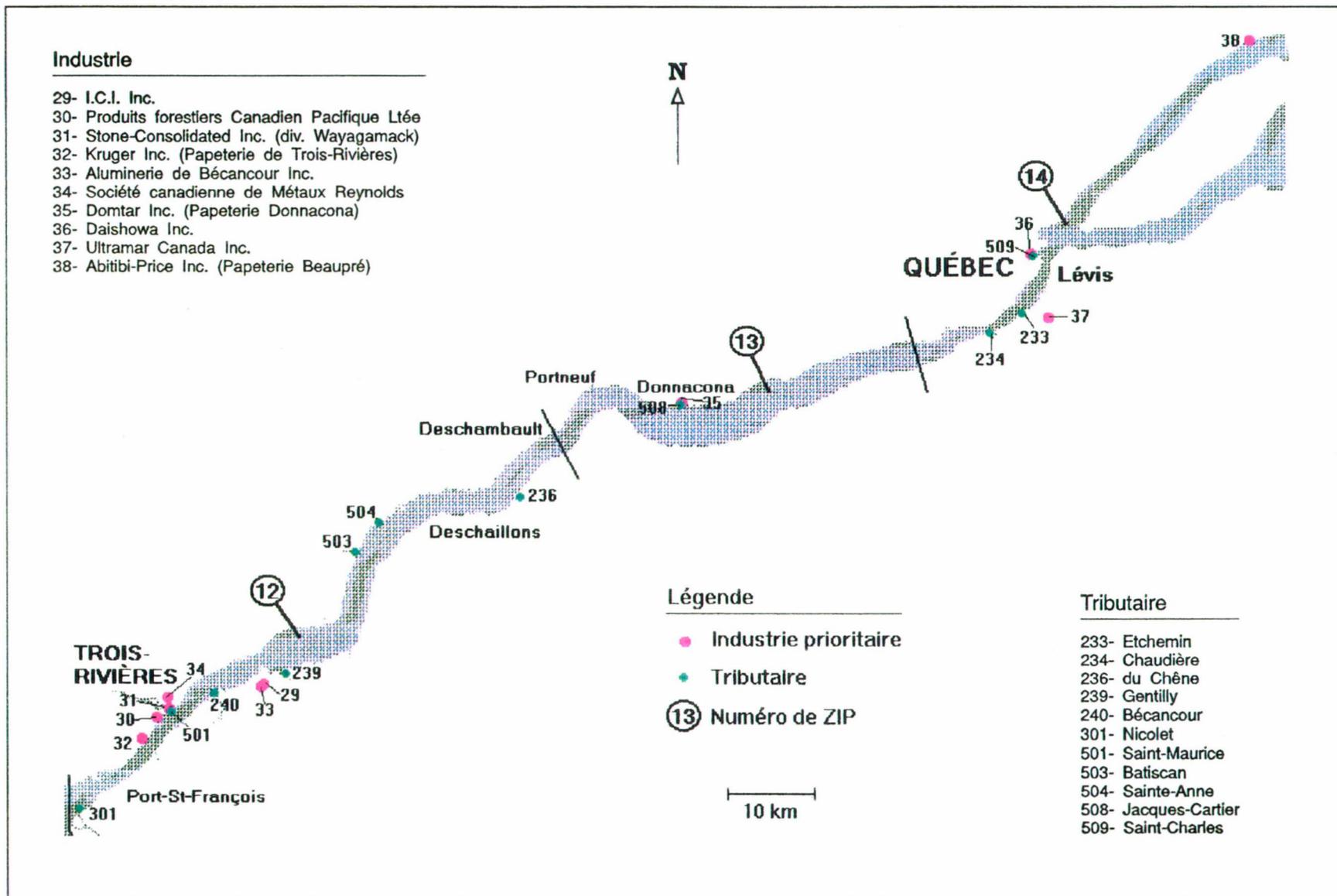


FIGURE 1

Carte de localisation
ZIP 12, 13 et 14 - Trois-Rivières-Québec




Cette page est
blanche dans le
document original



4. APPORTS INDUSTRIELS

Tel qu'indiqué précédemment, le tronçon Trois-Rivières-Québec compte dix industries jugées prioritaires par le PASL. Quatre de ces industries sont situées dans le secteur de Trois-Rivières, près du confluent de la rivière Saint-Maurice avec le fleuve Saint-Laurent. Ce sont les Produits Forestiers Canadien Pacifique Ltée (industrie n° 30); Stone-Consolidated inc., div. Wayagamak (industrie n° 31); Kruger inc. (industrie n° 32); Société Canadienne de métaux Reynolds Ltée (industrie n° 34). Deux autres industries sont situées dans la municipalité de Bécancour, il s'agit de; l'Aluminerie de Bécancour inc. (industrie n° 33) et I.C.I. inc. (industrie n° 29). Les quatre autres industries se retrouvent plus en aval du tronçon, entre Donaconna et Sainte-Anne-de-Baupré. A Donaconna, on retrouve la compagnie Domtar inc. (industrie n° 35), à Québec et Lévis se retrouvent respectivement les compagnies Daishowa inc. (industrie n° 36) et Ultramar Canada inc. (industrie n° 37) et finalement, l'industrie Abitibi-Price inc. (industrie n° 38) est située à l'extrémité est du tronçon, soit à Sainte-Anne-de-Baupré. Notons également que sur ces dix industries, six sont des papetières.

Soulignons que l'évaluation des charges déversées dans le fleuve Saint-Laurent par les cinquante industries désignées comme prioritaire par le PASL, a été réalisée dans un autre volet du présent projet¹ (ASSEAU-INRS, 1991a). L'objectif principal de cette étude était de procéder à la mise à jour des données concernant la qualité des rejets liquides de ces industries, puis de procéder à la validation de ces données par l'intermédiaire des chargés de projets industriels du ministère de l'Environnement du Québec. Afin d'atteindre cet objectif, les étapes suivantes ont été réalisées:

- la cueillette des données industrielles les plus représentatives de la situation actuelle auprès des autorités compétentes du MENVIQ (données de qualité, programme d'assainissement, etc.);
- la compilation de l'information, l'évaluation de sa validité en tenant compte des changements de procédé ou de toute autre activité susceptible de modifier la représentativité des données concernant le bilan massique des contaminants;

¹ Rapport 1, pour plus de détail voir le préambule.



-
- le calcul des charges de contaminants (lorsque nécessaire).

Notons également que les compilations industrielles (ASSEAU-INRS, 1991a) ont été réalisées à partir de sources diversifiées telles que les rapports mensuels et trimestriels fournis par l'usine et les échantillonnages spécifiques réalisés par le MENVIQ. Dans la plupart des cas, les résultats ainsi obtenus ne faisaient pas mention ni des méthodes analytiques utilisées, ni des seuils de détection des appareils de mesure.

Le tableau 1 présente la liste des paramètres échantillonnés et analysés en laboratoire pour les dix industries du tronçon Trois-Rivières-Québec. Les codes des paramètres contenus dans ce tableau sont adaptés du dictionnaire des codes (Environnement Canada, 1991). Ce sont aussi les codes utilisés dans la base de données SOCOUS réalisée pour le Centre Saint-Laurent d'Environnement Canada, dans le cadre du présent 'projet' . Il est important de noter que le choix des paramètres échantillonnés à une usine est basé sur la nature du procédé. De cette façon, il est possible d'identifier tout paramètre susceptible de se retrouver dans l'effluent. Ceci explique qu'on retrouve une variation importante dans les paramètres retenus pour analyse d'une usine à l'autre.

Notons aussi que certaines campagnes d'échantillonnage ne tiennent pas compte des émissaires pluviaux et/ou sanitaires qui sont pour la plupart raccordés aux réseaux municipaux, alors que d'autres campagnes portent systématiquement sur tous les émissaires. Dans cette étude, seuls les effluents de procédé industriel sont considérés.

¹ Pour plus de détails, voir le préambule.

Tableau 1 - Paramètres analysés pour les industries du tronçon Trois-Rivières-Québec

Code	Paramètre	Industrie									
		N° 29	N° 30	N° 31	N° 32	N° 33	N° 34	N° 35	N° 36	N° 37	N° 38
00001	Acides gras				X						
00000	Acides résiniques				X						
13000	Aluminium total				X	X					
07500	Azote ammoniacal				X					X	
20000	Calcium total				X						
17200	Chlore dissous	X									
17100	Chlore total	X									
24100	Chrome (Cr +6)	X									
02040	Conductivité spécifique					X					
29000	Cuivre total				X						
08210	DBO ₅		X	X	X			X			X
08300	DCO				X	X					
	Diterpènes alcools				X						
09100	Fluorures					X					
06520	H & G				X	X	X			X	
06527	H & G minérales				X						
06505	HAP					X					
12000	Magnésium total				X						
25000	Manganèse total				X						
00200	Matières dissoutes	X				X					
10451	MES		X	X	X	X		X		X	X
07103	Nitrates-Nitrites				X						
07000	NTK				X						
10299	pH		X	X							
06530	Phénols totaux				X					X	
15400	Phosphore total				X						
	Produits dégrad. de la lignine				X						
	Subs. organiques non-volatiles				X						
16300	Sulfates dissous	X			X						
01000	Sulfures totaux									X	
30000	Zinc total	X			X						

Légende

N° 29 : I.C.I. inc.

N° 30 : Produits forestiers Canadien Pacifique ltée

N° 31 : Stone-Consolidated inc. (div. Wayagamak)

N° 32 : Kruger inc. (Papeterie de Trois-Rivières)

N° 33 : Aluminerie de Bécancour inc.

N° 34 : Société Canadienne de métaux Reynolds ltée (Cap-de-la-Madeleine)

N° 35 : Domtar inc. (Papeterie Donnacona)

N° 36 : Daishowa inc.

N° 37 : Ultramar Canada inc.

N° 38 : Abitibi-Price inc. (Papeterie Beaupré)



4.1 Méthode de calcul des charges industrielles

Les données de base servant au calcul des charges industrielles contiennent le débit moyen de chacun des émissaires se déversant dans le milieu récepteur et la concentration pour chacun des paramètres de qualité. Les débits sont exprimés sur une base journalière (m³/d). De cette façon, le calcul de la charge pour un paramètre "X" s'effectue en multipliant le débit journalier (moyen ou réel) de l'émissaire par la concentration du paramètre de qualité qui est souvent en mg/L. Les charges ainsi obtenues sont exprimées en kg/d selon l'équation suivante:

$$\text{charge}_{(x)} = Q_{(\text{émis.})} \times ([]_{(x)} / 1000)$$

Étant donné que la production des dix industries est relativement constante tout au long de l'année, les charges journalières peuvent donc servir à établir les charges annuelles qui sont déversées dans le fleuve Saint-Laurent.

4.2 Estimation de l'imprécision sur le calcul des charges

L'objectif principal de l'évaluation des charges industrielles est, en premier lieu, de comparer entre elles les sources industrielles pour en apprécier l'apport toxique, et en second lieu, sur la base de certains paramètres de référence (Cu, Zn et Pb), d'évaluer l'importance relative des quatre types de sources majeures de contamination du tronçon Trois-Rivières-Québec. Pour ce faire, il est important de tenir compte de l'imprécision associée aux estimations de charge afin d'éviter l'utilisation de ces valeurs en termes absolu. L'imprécision sur les estimations de charge résulte de trois sources principales: les imprécisions associées aux méthodes analytiques et aux mesures de débit, de même que les imprécisions résultant d'une fréquence d'échantillonnage insuffisante (lorsque le procédé évolue dans le temps).

Selon un responsable des laboratoires du MENVIQ, (Blouin, 1991), l'imprécision sur les valeurs de concentration des métaux retrouvés dans les eaux usées peut varier entre 5 et 10% selon les méthodes analytiques utilisées et les paramètres analysés. On notera que l'imprécision augmente lorsque la valeur de la concentration mesurée approche celle du seuil de détection de l'appareil. Dans le cas des industries à l'étude, les concentrations mesurées se situent généralement bien au-dessus des seuils de détection. De façon sécuritaire, la marge

d'imprécision maximale équivalente à 10% de la valeur mesurée est appliquée aux concentrations.

Par ailleurs, différents types d'appareils hydrométriques sont utilisés pour mesurer les débits des effluents industriels; de plus, chaque appareil possède sa propre imprécision. En règle générale, le pourcentage d'imprécision sur les mesures du débit des effluents industriels est évaluée à 10% (Nadeau, 1991). Cette marge d'imprécision due aux instruments sera donc appliquée à tous les débits dans le calcul d'estimation de l'imprécision sur la charge.

Finalement, le degré de contamination des rejets liquides peut varier à l'occasion sur une base quotidienne causant ainsi des fluctuations journalières des charges d'origine industrielle. Ces conditions, combinées à un faible effort d'échantillonnage des effluents, soit deux à trois jours sur une année complète, résultent en une imprécision supplémentaire difficilement quantifiable. Dans la plupart des cas, le pourcentage d'écart observé quotidiennement sur des périodes de trois jours se situe à près de 10%. Donc, une imprécision totale de l'ordre de 30% devra être appliquée aux estimations des charges industrielles.

4.3 Description des industries

Une description de chacune des dix industries est présentée dans cette section. Les résultats détaillés des analyses chimiques et physiques pour ces industries apparaissent dans le document annexe complémentaire à ce rapport (annexe A du document annexe). Ces résultats d'analyses sont les mêmes que ceux contenus dans le rapport 1 de la présente série "*Mise à jour et validation des données industrielles des cinquante établissements prioritaires du plan d'action Saint-Laurent*" (ASSEAU-INRS, 1991a).

4.3.1 I.C.I inc. (n° 29)

L'industrie I.C.I. inc., anciennement CIL inc. est située dans la municipalité de Bécancour et oeuvre dans le domaine de la chimie inorganique. Cette usine produit de la soude caustique et de l'acide chlorhydrique qu'ils obtiennent de la combinaison de l'hydrogène et du chlore gazeux. Ces deux derniers sont produit sur place à partir de la matière première qui est le sel (HCl). Cette industrie possède un seul émissaire. Cet émissaire évacue des eaux de procédé des



eaux, de refroidissement et des eaux pluviales qui sont rejetées dans le fleuve Saint-Laurent via un égout privé, à raison d'un débit moyen de 0,057 m³/s.

Les données représentatives de l'année 1989 datent du premier et second trimestres de 1989. Ce sont des échantillonnages qui ont été effectués par la compagnie.

4.3.2 Les Produits Forestiers Canadien Pacifique (n° 30)

Cette industrie est située à Trois-Rivières et oeuvre dans le secteur des pâtes et papiers. Elle produit du carton, du papier journal et du papier spécial à partir de pâte Kraft et de billes de bois. Le blanchiment de la pâte et les mise en pâte des copeaux sont effectués par des procédés à l'hydrosulfite de sodium et au bisulfite de sodium respectivement.

Cette industrie possède trois émissaires mais un seul déverse des eaux usées dans le fleuve. Les eaux usées des deux autres sont pompées vers le décanteur primaire et peuvent contenir des rejets en cas de bris mécanique. Ces deux émissaires ne sont cependant pas caractérisés. Celui qui se déverse directement au fleuve contient des eaux de procédé et des eaux sanitaires et a un débit de 0,95 m³/s. Les données représentatives de 1989 proviennent des rapports mensuels de 1989 et des trois premiers mois de 1990 qui sont effectués par la compagnie.

4.3.3 Stone-Consolidated inc., div. Wayagamak (n° 31)

L'usine, située à Trois-Rivières, fabrique du papier journal et du papier Kraft à partir de billes et de copeaux de bois.

L'usine possède sept émissaires de type procédé, pluvial et sanitaire. Ils se déverse tous dans la rivière Saint-Maurice à un débit total de 0,87 m³/s. Les données de qualité des effluents proviennent des rapports mensuels de 1989 et des trois premiers mois de 1990 fournis par l'usine.



4.3.4 Kruger inc. (n° 32)

Comme les deux industries précédentes cette industrie est située à Trois-Rivières et oeuvre dans le domaine des pâtes et papiers. Elle utilise comme matière première des copeaux et des billes de bois ainsi que de la pâte Kraft. Les produits finis qui sont obtenus sont le papier journal et le papier couché.

Cette industrie possède trois émissaires dont un seul qui rejette ses eaux usées de type procédé et pluvial dans le fleuve. Concernant les deux autres, le premier rejette les boues du décanteur d'eau d'entrée et les eaux pluviales alors que le second ne rejette que les eaux pluviales provenant de la cour à bois et à copeaux. L'émissaire se déversant dans le fleuve est le seul à avoir été échantillonné. Il a un débit d'environ 0,91 m³/s.

Les données sur la qualité des effluents qui sont représentative de 1989 proviennent des rapports mensuels de 1989 et des trois premiers mois de 1990 qui sont fournies par la compagnie et d'une caractérisation effectuées en février 1989 dans le cadre du PASL.

4.3.5 Aluminerie de Bécancour inc. (n° 33)

Situé à Bécancour, ABI est dans le domaine de la métallurgie. Il fabrique des lingots en T, des billettes et des plaques d'aluminium à partir d'alumine. Leur procédé d'électrolyse nécessite d'autres matières premières dont le fluorure d'aluminium pour les bains, du coke de pétrole et du brai pour produire leurs propres anodes.

Cette aluminerie possède trois émissaires. Deux sont de type sanitaire et se jettent dans le réseau municipal alors que le troisième, de type procédé, pluvial et de refroidissement se jette dans le fleuve Saint-Laurent via un égout privé. Le débit de cet émissaire est de 0,034 m³/s

Les données représentative de 1989 proviennent des sept premiers rapports mensuels de 1989 fournies par la compagnie.



4.3.6 Société Canadienne de métaux Reynolds ltée (n° 34)

C'est au Cap-de-la-Madeleine que cette compagnie fait le traitement secondaire de l'aluminium (métallurgie). La matière première est donc l'aluminium qui est transformé en feuilles et en produits d'emballage.

Deux émissaires dans lesquels on mesure seulement les Huiles et graisses (H & G) se déversent dans les égouts municipaux à un débit de 0,016 m³/s. Pour 1989, les données utilisées sont les rapports mensuels de la fin 1989 et du début de 1990 effectués par l'établissement.

4.3.7 Domtar inc., papeterie Donnacona (n° 35)

C'est à Donnacona que cet industrie produit soit en 1989 du papier journal et des panneaux isolants à partir de copeaux, de cartons-rebuts et des papiers-rebuts.

L'usine possède un seul émissaire qui se déverse dans le diffuseur de la ville à un débit de 0,43 m³/s. Les données qui représente l'année 1989 sont les rapports mensuels d'avril à décembre 1989 qui ont été faits par la compagnie.

4.3.8 Daishowa inc. (n° 36)

Cette industrie est située à Québec. Elle oeuvre dans le domaine des pâtes et papiers. Les matières premières utilisées pour produire son carton grossier, son papier journal et sa pâte chimique sont les billes et les copeaux de bois.

La Daishowa possède un seul émissaire qui se déverse dans le diffuseur de la C.U.Q. à un débit de 1,63 m³/s. Aucune donnée représentative de 1989 n'est disponible.

4.3.9 Ultramar Canada inc. (n° 37)

Cette industrie de pétrochimie, localisée à Saint-Romuald utilise du pétrole brut pour produire une gamme de produits pétroliers dont de l'essence sans plomb, diesel et du mazout. Elle possède deux émissaires, un qui déverse des eaux de procédé et pluvial dans le fleuve via un



égout privé et un autre qui est activé seulement lors de déversement accidentel. Seul le premier est caractérisé et son débit est de 0,074 m³/s. Les données utilisées pour représenter l'année 1989 sont les rapport mensuels 1989 de la compagnie.

4.3.10 Abitibi-Price inc., papeterie Beaupré (n° 38)

Dans le domaine des pâtes et papiers, cet établissement est localisées à Beaupré. Son produit fini est le papier à usages spéciaux fait à partir de pâte Kraft, de billes et de copeaux de bois. Son seul émissaire est de type combiné (procédé, sanitaire et pluvial). Il se déverse directement dans le fleuve Saint-Laurent à un débit de 0,38 m³/s. Ce sont les rapport mensuels d'octobre 1989 à mars 1990 qui représentent l'année 1989.

4.4 Bilan des charges du tronçon Trois-Rivières-Québec

Les dix industries prioritaires répertoriées dans les ZIP 12 à 14 déversent leurs eaux usées dans le fleuve. Sur plus de 31 paramètres physico-chimiques analysés, seulement dix sont présentes pour des fins de comparaison compte tenu de leur caractère toxique. Leurs charges journalières sont colligées au tableau 2. Le tableau indique aussi la contribution relative (en pourcentage) de chaque industrie, pour chaque paramètre, par rapport au total de la charge industrielle du secteur d'étude. Il est à noter que seules cinq industries s'y retrouvent puisqu'aucune donnée du genre n'était disponible pour les autres industries.

La contribution la plus importante en termes de charge de contaminants parmi les industries qui rejettent leurs eaux usées dans le tronçon Trois-Rivière-Québec est sans contredit celle de la compagnie Kruger inc.. L'histogramme de la figure 2 permet de le visualiser en présentant les charges journalières des principaux contaminants industriels des ZIP 12 à 14. A noter que les charges sont présentées sur une échelle logarithmique qui permet de représenter les variations importantes observées (entre 0,0014 à 1 565 kg/d) avec cependant le désavantage d'atténuer les disparités entre les valeurs.



Tableau 2 - Charges journalières des principaux contaminants rejetés par cinq établissements prioritaires du tronçon Trois-Rivières-Québec

Code	Para- mètre	I.C.I Charge		Kruger Charge		ABI Charge		Reynolds Charge		Ultramar Charge		Charge *Totale (kg/d)
		(kg/d)	%	(kg/d)	%	(kg/d)	%	(kg/d)	%	(kg/d)	%	
10721	Ac. rés.	--	--	173	100	--	--	--	--	--	--	173
13000	Al	--	--	209	99,5	0,59	0,5	--	--	--	--	210
07500	NH3	--	--	52,2	69,2	--	--	--	--	23,2	30,8	75,4
24100	Cr+6	2,9	100	--	--	--	--	--	--	--	--	2,9
29000	Cu	--	--	0,75	100	--	--	--	--	--	--	0,75
06520	H & G	--	--	1 565	94,7	1,4	0,1	67,3	4,1	18,3	1,1	1 652
06505	HAP	--	--	--	--	0,0014	100	--	--	--	--	0,0014
25000	Mn	--	--	74,5	100	--	--	--	--	--	--	74,5
06530	Phén. tot	--	--	10,4	92,6	--	--	--	--	0,84	7,4	11,3
01000	Sulfures	--	--	--	--	--	--	--	--	0,19	--	0,19
30000	Zn	1,6	10,7	13,3	89,3	--	--	--	--	--	--	14,9

* Sommation des charges provenant des cinq industries

-- Paramètre non mesuré

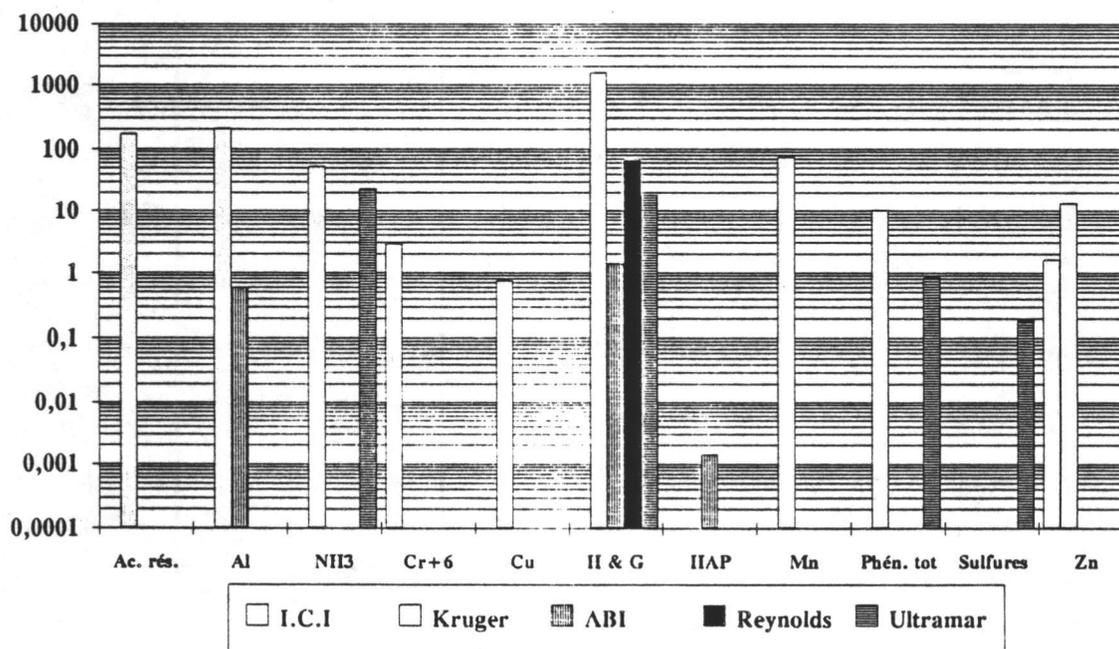


Figure 2 - Charges journalières des principaux contaminants industriels du tronçon Trois-Rivières-Québec (kg/d)

La compagnie Kruger inc. rejette à elle seule plus de 1 500 kg d'huile et graisse (H & G) quotidiennement, ce qui représente près de 95% de l'apport industriel total en huile et graisse. En plus des H & G, cet établissement domine dans les rejets d'aluminium avec près de 200 kg/d (plus de 99%), d'acides résiniques avec 173 kg/d (100%), d'ammoniac avec un peu plus de 50 kg/d (69%), environ 10 kg/d de phénols totaux (93%) et 3 kg/d de zinc (89%) (voir tableau 2). La Kruger inc. est la seule industrie prioritaire du secteur pour laquelle des quantités de cuivre et de manganèse ont été détectées dans ses effluents.

La seconde industrie en importance, au niveau de la charge de contaminants, est Reynolds inc.. Tel que mesuré, son apport au niveau des principaux contaminants se limite aux H & G avec une charge de 67,3 kg soit 4% du total du tronçon d'étude (voir tableau 2).

L'industrie Ultramar se retrouve en troisième place pour ses rejets. Les principaux contaminants retrouvés dans ses effluents sont l'ammoniac (NH_3), les phénols totaux et les H & G qui représentent respectivement 23,1 kg/d et 8 kg/d (voir tableau 2).

Le quatrième et cinquième rangs sont occupés respectivement par I.C.I. et Aluminerie Bécancour Inc. La I.C.I. déverse la totalité du chrome hexavalent du secteur pour près de 3 kg/d et la ABI déverse la totalité des HAP du secteur avec 0,0014 kg/d.

Le tableau 3 regroupe les charges de tous les paramètres analysés pour les dix industries déversant des eaux usées dans le fleuve. Ce tableau permet de constater que la Kruger inc. déverse dans le fleuve, en plus des principaux contaminants, une grande quantité de sulfates dissous (10 t/d), de MES (7 t/d), de calcium (2 t/d) et des H & G minérales. Notons que les indices de la présence de la matière organique sont également élevés (DBO_5 et DCO de 22 et 42 t/d). Le DBO_5 est aussi élevé dans d'autres industries soit 99 t/d pour les Produits Forestiers Canadien Pacifique Ltée, 22 t/d pour l'Abitibi-Price inc. également 16 et 13 t/d pour Domtar inc. et Stone Consolidated inc. respectivement.

Des quantités importantes de contaminants sont également dénotées chez I.C.I inc avec une charge en matières dissoutes de 6 t/d et une charge en chlore dissous de près de 5 t/d. Des charges imposantes en MES sont également remarquées chez Stone Consolidated inc. (9t/d), chez les Produits Forestiers Canadien Pacifique (5 t/d), Abitibi-Price inc. (4 t/d) et Domtar inc. (2 t/d).



Tableau 3 - Bilan des charges en contaminants rejetés par les dix industries du secteur Trois-Rivières-Québec

Code	Paramètre	Charge (kg/d)									
		N ^o 29	N ^o 30	N ^o 31	N ^o 32	N ^o 33	N ^o 34	N ^o 35	N ^o 36	N ^o 37	N ^o 38
	Acides gras	--	--	--	14	--	--	--	--	--	--
	Acides résiniques	--	--	--	173	--	--	--	--	--	--
13000	Aluminium total	--	--	--	209	0,59	--	--	--	--	--
07500	Azote ammoniacal	--	--	--	52	--	--	--	--	23	--
20000	Calcium total	--	--	--	2 236	--	--	--	--	--	--
17200	Chlore dissous	4 741	--	--	--	--	--	--	--	--	--
17100	Chlore total	0,12	--	--	--	--	--	--	--	--	--
24100	Chrome (Cr +6)	2,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--
29000	Cuivre total	--	--	--	0,75	--	--	--	--	--	--
08210	DBO ₅	--	99 488	13 074	22 517	--	--	16 293	--	--	22 160
08300	DCO	--	--	--	42 262	40	--	--	--	--	--
	Diterpènes alcools	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
09100	Fluorures	--	--	--	--	7,4	--	--	--	--	--
06520	H & G	--	--	--	1 565	1,4	67	--	--	18	--
06527	H & G minérales	--	--	--	1 342	--	--	--	--	--	--
06505	HAP	--	--	--	--	0,0014	--	--	--	--	--
12000	Magnésium total	--	--	--	894	--	--	--	--	--	--
25000	Manganèse total	--	--	--	75	--	--	--	--	--	--
00200	Matières dissoutes	6 278	--	--	--	1 917	--	--	--	--	--
10451	MES	--	5 480	8 724	6 709	28	--	2 173	--	262	3 793
07100	Nitrates-Nitrites	--	--	--	7,5	--	--	--	--	--	--
07000	NTK	--	--	--	119	--	--	--	--	--	--
06530	Phénols totaux	--	--	--	10,4	--	--	--	--	0,84	--
15429	Phosphore total	--	--	--	37,3	--	--	--	--	--	--
	Isoeugénol	--	--	--	<149	--	--	--	--	--	--
	Eugénol	--	--	--	<149	--	--	--	--	--	--
	Bis (2-éthylhexylphtalate)	--	--	--	447	--	--	--	--	--	--
	di-N-butyl phtalate	--	--	--	945	--	--	--	--	--	--
16300	Sulfates dissous	438	--	--	10 212	--	--	--	--	--	--
01000	Sulfures totaux	--	--	--	--	--	--	--	--	0,19	--
30000	Zinc total	1,6	--	--	13,3	--	--	--	--	--	--

-- Non mesuré

n.d.: mesuré mais non détecté

Ces valeurs sont représentatives de l'année 1989 à l'exception du Cr pour les Aciers Inoxydables Atlas inc.

Pour conclure cette section, mentionnons que Kruger inc est l'industrie du tronçon Trois-Rivières - Québec qui domine en termes de charges déversées pour les 11 principaux contaminants retenus dans nos comparaisons. Ce sont surtout des H & G qui sont déversées par cette industrie. La Société Canadienne de métaux Reynolds Ltée arrive au deuxième rang alors que Ultramar inc. occupe le troisième rang en termes de charges déversées.

4.5 Comparaison des charges industrielles

Les industries déversent une multitude de contaminants dans le fleuve qui ont des effets toxiques différents. Chaque contaminant possède un niveau de toxicité qui peut varier selon les divers usages ou organismes vivants du milieu récepteur. Cette situation rend difficile l'évaluation de l'importance relative des rejets industriels. Pour comparer les industries entre elles, il importe de standardiser l'effet de chaque paramètre pour ensuite effectuer une sommation de ces effets. A toutes fins pratiques, un "indice de standardisation" a été développé sur la base des charges déversées pour chacun des paramètres et sur la base d'un facteur de toxicité relative des contaminants.

Pour définir ce facteur de toxicité relative des contaminants, on se réfère à l'usage "vie aquatique" en considérant les critères de toxicité chronique tirés d'un document du MENVIQ (MENVIQ, 1990b). Ce choix est justifié par les raisons qui suivent:

- les critères de toxicité chronique pour la grande majorité des paramètres sont disponibles et bien documentés;
- la mesure de toxicité chronique sur la "vie aquatique" est une mesure d'effet potentiel facilement interprétable et qui permet de quantifier l'effet des contaminants;
- au Québec, les méthodologies de calcul des objectifs de traitement des effluents sont généralement basées sur ces critères.

De façon concrète, le facteur de toxicité relative utilisé est l'inverse du critère de toxicité chronique (1/critère). Ce facteur multiplicatif est ensuite appliqué directement à la charge quotidienne déversée pour ce paramètre pour obtenir l'indice de standardisation propre à chacun des paramètres. Finalement, la sommation de ces indices est effectuée pour ensuite



obtenir un indice de standardisation global pour l'effluent. Dans l'interprétation de l'indice de standardisation global des charges en contaminants, les aspects énumérés ci-dessous devront être considérés.

- L'indice global de standardisation d'un effluent est considéré représentatif de cet effluent seulement si la caractérisation de la source de contamination est complète (couvre tous les paramètres présents), puisqu'il représente le cumul des charges pondérées;
- Les valeurs absolues de l'indice de standardisation global des charges de contaminants sont peu significatives, elles sont utilisées uniquement à des fins comparatives de l'importance relative des différentes sources de pollution;
- Sur une base inter-annuelle, la valeur intégrante de l'indice permettra de fournir une estimation de l'évolution de la charge toxique totale déversée dans le fleuve; cela en termes de pourcentage de variation de l'indice de standardisation global par rapport à la valeur de l'indice pour une année de référence.

4.5.1 Méthode de calcul de l'indice de standardisation des charges de contaminants

Deux postulats sous-tendent donc l'indice proposé. Celui-ci est:

- 1) directement proportionnel à la charge de contaminant rejetée;
- 2) inversement proportionnel au critère de toxicité chronique pour la vie aquatique.

Ainsi, pour des valeurs élevées de charge en contaminants et des valeurs faibles de concentration toxique chronique de référence, on obtient des valeurs élevées de l'indice de standardisation.

Un troisième postulat contribue à structurer l'indice:

- 3) l'indice de standardisation global des charges en contaminants est la somme des indices de chacun des paramètres mesurés.



Cet indice ne tient pas compte des interactions physico-chimiques entre les paramètres lorsque plusieurs contaminants sont présents dans le milieu. Finalement, il est bon de noter ici que la dilution dans le milieu n'est pas prise en compte non plus; cependant, une telle démarche peut être implantée lorsque les facteurs de dilution de l'effluent dans le milieu récepteur sont connus, suite à des tests de diffusion ou par modélisation. L'indice de standardisation des charges de contaminants proposé (I_{st}) est donc formalisé par la relation suivante:

$$I_{sg} = \sum_{i=1}^n I_i$$

et

$$I_i = M_i * (1 / C_i)$$

où

I_{sg} : indice de standardisation global de l'effluent (unité standard) pour "n" paramètres

I_i : indice de standardisation de l'effluent pour le paramètre i (unité standard)

M_i : la charge journalière moyenne basée sur la charge annuelle de l'effluent pour le paramètre i (kg/d)

C_i : valeur du critère de toxicité chronique du paramètre i (mg/L)

Exemple pour l'effluent de la compagnie Kruger inc.:

Cuivre: $M_i = 0,75$ kg/d; $C_i = 0,002$ mg/L

$$I_i = 0,75 * 1 / 0,002$$

$$I_i = 375 \text{ unités standard}$$

Zinc: $M_i = 13,3$ kg/d; $C_i = 0,088$ mg/L

$$I_i = 13,3 * 1 / 0,088$$

$$I_i = 151 \text{ unités standard}$$

Acides résinique $I_i = 2\,883$ unités standard

Aluminium $I_i = 2\,090$ unités standard

Ammoniaque (NH₃) $I_i = 65$ unités standard

Phénols totaux $I_i = 4,1$ unités standard



$$I_{sg} = 2\,890 + 2\,090 + 375 + 151 + 65,3 + 4,1$$

$$I_{sg} = 5\,575 \text{ unités standard}$$

4.5.2 Paramètres problématiques et appréciation de l'importance globale des effluents

L'exemple précédent illustre bien l'influence de la toxicité sur l'indice. Ainsi, le cuivre qui, malgré une charge relativement faible par rapport au zinc, est affecté d'une plus grande toxicité, contribue de façon plus importante à la valeur de l'indice de standardisation global que le zinc.

Sur cette base comparative, les indices de standardisation ont été calculés pour les quatre industries des ZIP 12 à 14 qui déversent leurs rejets liquides directement dans le fleuve. Ces mesures sont disponibles seulement pour les paramètres qui possèdent des critères de toxicité chronique pour la vie aquatique. Ils se retrouvent seulement dans cinq industries sur dix. Certaines substances présentes dans les effluents industriels, ne possèdent pas de critères de toxicité chronique pour la vie aquatique (ex.: chrome +6, chlore etc.). Ces contaminants n'ont donc pas été considérés dans le calcul de l'indice de standardisation global, ce qui peut apporter une certaine imprécision quant à sa bonne représentativité. Les valeurs sont compilées dans le tableau 4. L'indice de standardisation y est présenté par paramètre pour chacune des industries et pour l'ensemble des industries. Ceci permet de mettre en évidence les paramètres les plus problématiques en termes "d'effet toxique potentiel" et de situer l'importance relative d'une industrie par rapport à une autre.

Sur cette base, l'industrie qui contribue le plus à l'apport toxique dans le milieu aquatique est la Kruger inc.. Son indice de standardisation global s'élève au delà de 5 000 unités, ce qui est près de 45 fois supérieur à celui d'Ultramar Canada inc., plus de 309 fois supérieur à celui de la compagnie I.C.I inc. et plus de 900 fois supérieur à celui de ABI.

Ultramar vient en second lieu avec un indice global qui se situe au environ de 124 unités. Son indice est près de sept fois supérieur à celui de la compagnie I.C.I. inc. qui possède 18 unités et 21 fois supérieur à celui d'ABI, qui lui, a six unités.

Tableau 4 - Indices de standardisation des rejets industriels du tronçon Trois-Rivières-Québec

Groupe de paramètres	Paramètres	Indice de standardisation				
		I.C.I. inc. (no 29)	Kruger inc. (no 32)	ABI (no 33)	Ultramar (no 37)	Total des industries
1	Acide résinique	---	2 883	---	---	2 883
	Aluminium tot.	---	2 090	5,9	---	2 096
2	Cuivre total	---	375	---	---	375
	Zinc total	18	151	---	---	169
3	Sulfure totaux	---	---	---	95	95
	Azote ammon.	---	65	---	29	94
4	Phénols totaux	---	4,1	---	0,33	4,4
	I tg	18	5 568	5,9	124	5716

Globalement, les indices de standardisation des paramètres varient par quatre ordres de grandeur, soit entre 4,4 et 2 883 unités. Selon ces ordres de grandeur, les paramètres mesurés aux cinq industries sont divisés en quatre groupes présentés ci-dessous selon l'importance de leur toxicité.

Dans le premier groupe, le paramètre qui se démarque le plus est l'acide résinique qui a été mesuré uniquement dans les rejets de la Kruger inc. et dont l'indice de standardisation est de 2 883 unités. Vient ensuite l'aluminium avec un indice de standardisation cumulatif de 2 096 unités; ce contaminant est présent principalement dans les rejets de la Kruger inc. Ces deux substances semblent les plus problématiques des rejets industriels dans ce secteur.

Le deuxième groupe, qui se situe dans un ordre de grandeur moindre, est déterminé par l'influence de deux contaminants: le cuivre et zinc. Le cuivre (375 unités de standardisation) proviennent exclusivement de la compagnie Kruger inc. alors que le zinc (169 unités de standardisation) provient de deux industries: la Kruger principalement et ensuite I.C.I. inc..

Les sulfures totaux et l'azote ammoniacal composent un troisième groupe de contaminants dont l'indice de standardisation est encore un ordre de grandeur inférieur. Leur indice est respectivement de 95 et 94 unités. Les sulfures se retrouvent exclusivement dans les rejets de



Ultramar alors que l'azote ammoniacal se retrouve principalement dans les rejets de la Kruger inc. mais également dans ceux de Ultramar Canada inc..

Enfin, les phénols totaux se retrouvent dans un quatrième groupe de contaminants qui sont déversés principalement par Kruger Inc. et aussi par Ultramar Canada inc. représentent 4,4 unités.



5. APPORTS DES TRIBUTAIRES

Un bilan des apports en substances toxiques en provenance des tributaires du tronçon est présenté dans cette section. Cet inventaire est réalisé à partir des données disponibles sur la qualité de l'eau provenant du réseau de mesure du MENVIQ (Réseau-rivières). Ce réseau de mesure est axé sur la caractérisation de paramètres généraux de la qualité de l'eau. Au niveau des contaminants dits "toxiques", seules des informations concernant les métaux sont disponibles. Ce sont donc ces paramètres qui sont compilés pour les tributaires du tronçon Trois-Rivières-Québec. Il est important de souligner que les méthodes analytiques utilisées par les laboratoires du MENVIQ mesurent seulement les formes extractibles des métaux alors que ceux d'Environnement Canada mesurent les formes dissoutes et totales. Par contre, les laboratoires d'Environnement Canada considèrent les formes extractibles, mesurées par les laboratoires du MENVIQ, comme étant des formes totales car les deux méthodes d'analyse (extractible pour le MENVIQ et totale pour Env. Can.) donnent des résultats similaires. Ainsi, les concentrations en métaux qui sont traités dans ce document sont des formes totales qui sont jugées comparables (Simoneau, 1991).

Les rivières dont il est question dans ce document pour leurs apports en contaminants du tronçon Trois-Rivières-Québec sont au nombre de 11. Il s'agit des rivières suivantes:

- | | | |
|------------|-------------|------------------|
| -Etchemin | -Bécancour | -Sainte-Anne |
| -Chaudière | -Nicolet | -Jacques-Cartier |
| -Du Chêne | -St-Maurice | -Saint-Charles |
| -Gentilly | -Batiscan | |

Certains autres petits tributaires n'ont pu être considérés puisqu'aucune station de qualité de l'eau n'est en opération sur leur bassin versant. Il est à noter que la station de qualité choisie pour chaque rivière est celle située la plus près de l'embouchure.

Les données de base sur les débits des différents tributaires proviennent de la Direction du réseau hydrique du MENVIQ. Bien que certaines rivières soient munies de plus d'une station hydrométrique sur son cours, la station utilisée dans ce document est celle qui est située le plus près de l'embouchure. Une correction a donc dû être apportée aux débits mesurés à la station



en fonction de la superficie du bassin à l'embouchure. Cette correction est expliquée plus en détails à la section 5.2. Les superficies des bassins versants des tributaires sont fournies par la Direction du réseau hydrique du MENVIQ ou par le Réseau-rivière du MENVIQ. Elles peuvent aussi être tirées d'une étude antérieure sur les tributaires québécois (ENTRACO, 1989).

Les rivières ne possédant pas de station hydrométrique sur leur cours se voient attribuer une valeur de débit à partir de mesures effectuées sur une rivière avoisinante. La rivière de référence pour le débit est sélectionnée en fonction de caractéristiques physiographiques comparables. Évidemment, un réajustement de la valeur du débit est effectué en fonction de la superficie des bassins versants.

Pour chaque tributaire pour lequel suffisamment de données sont disponibles, une évaluation de la charge annuelle déversée en kilogramme par jour est réalisée, considérant une situation moyenne sur l'année. Sur une base journalière, une distinction entre les apports d'une journée type d'été et de printemps est effectuée de façon à mettre en évidence l'importance des saisons hydrologiques dans le processus d'apport en contaminants.

5.1 Année de référence pour le bilan des tributaires

Afin de caractériser les apports des tributaires pour l'année 1989, les données de qualité les plus récentes sont utilisées pour estimer les charges. Toutefois, suite à une première recommandation du MENVIQ, les années d'échantillonnage de 1987 à 1991 de la banque de données de Réseau-rivières ont dû être omises en raison d'une contamination lors de l'analyse des métaux. Pour les stations de qualité provenant de Réseau-rivières, l'année d'échantillonnage la plus récente est donc 1986 ou une année antérieure si les données sont insuffisantes. Dans certains cas, l'année 1985 a dû être utilisée car le programme d'échantillonnage du gouvernement provincial a été interrompu en février 1986 sur ces cours d'eau. Notons qu'une seconde recommandation du MENVIQ, reçue après le parachèvement du présent document, mentionnait que l'utilisation des valeurs de concentration des métaux cadmium, chrome, cuivre, nickel, plomb et zinc pour les années 1984 à 1991, doit être faite avec grande précaution, suite au problème mentionné ci-haut. Ainsi, la seconde recommandation n'a pas pu être intégrée au document. Le tableau 5 indique l'année de

référence retenue pour les tributaires étudiés. Notons que les codes hydrographiques des rivières contenus dans ce tableau ainsi que dans de nombreux autres, sont ceux utilisés par le MENVIQ. Ces codes lui servent à classer les bassins versants sur le territoire du Québec.

Tableau 5 - Année de référence pour le calcul des charges des tributaires des ZIP 12 à 14

Code	Rivière	Année de référence
233	Etchemin	1985
234	Chaudière	1986
236	Du Chêne	1985
239	Gentilly	1985
240	Bécancour	1986
301	Nicolet	1985
501	Saint-Maurice	1986
503	Batiscan	1985
504	Sainte-Anne	1985
508	Jacques-Cartier	1986
509	Saint-Charles	1985

Le choix de l'année d'évaluation pour la quantification des charges est expliqué plus en détail dans la fiche descriptive propre à chaque rivière (voir le document annexe complémentaire au présent rapport).

Il est important de noter que les charges en métaux calculées pour les tributaires doivent être considérées uniquement à titre indicatif, de manière à fournir un ordre de grandeur des apports. Ceci est dû à la faible représentativité des données de base servant à évaluer les charges (les concentrations mesurées sont peu nombreuses et souvent inférieures au seuil de détection).

Concernant l'année de référence pour les tributaires, elle n'est pas toujours la même d'un tributaire à l'autre (tel qu'indiqué au tableau 5). Étant donné que le débit influence grandement l'estimation de la charge, nous avons répertorié les valeurs de débit annuel moyen sur quelques années pour les tributaires majeurs, de façon à vérifier si l'année d'évaluation retenue ne constituait pas un cas extrême non représentatif. A cet effet, le tableau 6 présente l'évolution du débit moyen annuel à l'embouchure des quatre principaux tributaires du lac tronçon Trois-Rivières-Québec pour la période comprise entre 1980 et 1987.



Le tableau 6 montre que par rapport à la moyenne des débits annuels de la période étudiée (1980 à 1987), la variation du débit des années 1985 et 1986 est faible. En effet, pour les quatre tributaires, les débits de 1985 sont inférieurs de 7% en moyenne, au débit moyen des neuf années étudiées alors que les débits de 1986 s'excèdent de 12% en moyenne. Cette faible variation justifie l'utilisation des années 85 et 86 pour caractériser les charges des tributaires. En ce qui concerne la comparaison directe entre l'année 1985 et 1986, la variation de débit pour les quatre tributaires considérés est de 9 à 25%. Malgré cette variation, les données de qualité de ces années seront tout de même utilisées puisqu'elles constituent les données les plus valables parmi celles qui sont présentement disponibles.

Tableau 6 - Module annuel (m³/s) sur la période 1980 à 1988 pour les rivières St-Maurice, Chaudière, Batiscan et Jacques-Cartier

Année	Débit moyen annuel (m ³ /s)			
	Rivière St-Maurice	Rivière Chaudière	Rivière Batiscan	Rivière J.-Cartier
1980	642	92	81	67
1981	834	155	113	83
1982	602	136	89	68
1983	782	133	112	82
1984	667	136	94	65
1985	659	108	88	71
1986	725	145	114	85
1987	592	92	78	69
1988	702	99	100	77
Moyenne	689	122	97	74

5.2 Méthode de calcul des charges

La station de qualité de plusieurs rivières n'étant pas située directement à l'embouchure, un inventaire des sources potentielles de contamination en aval de la station de qualité a été effectué pour chaque tributaire. Les sources de contamination répertoriées sont toutes de type municipal. Celles-ci sont présentées dans les fiches descriptives des tributaires disponibles à l'annexe B du document annexe. Le calcul des charges de ces municipalités est d'ailleurs



discuté à la section 6.2. Les charges municipales sont intégrées aux charges des tributaires dans la section 8 intitulée "Comparaison des sources majeures de contamination".

Afin d'ajuster le débit des rivières dont la station hydrométrique n'est pas située près de l'embouchure, une correction est effectuée en fonction de la superficie du bassin au niveau de la station de débit et de la superficie du bassin à l'embouchure. Cette correction de débit (Q) est obtenue selon la formule suivante:

$$Q_{\text{embouchure}} = Q_{\text{station}} \times \frac{\text{Superficie près de l'embouchure}}{\text{Superficie station}}$$

Les superficies des bassins versants à l'embouchure, aux stations de qualité et aux stations hydrométriques sont fournies au tableau 7.

Tableau 7 - Superficie des bassins versants des tributaires du lac Saint-François à l'embouchure, à la station de qualité et à la station de débit

Rivière	Superficie à l'embouchure (km ²)	Superficie à la station de qualité (km ²)	Superficie à la station de débit (km ²)
<u>Rive sud</u>			
Nicolet	3 398	* 1 670 et ** 1 520	* 1 540 et ** 549
Bécancour	2 620	2 620	2 330
Gentilly	306	298	----
Du Chêne	803	803	356
Chaudière	6 692	----	5 820
Etchemin	1 466	1 460	1 160
<u>Rive nord</u>			
Saint-Maurice	43 253	43 300	42 700
Batiscan	4 688	4 610	4 480
Sainte-Anne	2 704	2 690	1 550
Jacques-Cartier	2 515	2 510	2 010
Saint-Charles	513	508	357
Total	68 958	61 989	62 852

—: donnée non disponible

* Superficie pour la rivière Nicolet

** Superficie pour la rivière Nicolet Sud-Ouest

Source: Direction du réseau hydrique du MENVIQ, Réseau-rivière du MENVIQ et Entraco (1989)



La présence de valeur de concentration sous le seuil de détection de la méthode de laboratoire résulte en un certain degré d'incertitude sur l'estimation des charges, puisque la concentration réelle peut varier entre zéro et cette valeur seuil. Une évaluation de la charge en considérant ces deux valeurs limites de concentration permet au moins de déterminer l'intervalle dans lequel est contenue la charge réelle du tributaire. La limite supérieure de l'intervalle est déterminée en assignant la valeur du seuil de détection à cette limite, soit en ne tenant pas compte du signe "plus petit que" (<). La limite inférieure de l'intervalle est déterminée en fixant la concentration comme étant nulle, soit en remplaçant toutes les concentrations précédées du signe "plus petit que" (<) par zéro. Une moyenne des concentrations de la période d'échantillonnage choisie est effectuée pour chacune des limites afin d'obtenir une concentration moyenne pour la limite considérée après le calcul de charges. Une moyenne entre les limites inférieure et supérieure de la charge est effectuée afin de comparer plus facilement les différents tributaires.

5.3 Calcul de la charge journalière moyenne annuelle

La charge journalière moyenne annuelle est l'apport moyen de contaminants transportés quotidiennement par une rivière pendant une année. Quoique donnée en kg/jour, cette variable traduit un phénomène annuel moyen. Dans le texte qui suit, la charge journalière moyenne annuelle sera désignée par l'expression simplifiée "charge annuelle".

Idéalement, pour déterminer la "charge annuelle" d'un tributaire, il faudrait échantillonner la rivière assez fréquemment pour intégrer les divers événements hydrologiques et tenir en compte des cycles de rejet des diverses sources de contamination du bassin. On pourrait par la suite obtenir une marge annuelle représentative de la situation. En se basant sur les données historiques, on dispose de seulement trois à dix-sept jours d'échantillonnage pour les tributaires du fleuve Saint-Laurent.

Les jours non échantillonnés se voient alors attribuer la concentration en contaminants de la date d'échantillonnage la plus rapprochée. En fonction des jours d'échantillonnage, il est alors possible de séparer l'année en périodes durant lesquelles la même concentration sera associée au débit journalier. L'année est donc séparée en autant de périodes qu'il y a de jours

d'échantillonnage puisque les dates d'échantillonnage sont toujours espacées dans le temps et qu'elles ne sont donc pas consécutives.

La formule suivante sert à calculer la charge annuelle:

$$M_x = k \sum_{i=1}^p Q_i * [X_i]$$

où,

- M_x : la charge journalière moyenne annuelle pour le paramètre X (kg/d);
- p : le nombre de périodes échantillonnées;
- Q_i : la somme des débits corrigés à l'embouchure pour la période i (m³/s);
- $[X_i]$: la concentration du contaminant X pour la période i (mg/L)
- k : une constante d'homogénéité des unités calculée comme suit:

$$k = \frac{(a)}{1000} \times \frac{(b)}{365} = 0,237$$

- a) constante d'homogénéité des unités pour amener $Q_i * X_i$ en kg/d
 $(Q_i) \frac{m^3}{j} \times (X_i) \frac{mg}{L} \times \frac{86400s}{1 \text{ jour}} \times \frac{1000L}{1 m^3} \times \frac{1 kg}{10^6 mg}$
- b) facteur de correction de la charge annuelle cumulée en charge journalière moyenne annuelle.

Ainsi, les opérations suivantes sont réalisées:

- 1- Diviser l'année d'évaluation en périodes qui sont définies en fonction de chaque jour (date) d'échantillonnage. Les dates courantes du 1^{er} janvier au 31 décembre sont utilisées. La première période débute donc le premier jour de l'année alors que la dernière se termine à la fin de l'année. La limite entre les périodes est située à mi-chemin entre deux dates consécutives d'échantillonnage;
- 2- Calculer le débit total chaque période en faisant la sommation de tous les débits journaliers compris entre le début et la fin de chaque période. Corriger chaque débit ainsi obtenu par la superficie du bassin versant à l'embouchure;



-
- 3- Calculer la charge pour chaque période à l'aide de la concentration et du débit total de la période. Déterminer les charges maximale et minimale pour chaque période en attribuant aux concentrations sous le seuil de détection d'abord, la valeur du seuil de détection, et ensuite, la valeur zéro;
 - 4- Additionner les charges minimales pour chaque période afin d'obtenir la charge annuelle minimale pour une période d'un an puis totaliser les charges maximales pour chaque période pour avoir la charge annuelle maximale pour l'année. Diviser les charges annuelles minimale et maximale par le nombre de jours dans une année obtenant ainsi les charges journalières minimale et maximale moyennes annuelles. Ces deux quantités seront désignées par l'expression "charges annuelles minimales" et "charges annuelles maximales".

5.3.1 Exemple de calcul de la charge annuelle

L'exemple de calcul présenté dans cette section porte sur le cuivre contenu dans la rivière Saint-Maurice pour l'année d'évaluation 1986.

- 1- Pour la détermination des périodes de concentration homogène, le tableau 8 présente les dates d'échantillonnage ainsi que les dates correspondant au début et à la fin de chaque période. La période associée à la date d'échantillonnage du 13 janvier 1986 débute le 1er janvier. Pour fixer la fin de cette période, il faut compter le nombre de jours compris entre le 13 janvier et le 10 février. En excluant les jours d'échantillonnage, le total est de 28 jours. La moitié de 28 jours étant de 14, il suffit d'ajouter 14 jours au 13 janvier. Cette période se termine donc le 27 janvier. Pour plus de détails sur les périodes, voir la première table des débits journaliers à l'annexe B du document annexe, complémentaire au présent rapport.

La figure 3 permet de visualiser les dates d'échantillonnage et les périodes hydrologiques présentées au tableau 8. Les débits présentés sont ceux mesurés à la station hydrologique mais qui sont corrigés en fonction du bassin versant à l'embouchure.

Tableau 8 - Détermination des périodes de concentration homogène pour la rivière Saint-Maurice

Date d'échant.	Début de la période	Fin de la période
13/01/86	01/01/86	27/01/86
10/02/86	28/01/86	10/03/86
07/04/86	11/03/86	20/04/86
05/05/86	21/04/86	19/05/86
03/06/86	20/05/86	17/06/86
02/07/86	18/06/86	14/07/86
27/07/86	15/07/86	10/08/86
25/08/86	11/08/86	07/09/86
22/09/86	08/09/86	05/10/86
20/10/86	06/10/86	03/11/86
17/11/86	04/11/86	01/12/86
17/12/86	02/12/86	31/12/86

2- Détermination du débit moyen correspondant à chaque période dite de concentration homogène et correction du débit mesuré à la station hydrométrique en fonction de la superficie du bassin versant à l'embouchure (voir tableau 9).

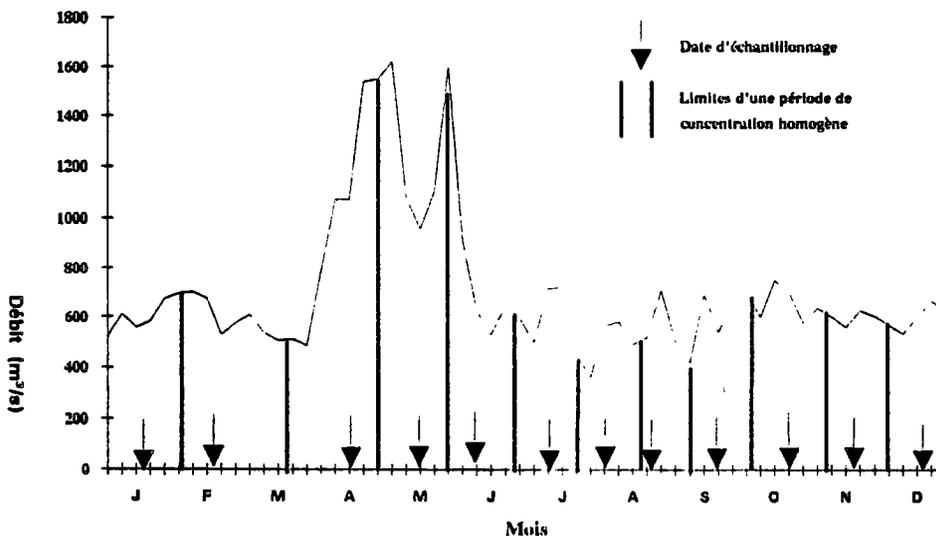


Figure 3 - Périodes de concentration homogène représentées sur l'hydrogramme de la rivière Saint-Maurice à son embouchure pour l'année 1986 (débit en m^3/s)



Tableau 9 - Calcul des débits moyens par période d'échantillonnage à l'embouchure de la rivière Saint-Maurice

Période de concentration homogène		Débit à la station de débit (m ³ /s) (42 700 km ²)	Débit à l'embouchure (m ³ /s) (43 253 km ²)
Début	Fin		
01/01/86	27/01/86	602	610
28/01/86	10/03/86	598	606
11/03/86	20/04/86	789	799
21/04/86	19/05/86	1 328	1 345
20/05/86	17/06/86	1 014	1 027
18/06/86	14/07/86	650	658
15/07/86	10/08/86	513	520
11/08/86	07/09/86	545	552
08/09/86	05/10/86	640	648
06/10/86	03/11/86	680	689
04/11/86	01/12/86	597	605
02/12/86	31/12/86	617	625

- 3- Les charges minimale et maximale sont calculées au tableau 10 pour chaque période en considérant les valeurs des concentrations sous le seuil de détection comme étant égales d'abord à la valeur du seuil (limite supérieure) et ensuite égales à zéro (limite inférieure).
- 4- La charge annuelle maximale totale pour une année est obtenue en additionnant les résultats de la colonne 4 du tableau 10, alors que la sommation de la colonne 6 donne la charge annuelle minimale totale pour l'année. Les charges annuelles minimale et maximale par jour (kg/d) montrées à l'avant dernière ligne du tableau 10 sont obtenues en divisant les valeurs de charge annuelle par 365 jours. Pour l'année 1986, la charge annuelle en cuivre de la rivière Yamaska se situe entre 1 128 et 1 436 kilogrammes par jour. La moyenne entre ces deux limites est de 1 282 kg/d.

Tableau 10 - Charges minimales et maximales de la rivière Saint-Maurice par période d'échantillonnage pour le zinc

Période de conc. homogène(1)		Débit (m³/s) (2)	Limite supérieure		Limite inférieure	
Début	Fin		Conc. (mg/L)(3)	Charge (kg/pér.)(4)	Conc. (mg/L)(5)	Charge (kg/pér.)(6)
01/01/86	27/01/86	610	<0,010	14 237	<0,010	0
28/01/86	10/03/86	606	<0,010	21 997	<0,010	0
11/03/86	20/04/86	800	<0,010	28 322	<0,010	0
21/04/86	19/05/86	1345	0,050	168 497	0,050	168 497
20/05/86	17/06/86	1027	0,020	51 449	0,020	51 449
18/06/86	14/07/86	659	0,030	46 099	0,030	46 099
15/07/86	10/08/86	520	0,030	36 363	0,030	36 363
11/08/86	07/09/86	552	0,070	93 526	0,070	93 526
08/09/86	05/10/86	648	0,010	15 683	0,010	15 683
06/10/86	03/11/86	689	<0,010	17 252	<0,010	0
04/11/86	01/12/86	604	<0,010	14 621	<0,010	0
02/12/86	31/12/86	625	<0,010	16 203	<0,010	0
Charge annuelle(kg/an)			maximale:	524 249	minimale:	411 617
Charge annuelle(kg/d)			maximale:	1 436	minimale:	1 128
Moyenne (kg/d)			1 282			

< Sous le seuil de détection

() Numéro de la colonne

5.4 Calcul des charges journalières printanière et estivale

Les charges saisonnières données en kg/d désignent la charge journalière moyenne pendant une saison donnée. Les saisons visées sont le printemps et l'été. Dans le texte qui suit, la charge moyenne journalière printanière et la charge journalière moyenne estivale seront désignées respectivement par l'expression "charge printanière" et "charge estivale".

Le calcul des charges printanière et estivale nécessite au départ de distinguer les périodes hydrologiques qui sont associées à la crue printanière et à l'étiage estival. Pour chacun des tributaires, la distinction de ces événements hydrologiques est réalisée à partir des données de



débit journalier correspondant à l'année de référence. Les périodes se distinguent à partir de l'hydrogramme. Par exemple, l'observation d'une démarcation importante des valeurs de débit à l'intérieur de quelques jours seulement (ex. variation du simple au double de la valeur de début sur deux jours consécutifs) suivie d'une progression de la variation sur plusieurs jours, permettrait de distinguer le début d'une nouvelle période.

Bien qu'elle revête un certain caractère arbitraire, cette méthode permet de discriminer assez facilement les périodes printanière et estivale qui sont les plus évidentes comparativement à la crue automnale et l'étiage hivernal qui se manifestent de façon moins extrême. Notons que l'exercice vise essentiellement à sélectionner une période représentative des événements hydrologiques de printemps et d'été, et cela en fonction de la disponibilité de données de qualité à l'intérieur de ces périodes. Finalement, cette démarche permet d'obtenir une estimation de charge pour une journée type de ces événements.

Pour obtenir l'évaluation des charges, les opérations suivantes ont été réalisées:

- 1- La détermination des périodes de crue et d'étiage est faite à partir des données journalières de débits pour l'année choisie. Il est à noter que la détermination des saisons hydrologiques a toujours été effectuée par le même individu afin de réduire les erreurs d'appréciation.
- 2- Les valeurs de débit à la station de mesure sont corrigées pour représenter la superficie du bassin versant à l'embouchure.
- 3- On sélectionne les données de qualité de l'eau dont les dates d'échantillonnage se retrouvent à l'intérieur de la période de crue ou d'étiage.
- 4- On calcule une concentration maximale et minimale représentative de la saison:
 - pour calculer la concentration moyenne maximale, on effectue la moyenne des concentrations en attribuant aux valeurs sous le seuil de détection la valeur du seuil de détection;
 - afin de calculer la concentration moyenne minimale, on effectue la moyenne en affectant la valeur "0" aux concentrations sous le seuil de détection.



5- On calcule les charges maximale et minimale à partir du débit moyen de la période (printanière ou estivale) qu'on applique aux concentrations moyennes maximales et minimales. Finalement, une valeur unique est présentée en rapportant la moyenne des charges maximale et minimale.

5.4.1 Exemple de calcul des charges printanière et estivale

L'exemple de calcul présenté dans cette section porte également sur les charges en cuivre de la rivière Saint-Maurice pour l'année d'évaluation 1986.

- 1- D'après l'analyse menée sur la table des débits journaliers de la Saint-Maurice (voir le document annexe du présent rapport - deuxième table de débits à l'annexe B du document annexe, complémentaire au présent rapport), la crue printanière s'étend du 2 avril au 1er juin 1986 (voir figure 4). Le débit de la journée du 3 avril se démarque de façon significative de la journée précédente puisqu'il passe de 929 à 1 160 m³/s. La période de crue se termine le 1er juin, puisque le débit journalier redescend aux environs de 20 m³/s. Pour la saison estivale, une période s'étalant entre le 19 juillet et le 11 septembre est jugée représentative.
- 2- Les dates d'échantillonnage de qualité de l'eau disponibles sont identifiées pour les deux saisons. Pour le printemps, il s'agit du 7 avril et du 5 mai. La saison estivale retenue compte elle aussi deux dates d'échantillonnage, soit les 3 juin et 2 juillet.

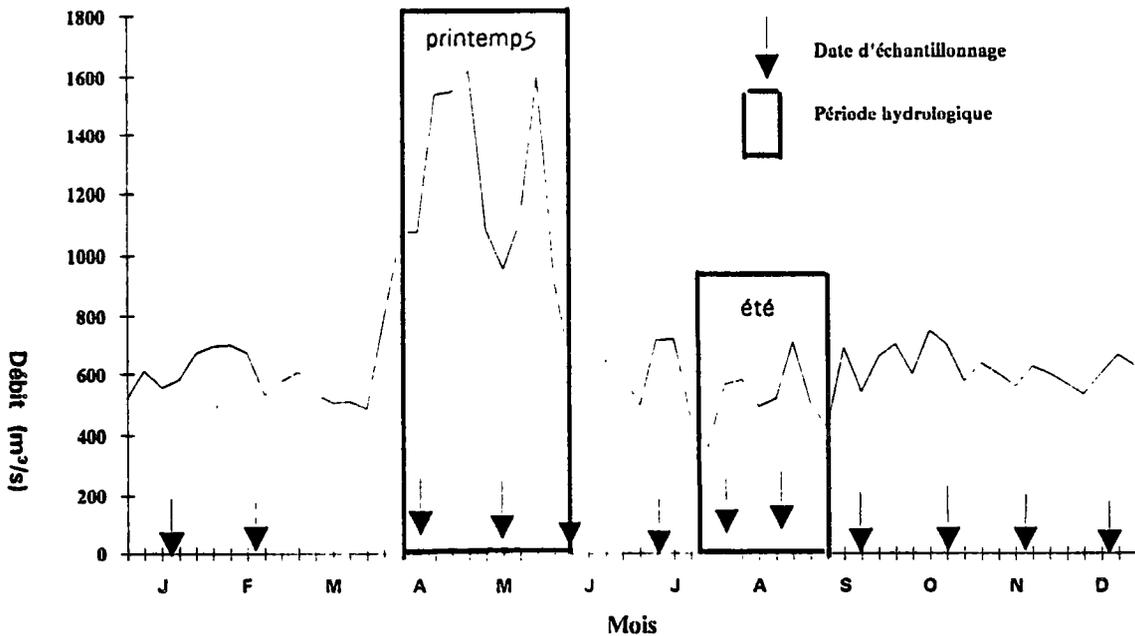


Figure 4 - Saisons printanière et estivale représentées sur l'hydrogramme de la rivière Saint-Maurice à l'embouchure pour l'année 1986 (débit en m^3/s)

3- On effectue le calcul de la concentration moyenne et des charges minimale et maximale pour chaque saison. Le tableau 11 présente le calcul du débit moyen à la station servant à le corriger en débit moyen à l'embouchure. Ce dernier est utilisé dans des calculs de charges. Tel que présenté au tableau 12, la charge estivale est obtenue directement en multipliant la concentration moyenne par le débit puisque la concentration moyenne est supérieure au seuil de détection. Pour la charge printanière, on dispose de deux valeurs de concentration dont l'une est sous le seuil de détection. Dans ce cas, on évalue la concentration qui servira au calcul de la charge maximale en affectant la valeur du seuil de détection à la concentration mesurée sous le seuil. On effectue ensuite une moyenne entre les deux valeurs de concentration, soit entre la valeur du seuil et la valeur réellement mesurée (0,05 mg/L). Cette moyenne de concentration sert au calcul de la charge maximale.



La concentration servant au calcul de la charge minimale est obtenue par la même procédure mais en affectant la valeur "zéro" à la concentration mesurée sous le seuil. On obtient finalement la "charge moyenne" en effectuant la moyenne des charges minimale et maximale.

Tableau 11 - Valeurs corrigées des débits moyens printanier et estival (m³/s) en fonction de la superficie du bassin versant

Saison	Débit à la station hydrométrique (2 490 km ²)	Débit à l'embouchure (1 067 km ²)
Printemps	1 289	1 305
Été	519	526

Tableau 12 - Calcul des concentrations moyennes et des charges en cuivre minimale et maximale pour le printemps et l'été

Saison	Valeur affectée à "<"	Débit (m ³ /s)	Date d'échant.	Concentration (mg/L)	Charge (kg/d)
Printemps (a)	Pour le calcul du maximum:0.0050	1 305	07-04-86 05-05-86	*0,01 <u>0,05</u> Moy. = 0,03	Max.:3383
	Pour le calcul du minimum 0.0000	1 305	07-04-86 05-05-86	*0,0000 <u>0,05</u> Moy. = 0,025	Min.:2819 3101
Été (b)	-	526	03-06-86 02-07-86	0,02 <u>0,03</u> Moy. = 0,025	1136

* Sous le seuil de détection

a) Situation où la valeur de concentration est sous le seuil de détection (< 0,0050).

b) Situation où la valeur de concentration n'est pas sous le seuil de détection.



4- La charge estivale en cuivre pour la rivière Saint-Maurice en 1986 est égale à 1 136 kilogrammes pour une journée moyenne. La charge printanière, quant à elle, varie entre 2 819 et 3 383 kilogrammes pour une journée type d'été avec une valeur moyenne de 3 101 kg/d (voir tableau 12).

5.5 Estimation de l'imprécision sur l'évaluation de la charge

L'objectif majeur de l'évaluation des charges des tributaires est de pouvoir les comparer entre eux. Il est important de tenir compte de l'imprécision associée à ces estimations et ce faisant, d'éviter d'utiliser les valeurs en termes absolus. Il faut tenir compte de l'imprécision de base associée aux mesures de concentration et de débit au nombre d'échantillons considérés ainsi qu'aux méthodes de calcul analytique.

L'imprécision associée à la mesure du débit journalier à une station hydrométrique peut atteindre 10% (Barabé, 1990). Cette valeur de 10% est considérée comme l'imprécision de base associée au débit. Elle est donc associée à tous les calculs de charges. D'autres imprécisions peuvent s'ajouter dans deux cas particuliers. Le premier cas touche les tributaires dont la station hydrométrique est localisée à une grande distance de l'embouchure. Dans ce cas, l'imprécision dépend, entre autres, des superficies du bassin versant à l'embouchure et à la station hydrométrique. De façon arbitraire, un pourcentage d'imprécision additionnel de 10% est ajouté lorsque la superficie du bassin versant au niveau de l'embouchure est au moins une fois et demi supérieure à la superficie du bassin au niveau de la station hydrométrique. La rivière Sainte-Anne, par exemple, entre dans cette catégorie puisque sa superficie à l'embouchure (2704 km²) est presque quatre fois supérieure à la superficie enregistrée à la station hydrométrique (1230 km²) (voir tableau 7). L'imprécision associée au débit de la rivière Sainte-Anne est fixée à 20% puisqu'elle résulte de la somme de l'imprécision de base de 10% et de l'imprécision due à l'écart entre les superficies à l'embouchure et à la station hydrométrique qui est également de 10% (voir le tableau 13).

Le deuxième cas se rapporte aux tributaires dont le débit doit être estimé à partir de mesures provenant d'une station hydrométrique située sur un bassin versant voisin. L'imprécision supplémentaire associée à ce deuxième cas est également fixée arbitrairement à 10% puisque

les tributaires sans station hydrométrique sont généralement des rivières de moindre importance dont les concentrations en contaminants sont faibles et le débit peu élevé. L'imprécision sur le débit atteint donc 20% pour les tributaires sans station hydrométrique. Parmi les 11 tributaires étudiés, les rivières Du Chêne et Gentilly font partie de cette catégorie puisque les stations hydrométriques des rivières Petite Du Chêne et Bécancour sont utilisées respectivement pour déterminer leurs débits. Toutefois, l'écart entre la superficie à l'embouchure de la Du Chêne et Gentilly et les superficies aux stations hydrométriques de la Petite Du Chêne et Gentilly respectivement sont supérieurs d'au moins 1,5 fois. Donc, pour les rivières Du Chêne et Gentilly, les deux imprécisions supplémentaires fixées à 10% chacune doivent être additionnés à l'imprécision de base de 10% pour obtenir une imprécision totale sur le débit de 30% (voir tableau 13).

D'après la direction des laboratoires du MENVIQ (Blouin, 1991), l'imprécision associée à la méthode d'analyse des métaux lourds dans les eaux de surface peut varier de 2 à 5%. Notons que cette valeur augmente lorsque les concentrations mesurées s'approchent de la valeur du seuil de détection. Considérant que les concentrations mesurées dans les tributaires se situent généralement près du seuil de détection et que la quantité d'échantillonnage est faible (9 à 17 jours d'échantillonnés sur l'année), un pourcentage d'imprécision est fixé de façon sécuritaire et arbitraire à 15%.

Pour les tributaires des ZIP 12 à 14, notre estimation de l'imprécision totale associée à leurs charges varie donc de 25 à 45% (voir tableau 13).

5.6 Bilan des apports des tributaires

Le bilan des apports des tributaires comprend un point traitant de l'influence du débit sur les charges et un autre comparant les charges des différents contaminants.



Tableau 13 - Imprécision totale sur les charges des tributaires du lac Saint-François

Code	Rivière	Cause des imprécisions				Imprécision totale (%)
		Conc. (%) ¹	Débit (%) ²	Superfi. (%) ³	St. débit (%) ⁴	
0501	Saint-Maurice	15	10	---	---	25
0503	Batiscan	15	10	---	---	25
0504	Sainte-Anne	15	10	10	---	35
0508	Jacques-Cartier	15	10	---	---	25
0509	Saint-Charles	15	10	---	---	25
0233	Etchemin	15	10	---	---	25
0234	Chaudière	15	10	---	---	25
0236	Du Chêne	15	10	10	10	45
0239	Gentilly	15	10	10	10	45
0240	Bécancour	15	10	---	---	25
0301	Nicolet	15	10	10	---	35

1: imprécision due à la méthode de mesure des concentrations

2: imprécision due à la méthode de mesure des débits

3: imprécision due à un écart supérieur à 1,5 fois entre la superficie à la station hydrométrique et la superficie à l'embouchure

4: imprécision due à la sélection de la station hydrométrique provenant d'une rivière avoisinante

5.6.1 Influence du débit sur les charges

Cette sous-section présente une comparaison des apports journaliers des différents tributaires en termes de charges annuelle, printanière et estivale. Afin de permettre la comparaison des charges des différents tributaires, le tableau synthèse exposé dans cette section (voir tableau 15) présente les charges sous forme de moyenne calculée à partir des charges minimale et maximale.

Étant donné que les charges sont déterminées à partir de valeurs de concentration qui sont souvent comparables d'un tributaire à un autre et que les débits utilisés sont beaucoup plus variables, l'importance de ces débits dans l'interprétation des charges en question doit évidemment être prise en considération. Les débits moyens pour le printemps, l'été et l'année permet de réaliser que les rivières Etchemin, Du Chêne, Gentilly et Saint-Charles présentent des valeurs très inférieurs aux sept autres tributaires du secteur (voir le tableau 14). Le tableau 14 montre d'ailleurs qu'aucun des débits des rivières de faibles débits ne dépasse 4% du débit total de tous les tributaires des ZIP 12 à 14. En raison de leur faible débit, ces tributaires ne

contribuent donc que très peu aux charges déversées dans le secteur en comparaison aux autres tributaires.

Tableau 14 - Comparaison des débits des tributaires utilisés dans le calcul des charges

Rivière (Année utilisée)	Printemps		Été		Annuel	
	Débit (m ³ /s)	% Apport total	Débit (m ³ /s)	% Apport total	Débit (m ³ /s)	% Apport total
Etchemin	85	2,7	4,7	0,56	24	1,8
Chaudière	389	12	100	12,5	145	11
Du Chêne	35	1,1	1,8	0,22	9,8	0,75
Gentilly	25	0,80	1,2	0,15	5,5	0,42
Bécancour	219	7,0	28	3,5	77	5,9
Nicolet	255	8,1	11	1,4	61	4,7
Saint-Maurice	1305	42	526	66	725	55
Batiscan	276	8,8	28	3,5	88	6,7
Sainte-Anne	300	9,6	27	3,4	78	5,9
Jacques-Cartier	206	6,6	69	8,6	85	6,5
Saint-Charles	44	1,4	3,6	0,45	13	0,99
Total	3139		800		1311	

Il est important de noter que les interprétations qui suivent, concernant la contribution de chacun des tributaires aux charges déversées dans les ZIP 12 à 14 doivent être utilisées avec une grande précaution pour les raisons suivantes:

- le calcul des contributions proviennent des charges qui comportent une imprécision de 25 à 45% (voir tableau 18);
- les valeurs de concentration utilisées pour calculer ces charges sont souvent peu nombreuses, surtout pour l'estimation des charges printanières et estivales;
- les calculs de charge sont souvent effectués avec des valeurs de concentration se trouvant en partie ou toutes sous le seuil de détection, ceci s'applique en particulier pour le plomb, le nickel, le cadmium et l'arsenic.

La rivière Saint-Maurice est le tributaire le plus important en termes de débit annuel, estival et printanier en comparaison aux autres rivières puisqu'elle contribue respectivement à environ



40% et 70% du débit total des tributaires allant aux ZIP 12 à 14 (voir tableau 14). D'ailleurs pour ces périodes, la Saint-Maurice arrive au premier rang pour sa contribution aux charges estivale, printanière et annuelle déversées pour presque tous les métaux qui y sont analysés et ce, en raison de son fort débit (voir tableau 15).

Notons qu'exceptionnellement, la rivière Saint-Maurice est devancée par la rivière Sainte-Anne pour sa contribution en plomb au cours de la période annuelle. La plupart du temps, c'est plutôt la Chaudière qui arrive au deuxième rang pour sa contribution durant les périodes annuelle, estivale et printanière pour les métaux qui y sont analysés puisque son débit est inférieur à celui de la rivière Saint-Maurice (voir tableau 15). Le débit à l'embouchure demeure le facteur déterminant dans l'estimation des charges des tributaires.

Pour les tributaires, la source majeure du cuivre, zinc, plomb, fer, manganèse et cadmium déversée dans les ZIP 12 à 14 provient de la rivière Saint-Maurice en raison de son fort débit printanier comparativement aux débits printaniers des autres tributaires du secteur (voir tableau 15). Pour que le nickel, l'aluminium, le chrome et l'arsenic, seulement quelques tributaires ont des données de qualité concernant ces paramètres (voir tableau 15).

5.6.2. Comparaison des charges

Les paramètres retenus à des fins de comparaison sont le cuivre, le zinc, le plomb et le cadmium. Ils sont analysés dans cette section en raison de leur toxicité reconnue et évidemment de la disponibilité des données. Il est important de noter que l'évaluation des imprécisions associées aux charges des tributaires varie de 25 à 45%.

Tableau 15 - Comparaison des apports journaliers en cuivre et zinc des tributaires des ZIP 12 à 14 (page 1 de 4)

Apports en CUIVRE		Charge printanière			Charge estivale			Charge annuelle		
Code	Tributaire	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Cu	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Cu	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Cu	% apport
0233	Etchemin	*2(1)	46	1,0	2(1)	1,9	0,086	13(5)	13	0,48
0234	Chaudière	---	---	---	3(0)	121	5,5	10(0)	113	4,1
0236	du Chêne	3(2)	12	0,25	5(2)	1,1	0,050	17(10)	4,4	0,16
0239	Gentilly	1(0)	11	0,23	1(0)	0,60	0,027	4(2)	2,0	0,073
0240	Bécancour	1(0)	435	9,0	1(0)	22	1,0	11(1)	94	3,4
0301	Nicolet	7(0)	160	3,3	8(2)	7,2	0,33	31(12)	31	1,1
0501	St-Maurice	2(0)	3890	81	2(0)	2000	91	12(0)	2351	86
0503	Batiscan	1(1)	60	1,2	1(1)	6,1	0,28	7(5)	21	0,77
0504	Sainte-Anne	1(1)	65	1,4	3(0)	13	0,59	17(9)	41	1,5
0508	Jacques-Cartier	2(1)	94	2,0	2(1)	28	1,27	13(4)	41	1,5
0509	St-Charles	2(1)	35	0,73	1(0)	3,1	0,14	13(3)	17	0,62
	Total trib.		4808			2204			2728	
Apports en ZINC		Charge printanière			Charge estivale			Charge annuelle		
Code	Tributaire	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Zn	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Zn	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Zn	% apport
0233	Etchemin	*2(2)	37	0,80	2(2)	2,1	0,14	13(11)	12	0,49
0234	Chaudière	---	---	---	3(1)	158	11	10(2)	403	17
0236	du Chêne	3(0)	40	0,87	5(2)	1,6	0,11	17(8)	16	0,66
0239	Gentilly	1(0)	22	0,48	1(1)	0,50	0,034	4(3)	3,6	0,15
0240	Bécancour	1(0)	189	4,1	1(1)	12	0,81	11(5)	272	11
0301	Nicolet	7(3)	336	7,3	8(4)	11	0,75	31(18)	113	4,6
0501	St-Maurice	2(1)	3101	67	2(0)	1136	77	12(6)	1282	53
0503	Batiscan	1(0)	239	5,2	1(1)	12	0,81	7(3)	65	2,7
0504	Sainte-Anne	1(0)	518	11	3(3)	12	0,81	17(5)	171	7,0
0508	Jacques-Cartier	2(2)	89	1,9	2(0)	119	8,1	13(5)	76	3,1
0509	St-Charles	2(1)	47	1,0	1(0)	12	0,81	13(6)	19	0,78
	Total trib.		4618			1476			2433	

N.B. Les charges présentées dans ce tableau comprennent une imprécision de 25 à 45%.

* 2 : nombre total de valeurs de concentration

(2): nombre de valeurs de concentration sous le seuil de détection

---: donnée non disponible



Tableau 15 - Comparaison des apports journaliers en plomb et nickel des tributaires des ZIP 12 à 14 (page 2 de 4)

Apports en PLOMB		Charge printanière			Charge estivale			Charge annuelle		
Code	Tributaire	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Pb	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Pb	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Pb	% apport
0233	Etchemin	*2(2)	55	2,3	2(2)	3,1	0,51	13(12)	16	0,94
0234	Chaudière	---	---	---	3(2)	86	14	10(9)	97	5,7
0236	du Chêne	3(2)	34	1,4	5(1)	3,2	0,52	17(7)	17	1,0
0239	Gentilly	1(1)	16	0,66	1(0)	1,8	0,29	4(3)	4,2	0,25
0240	Bécancour	1(1)	142	5,9	1(1)	18	2,9	11(11)	50	2,9
0301	Nicolet	7(1)	781	32	8(3)	74	12	31(11)	411	24
0501	St-Maurice	2(2)	846	35	2(2)	341	56	12(12)	470	28
0503	Batiscan	1(1)	179	7,4	1(1)	18	2,9	7(7)	57	3,4
0504	Sainte-Anne	1(1)	194	8,0	3(3)	17	2,8	17(9)	510	30
0508	Jacques-Cartier	2(2)	133	5,5	2(2)	45	7,3	13(13)	55	3,2
0509	St-Charles	2(1)	45	1,9	1(0)	7,2	1,2	13(9)	14	0,82
	Total trib.		2425			614			1701	
Apports en NICKEL		Charge printanière			Charge estivale			Charge annuelle		
Code	Tributaire	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Ni	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Ni	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Ni	% apport
0233	Etchemin	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0234	Chaudière	---	---	---	3(3)	43	70	10(10)	62	49
0236	du Chêne	*3(3)	15	6,5	5(5)	0,80	1,3	17(17)	4,2	3,3
0239	Gentilly	1(1)	11	4,8	1(1)	0,50	0,82	4(4)	2,4	1,9
0240	Bécancour	1(1)	95	41	1(1)	12	20	11(11)	33	26
0301	Nicolet	7(7)	110	48	8(8)	4,9	8,0	31(31)	25	20
0501	St-Maurice	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0503	Batiscan	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0504	Sainte-Anne	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0508	Jacques-Cartier	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0509	St-Charles	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	Total trib.		231			61			127	

N.B. Les charges présentées dans ce tableau comprennent une imprécision de 25 à 45%.

* 3 : nombre total de valeurs de concentration

(3): nombre de valeurs de concentration sous le seuil de détection

---: donnée non disponible

Tableau 15 - Comparaison des apports journaliers en fer et manganèse des tributaires des ZIP 12 à 14 (page 3 de 4)

Apports en FER		Charge printanière			Charge estivale			Charge annuelle		
Code	Tributaire	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Fe	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Fe	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Fe	% apport
0233	Etchemin	*2(0)	4553	4,0	2(0)	150	0,68	13(0)	913	2,1
0234	Chaudière	---	---	---	3(0)	1786	8,1	10(0)	3211	7,2
0236	du Chêne	3(0)	2490	2,2	5(0)	55	0,25	17(17)	685	1,5
0239	Gentilly	1(0)	2419	2,1	1(0)	54	0,25	4(0)	554	1,2
0240	Bécancour	1(0)	9082	7,9	1(0)	315	1,4	11(0)	3312	7,5
0301	Nicolet	7(0)	25009	22	8(0)	132	0,60	31(0)	4047	9,1
0501	St-Maurice	2(0)	40591	36	2(0)	15906	72	12(0)	21496	48
0503	Batiscau	1(0)	10254	9,0	1(0)	387	1,8	7(0)	3059	6,9
0504	Sainte-Anne	1(0)	10368	9,1	3(0)	863	3,9	17(0)	3674	8,3
0508	Jacques-Cartier	2(0)	6585	5,8	2(0)	1997	9,1	13(0)	2360	5,3
0509	St-Charles	2(0)	2908	2,5	1(0)	395	1,8	13(0)	1111	2,5
	Total trib.		114259			22040			44422	
Apports en MANGANÈSE		Charge printanière			Charge estivale			Charge annuelle		
Code	Tributaire	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Mn	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Mn	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Mn	% apport
0233	Etchemin	*2(0)	808	5,6	2(0)	57	2,2	13(0)	199	4,0
0234	Chaudière	---	---	---	3(0)	518	20	10(0)	504	10
0236	du Chêne	3(0)	191	1,3	5(0)	10,0	0,38	17(0)	60	1,2
0239	Gentilly	1(0)	130	0,89	1(0)	10,4	0,40	4(0)	35	0,70
0240	Bécancour	1(0)	946	6,5	1(0)	121	4,6	11(0)	375	7,5
0301	Nicolet	7(0)	3299	23	8(0)	34	1,3	31(0)	539	11
0501	St-Maurice	2(0)	5074	35	2(0)	1591	61	12(0)	2297	46
0503	Batiscau	1(0)	1431	9,8	1(0)	24	0,92	7(0)	313	6,3
0504	Sainte-Anne	1(0)	1555	11	3(0)	39	1,5	17(0)	326	6,5
0508	Jacques-Cartier	2(0)	801	5,5	2(0)	149	5,7	13(1)	208	4,2
0509	St-Charles	2(0)	304	2,1	1(0)	47	1,8	13(0)	128	2,6
	Total trib.		14539			2600			4984	

N.B. Les charges présentées dans ce tableau comprennent une imprécision de 25 à 45%.

* 2 : nombre total de valeurs de concentration

(0): nombre de valeurs de concentration sous le seuil de détection

---: donnée non disponible

Tableau 15 - Comparaison des apports journaliers en cadmium, aluminium, chrome, arsenic et cyanure des ZIP 12 à 14 (page 4 de 4)

Apports en CADMIUM		Charge printanière			Charge estivale			Charge annuelle		
Code	Tributaire	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Cd	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Cd	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Cd	% apport
0233	Etchemin	*2(2)	7,4	3,1	2(2)	0,40	0,43	13(13)	2,1	1,7
0234	Chaudière	---	---	---	3(3)	8,7	9,5	10(10)	13	11
0236	du Chêne	3(3)	3,0	1,3	5(5)	0,20	0,22	17(17)	0,90	0,73
0239	Gentilly	1(1)	2,2	0,92	1(0)	0,10	0,11	4(3)	0,50	0,41
0240	Bécancour	1(1)	19	8,0	1(1)	2,4	2,6	11(11)	6,7	5,4
0301	Nicolet	7(7)	22	9,2	8(7)	24	26	31(30)	14	11
0501	St-Maurice	2(2)	113	47	2(2)	45	49	12(12)	63	51
0503	Batiscan	1(1)	24	10	1(1)	2,4	2,6	7(7)	7,7	6,3
0504	Sainte-Anne	1(1)	26	11	3(3)	2,4	2,6	17(17)	6,8	5,5
0508	Jacques-Cartier	2(2)	18	7,6	2(2)	6,0	6,5	13(13)	7,4	6,0
0509	St-Charles	2(2)	3,8	1,6	1(1)	0,30	0,33	13(13)	1,2	0,98
	Total trib.		238			92			123	
Apports en ALUMINIUM		Charge printanière			Charge estivale			Charge annuelle		
Code	Tributaire	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Al	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Al	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Al	% apport
0233	Etchemin	*2(0)	4260	57	2(0)	112	59	13(0)	700	50
0239	Gentilly	1(0)	1663	22	1(0)	26	14	4(0)	275	20
0509	St-Charles	2(0)	1578	21	1(0)	53	28	13(0)	417	30
	Total trib.		7501			191			1392	
Apports en CHROME		Charge printanière			Charge estivale			Charge annuelle		
Code	Tributaire	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Cr	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Cr	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Cr	% apport
0234	Chaudière	---	---		3(2)	26		10(8)	11	
Apports en ARSENIC		Charge printanière			Charge estivale			Charge annuelle		
Code	Tributaire	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d As	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d As	% apport	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d As	% apport
0234	Chaudière	---	---	---	3(3)	4,3	78	10(10)	6,3	64
0240	Bécancour	1(1)	9,5	100	1(1)	1,2	22	11(10)	3,6	36
	Total trib.					5,5			9,9	
Apports en CYANURE		Charge printanière			Charge estivale			Charge annuelle		
Code	Tributaire	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Cu	% apport total	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Cu	% apport total	Nb.tot.val. (Nb < seuil)	Charge kg/d Cu	% apport total
0239	Gentilly	1(1)	3,3	100	1(1)	0,20	100	4(4)	0,70	100

N.B. Les charges présentées dans ce tableau comprennent une imprécision de 25 à 45%.

* 2 : nombre total de valeurs de concentration

(0): nombre de valeurs de concentration sous le seuil de détection

---: donnée non disponible

Tel qu'évaluée précédemment, la charge la plus élevée est celle du cuivre avec une valeur de 3 890 kg/d en provenance de la rivière Saint-Maurice au printemps (voir tableau 15). Notons également que pour les quatre métaux traités, la rivière Gentilly est celle qui démontre le plus grand écart entre la charge printanière et la charge estivale puisque sa charge printanière en zinc (22 kg/d) est 44 fois supérieure à sa charge estivale (0,5 kg/d). Il faut cependant considérer que le débit de la Gentilly est le plus faible par rapport aux autres tributaires du secteur. Cette observation est souvent associée à rivières de faible débit possédant un bassin versant de petite dimension (ASSEAU-INRS, 1991b), ce qui est le cas de la rivière Gentilly. Le deuxième plus grand écart est celui de la rivière Sainte-Anne avec un écart 43 fois supérieur entre sa charge printanière en zinc qui est de 518 kg/d et sa charge estivale de 12 kg/d en Pb (voir tableau 15).

La charge annuelle en cuivre de la rivière Saint-Maurice (2 351 kg/d) dépasse d'au moins une fois et demi les charges annuelles en zinc, plomb et cadmium de tous les autres tributaires. Il est à noter que la Saint-Maurice est responsable de plus de 86% de la contribution en cuivre pour les périodes annuelle et 91% pour la période estivale ainsi que de 81% en période printanière. La charge totale en cuivre déversée par les tributaires dans les ZIP 12 à 14 totalise 4 808 kg/d au printemps, 2 204 kg/d l'été et 2 728 kg/d annuellement (voir tableau 15). Notons qu'exceptionnellement la rivière Chaudière a une charge estivale en cuivre (121 kg/d) supérieure à sa charge annuelle (113 kg/d) en raison des fortes concentrations qui y ont été mesurées durant les mois d'été de 1986.

Au niveau du zinc, la charge printanière déversée aux ZIP 12 à 14 atteint 4 618 kg/d tandis que la charge estivale est égale à 1 476 kg/d. La charge déversée est donc plus de 3 fois plus grande au printemps qu'en été. La charge annuelle en zinc est, quant à elle, de 2 433 kg/d (voir tableau 15). Exceptionnellement, la charge estivale en zinc de la rivière Jacques-Cartier est supérieure à ses charges annuelle et printanière en raison des concentrations élevées qui y sont mesurées au cours de l'été 1986.

Pour le plomb, la charge printanière (2 425 kg/d) est presque quatre fois supérieure à sa charge déversée en période d'étiage (614 kg/d), tandis que la charge annuelle atteint 1 701 kg/d (tableau 15).



En ce qui a trait au cadmium, les charges printanière et estivale atteignent respectivement 238 et 92 kg/d, soit un rapport de 2,5 fois entre l'été et le printemps. La charge annuelle est quant à elle de 123 kg/d. Notons qu'exceptionnellement, la rivière Nicolet présente une charge estivale plus élevée que ses charges printanière et annuelle en raison de fortes concentrations mesurées durant la période estivale. Ces valeurs sont présentées au tableau 15).

Globalement, les quatre métaux considérés pour les tributaires ont une charge journalière de printemps qui est supérieure à la charge journalière en période estivale dans un rapport variant de 2 à 44 fois environ. Ceci démontre l'importance de considérer de façon distincte ces deux événements. Ainsi, la contribution des tributaires au bilan global de la contamination des ZIP 12 à 14 est nettement plus importante au printemps.

6. APPORTS DES MUNICIPALITÉS

Cette section présente un inventaire des sources de contamination municipales pour le tronçon d'étude. Cet inventaire consiste à localiser les points de rejet municipaux et à estimer les charges déversées via ces effluents.

La principale source d'information utilisée concernant les sources de pollution municipales est la Direction de l'Assainissement Urbain du Ministère de l'Environnement du Québec. Pour l'estimation des charges polluantes, il s'avère qu'il n'existe pas de programme exhaustif de caractérisation des substances toxiques dans les effluents urbains. On dispose uniquement de données sur des cas spécifiques tels les effluents de la CUM et de la CUQ, et ce pour des paramètres se limitant à la mesure de quelques métaux.

Cependant, dans le but de fournir une appréciation des charges polluantes pour chacune des municipalités riveraines, nous avons établi des valeurs de référence à partir des données existantes obtenues sur le territoire de la CUQ. Ces valeurs de référence sont des concentrations de base en métaux (Cu, Zn et Pb) observables sur des bassins résidentiels types. La charge polluante pour chacun de ces métaux peut alors être calculée en multipliant la valeur de concentration de référence avec la valeur de débit de chaque effluent urbain.

Les données sur la charge polluante en métaux en provenance du territoire de la CUQ ont été recueillies initialement dans le but de caractériser l'impact des eaux de débordement de réseaux unitaires (réseaux de collecte d'eaux usées sanitaires et d'eaux de pluie). Ce type de réseau d'égout se retrouve dans la majorité des cas au Québec. Des mesures spécifiques furent effectuées par la CUQ sur des bassins typiquement résidentiels (bassins exempts de rejet industriel). Ces données ont été compilées et analysées dans le cadre de travaux de doctorat (Lavallée, 1989) qui nous servent de référence. Les travaux réalisés dans cette thèse permettent d'effectuer une distinction dans les concentrations de référence en Cu Zn et Pb en fonction de deux facteurs importants qui sont déterminants dans l'estimation de la charge de contaminant déversée. Ces deux facteurs sont:



-
- 1) la présence d'eau de pluie dans l'effluent (la charge totale en contaminant sera établie en considérant l'apport des eaux de temps sec auquel on ajoute l'apport des eaux en temps de pluie);
 - 2) la taille de la municipalité (on effectuera une distinction considérant le comportement global de pluie, pour de petites et de grandes municipalités.

A ces deux facteurs on peut en ajouter un troisième qui permet de tenir compte de l'enlèvement des contaminants dans un effluent urbain dû à la présence d'infrastructures de traitement. Considérant le fait que les estimations fournies à partir des données de la CUQ correspondent à des effluents urbains non traités, il devient nécessaire d'appliquer un facteur de réduction de la charge brute estimée. Il est connu que le facteur de réduction varie en fonction de la composition des effluents et du type de traitement utilisé. En absence de données précises à ce sujet, pour les cas où une municipalité serait dotée d'infrastructures d'assainissement des eaux, nous avons fixé de façon arbitraire à 50 % le facteur de réduction de la charge brute estimée.

6.1 Méthodologie de calcul des charges municipales

Pour les municipalités, la charge de contaminants déversés dans le fleuve est obtenue en multipliant le débit total urbain (mesure directe à l'effluent ou estimation sur une base per capita) par la valeur de concentration de référence provenant des données de la CUQ. L'utilisation de valeurs de débit mesurées est privilégiée lorsque ces données sont disponibles.

Estimation du débit à l'effluent pour chaque municipalité

Dans le cas présent (ZIP 12 à 14), une estimation du débit sur une base de contribution per capita est nécessaire puisqu'aucune mesure directe à l'effluent n'est disponible. La valeur de contribution per capita utilisée est de 830 L/d par personne. Elle est multipliée par la population totale raccordée à l'effluent. Cette valeur a été établie par le MENVIQ pour le territoire québécois à partir des travaux de caractérisation sur 320 stations de traitement des eaux usées urbaines (MENVIQ, 1991a). Connaissant pour une municipalité, la population

totale raccordée au réseau d'égout, on est alors en mesure d'obtenir l'estimation du débit total à l'effluent en multipliant le nombre d'individus par la valeur de débit per capita.

On retrouve au tableau 17 la liste des municipalités riveraines pour les ZIP 12 à 14. On y donne les valeurs de population totale raccordée au réseau d'égout et la valeur de débit calculée en fonction du débit per capita.

Établissement des concentrations de référence

La concentration résultante en métaux (notamment le Zn, le Cu et le Pb) dans un effluent urbain est fortement dépendante de l'activité humaine qui règne sur le territoire urbain. C'est principalement l'intensité de la circulation routière qui contribue le plus à l'apport en métaux lors du lessivage des surfaces routières imperméables en période de pluie. A ce moment, pour les municipalités subissant une activité importante, les eaux usées en temps de pluie afficheront des concentrations plus élevées que lors des épisodes de temps sec. En fonction de la taille des municipalités qu'on retrouve au Québec (Lavallée, 1989) cette situation nous amène à considérer deux cas types de municipalités:

- 1) les petites municipalités (population < 25 000 habitants) pour lesquelles les apports en temps de pluie n'ont pas d'influence significative sur la charge totale à l'effluent;
- 2) les grandes municipalités (population > 25 000 habitants) pour lesquelles on doit tenir compte de la contribution spécifique des apports en temps de pluie.

Les valeurs de concentration de référence pour les trois métaux sont présentées au tableau 16. Dans le cas d'une petite municipalité, les concentrations en métaux sont considérées homogènes tout au long de l'année. Pour l'estimation de la charge totale déversée, on applique donc les valeurs de concentration de référence à la valeur de débit total estimée.

Dans le cas d'une grande municipalité, les concentrations en métaux sont distinguées en termes de période de temps sec et de période de temps de pluie. Pour ce faire, des valeurs distinctes de concentrations de référence sont affectées à une valeur de débit en temps de pluie (mélange d'eaux ruisselées fortement chargées en métaux avec les eaux en temps sec) et à une valeur de débit en temps sec (absence d'eaux ruisselées). Dans ce cas, la valeur de débit de temps et la



valeur de débit ruisselé sont établies respectivement sur la base d'une proportion de 92% et de 8% du débit total estimé.

Notons que dans le cas d'une grande municipalité appliquant un traitement de ses eaux usées de temps sec seulement, une diminution de 50% de la charge en métaux est affectée alors uniquement à la charge de temps sec.

Tableau 16 - Valeurs de référence pour le calcul des charges municipales en métaux

Type de rejet municipal	% Débit 830 L/p/d	Cuivre (mg/L)	Zinc (mg/L)	Plomb (mg/L)
Pop. < 25 000	100%	0,0200	0,0500	0,0250
Pop. > 25 000, temps sec	92%	0,03	0,1	0,05
Pop. > 25 000, pluie	8%	0,1310	0,7800	0,3660

Valeurs tirées de Lavallée (1989)

Calcul de la charge déversée

Pour décrire les méthodes de calcul, une évaluation des apports en plomb pour les municipalités de Lévis, Donnacona et de l'agglomération de Québec (CUQ) sera effectuée. Les municipalités de Lévis et Donnacona représentent les cas d'une population de moins de 25 000 habitants sans et avec traitement des effluents. Pour la CUQ, on retrouve une municipalité de plus de 25 000 habitants sans infrastructure de traitement .

1) Lévis: population = 18 600 h. municipalité sans traitement (MENVIQ, 1990d)

Débit total: $18\ 600\ \text{pers.} \times 830\ \text{L/pers./d} = 1,544\text{E}+7\ \text{L/d}$

Charge totale Pb: $0,025\ \text{mg/L} \times 1,544\text{E}+7\ \text{L/d} = 0,386\ \text{kg/d}$

2) Donnacona: population = 6 240 h. municipalité avec traitement (MENVIQ, 1990e)

Débit total: $0,380\text{E}+7\ \text{L/d}$ (MENVIQ, 1991e)

Charge totale Pb: $(0,025\ \text{mg/L} \times 0,380\text{E}+7\ \text{L/d}) = 0,0950\ \text{kg/d}$

Charge totale en Pb après traitement: $0,0950\ \text{kg/d} \times 0,5 = 0,0475\ \text{kg/d}$

3) CUO: population = 475 000 h. municipalité sans traitement 1990e)

Débit total: $37,90E+7$ L/d (MENVIQ, 1990e)
 Débit temps sec: $0,92 \times 37,90E+7$ L/d = $34,87E+7$ L/d
 Débit ruisselé: $0,08 \times 37,90E+7$ L/d = $3,032E+7$ L/d
 Charge temps sec Pb: $0,050$ mg/L \times $34,87E+7$ L/d = $17,4$ kg/d
 Charge ruissel e Pb: $0,366$ mg/L \times $3,032E+7$ L/d = $11,1$ kg/d
 Charge totale Pb: $17,4$ kg/d + $11,1$ kg/d = $28,5$ kg/d

6.2 Estimation de l'imprécision sur le calcul des charges

Le but de l'évaluation des charges municipales est de quantifier leur contribution globale pour les trois métaux de référence: le cuivre, le zinc et le plomb. Pour apprécier de façon plus juste ces estimations de charge, il importe de tenir compte de l'imprécision qui y est associ e.

Pour les municipalités, cette imprécision est obtenue en cumulant les incertitudes associées à quatre facteurs majeurs: 10% associés aux mesures analytiques (Blouin, 1991); 10% associés aux mesures de débit (Nadeau, 1991); 10% pour tenir compte, selon nos estimés, de la variabilité journalière des charges d vers es aux effluents; un facteur multiplicatif de l'incertitude (2 x) dans le cas de valeurs de débit et/ou de qualité extrapol es.

Ainsi, lorsqu'on dispose de mesures directes de débit et de qualité à l'effluent, on estime l'imprécision sur le calcul de charge à 30%. Dans le cas où on ne dispose pas de l'une des données (débit ou qualité), l'imprécision passe à 40%. Lorsqu'aucune mesure directe n'est disponible (valeur de débit et valeur de qualité estim es) on affecte une imprécision globale de 50% aux estimations de charge.

Considérant le peu de données de base disponibles, ces estimations brutes de l'imprécision doivent être consid r es comme des valeurs minimales.



6.3 Évaluation des charges municipales sur le tronçon

Le tableau 17 présente le bilan des charges municipales pour le tronçon de Trois-Rivières-Québec. Le secteur de la CUQ, qui comprend plus d'une dizaine de municipalités, rejettera d'ici 1992 ses eaux usées dans deux stations d'épuration (station est et station ouest) composées de biofiltres. Ces stations sont actuellement en phase de construction et devraient être opérationnelles d'ici l'été 1992. Des données récentes provenant de la Direction de l'assainissement urbain du MENVIQ indiquent que la population totale raccordée aux stations de traitement sera de près de 475 000 personnes (MENVIQ, 1990e). Cependant, comme ces stations n'étaient pas en fonction en 1989, un déversement brut pourra être considéré sans modifier les valeurs estimées.

Les apports de la plupart des municipalités rejetant leurs eaux usées dans un tributaire du fleuve sont inclus dans l'évaluation des charges transportées par ce tributaire. Toutefois, certaines municipalités doivent être considérées individuellement lorsque leurs émissaires se situent en aval de la station de qualité utilisée pour estimer les charges du tributaire. C'est le cas notamment des municipalités de Nicolet (4 800 pers.) et de Sainte-Monique (182 pers.) qui ne sont pas considérées dans les apports provenant de la rivière Nicolet, tandis que les municipalités de Cap-de-la-Madeleine (34 500 pers.) et Trois-Rivières (48 800 pers.) ne sont pas incluses dans les charges de la rivière Saint-Maurice. On dénote aussi que les municipalités de Bécancour (5 000 pers.) et de la Pérade (1 100 pers.) ne sont pas incluses dans les rivières Bécancour et Sainte-Anne respectivement. Finalement, les municipalités de Bernières (2 650 pers.), Charny (7 800 pers.), Saint-Nicolas (1 100 pers.) et Saint-Rédempteur (4 150 pers.) sont également toutes situées en aval de la station de qualité de l'eau et n'ont donc pas été incluses aux charges en métaux véhiculées par la rivière Chaudière. Le bilan de ces charges est exposé au tableau 18.

Tableau 17 - Charges municipales en métaux (Zn,Cu,Pb) provenant des municipalités se déversant directement au fleuve pour le tronçon Trois-Rivières-Québec

ZIP	Municipalités	Imprecision (%)	Population	Traitement	Débit (m ³ /s)	Zn (kg/d)	Cu (kg/d)	Pb (kg/d)
	<u>Se déversant au fleuve</u>							
12	Sainte-Marthe	50	1 840	non	0,018	0,076	0,031	0,038
12	Champlain	50	513	non	0,004	0,021	0,008	0,011
12	Batiscan	50	525	non	0,005	0,022	0,008	0,011
12	Saint-Pierre-les-Becquets	50	810	non	0,007	0,034	0,013	0,017
12	Deschaillons-sur-le-St-Laurent	50	1 100	non	0,011	0,046	0,018	0,023
12	Leclercville	50	300	non	0,002	0,013	0,005	0,006
12	Lotbinière*	50	*500	oui	0,002	0,004	0,001	0,002
13	Deschambault	50	102	non	0,001	0,004	0,001	0,002
13	Cap-Santé	50	800	non	0,007	0,033	0,013	0,017
13	Donnacona*	40	*6 240	oui	0,044	0,095	0,038	0,047
13	Sainte-Croix	50	1 750	non	0,017	0,073	0,029	0,036
13	Saint-Antoine-de-Tilly	50	850	non	0,008	0,035	0,014	0,018
13	Neuville	50	300	non	0,002	0,013	0,005	0,006
14	Saint-Nicolas	50	2 200	non	0,021	0,091	0,037	0,046
14	CUQ - secteur ouest*	40	> 25 000	non	1,7	23,0	5,7	11,2
14	Saint-Romuald	50	9 800	non	0,094	0,41	0,16	0,20
14	Saint-David-de-L'Auberivière	50	4 450	non	0,043	0,19	0,074	0,092
14	Lévis	50	18 600	non	0,18	0,77	0,31	0,39
14	CUQ - secteur est*	40	> 25 000	non	2,7	35,5	8,8	17,32
14	Lauzon	50	12 500	non	0,12	0,52	0,21	0,26
	Total pour le tronçon		538 180		4,99	60,9	15,5	29,7

- Les données de population proviennent de la banque de données sur les municipalités du Québec (MENVIQ, 1990d).

* Les données de population de ces municipalités proviennent du suivi d'exploitation (MENVIQ, 1990c).

Le tableau 17 montre que les charges journalières en métaux, provenant des municipalités se déversant directement dans le fleuve, seraient de 60,9 kg/d pour le zinc, 15,5 kg/d pour le cuivre et 29,7 kg/d pour le plomb. Ces charges estimées pour des rejets strictement urbains ne tiennent pas compte de rejet d'origine industrielle pouvant exister dans le réseau municipal.

En considérant les charges des municipalités situées en aval des stations de qualité des tributaires, la ZIP 12 reçoit environ 16% des charges en métaux de source municipale de tout

le tronçon (voir figure 5 et le tableau 19). Cette proportion, relativement élevée considérant la présence de la CUQ sur le tronçon, est attribuable à la présence des villes de Cap-de-la-Madeleine et Trois-Rivières qui déversent leurs eaux usées domestiques en aval de la station de la qualité de l'eau de la rivière Saint-Maurice. En effet, ces deux municipalités contribuent à plus de 90% des charges en métaux de la ZIP 12.

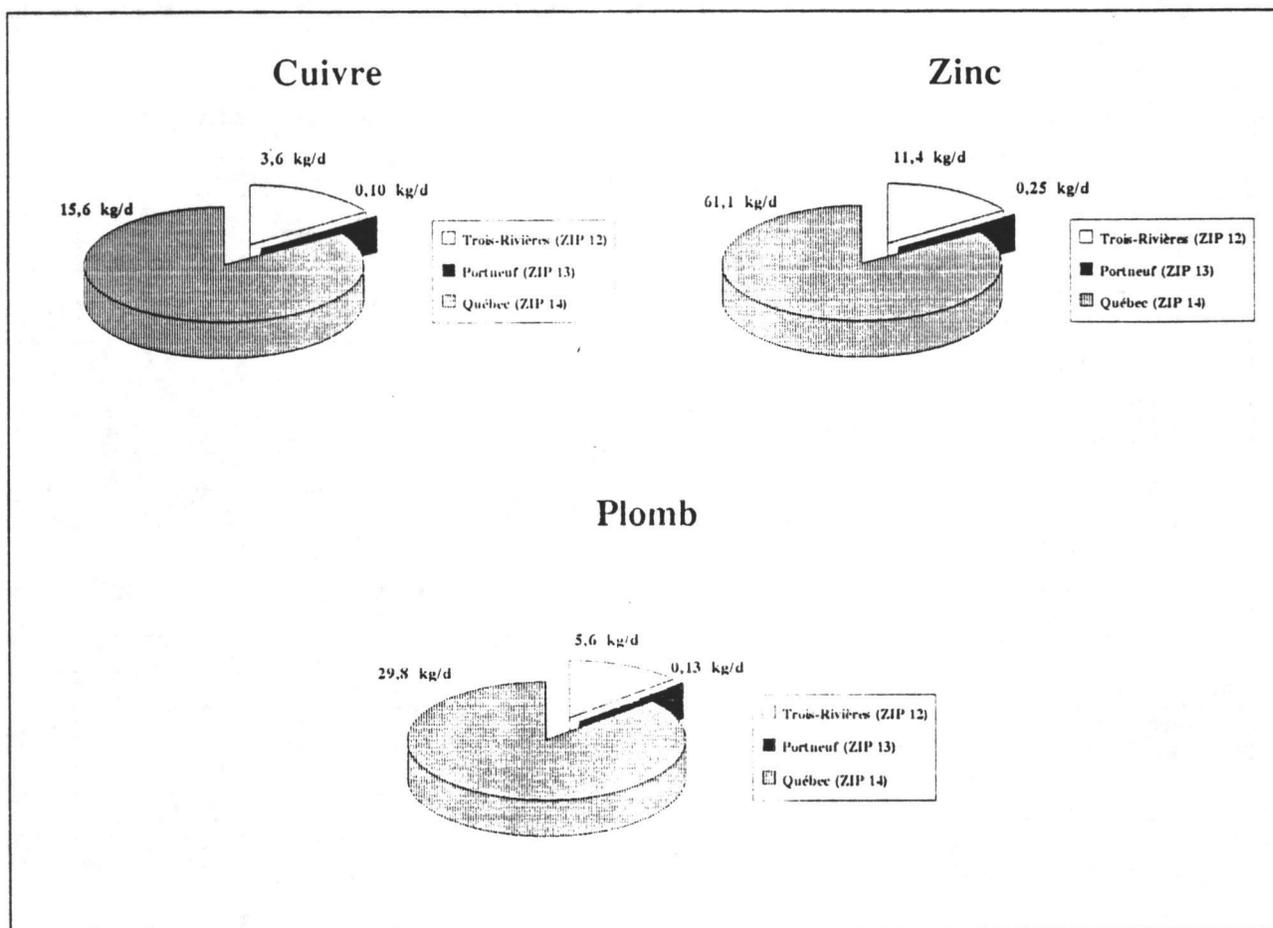


Figure 5- Répartitions des charges municipales en cuivre, zinc et plomb pour les ZIP 12 à 14 (1989)

Tableau 18 - Charges municipales en métaux (Zn, Cu, Pb) provenant des municipalités se déversant en aval des stations de qualité de l'eau pour les tributaires du tronçon Trois-Rivières-Québec

ZIP	Municipalités	Imprecision (%)	Pop. desser.	Trai. (o/n)	Débit (m ³ /s)	Zn (kg/d)	Cu (kg/d)	Pb (kg/d)
	<u>Se déversant ds Nicolet</u>							
12	Nicolet	50	4 800	non	0,046	0,20	0,80	0,10
12	Sainte-Monique	50	182	non	0,0017	0,0076	0,0030	0,0038
	Total pour la Nicolet		4 982		0,048	0,21	0,80	0,10
	<u>Se déversant ds Saint-Maurice</u>							
12	Cap-de-la-Madeleine	50	34 500	non	0,33	4,4	1,1	2,2
12	Trois-Rivières	50	48 800	non	0,47	6,3	1,5	3,1
	Total pour la Saint-Maurice		83 300		0,80	10,7	2,6	5,3
	<u>Se déversant ds la Bécancour</u>							
12	Bécancour	50	5 000	non	0,048	0,21	0,083	0,10
	Total pour la Bécancour		5 000		0,048	0,21	0,083	0,10
	<u>Se déversant ds la Sainte-Anne</u>							
12	La pérade	50	1 100	non	0,011	0,046	0,018	0,023
	Total pour la Sainte-Anne		1 100		0,011	0,046	0,018	0,023
	<u>Se déversant ds la Chaudière</u>							
14	Bernières	50	2 650	non	0,025	0,11	0,044	0,055
14	Charny	50	7 800	non	0,075	0,32	0,13	0,16
14	Saint-Nicolas	50	1 100	non	0,011	0,046	0,018	0,023
14	Saint-Rédempteur	50	4 150	non	0,040	0,17	0,069	0,086
	Total pour la Chaudière		15 700		0,15	0,65	0,26	0,32

Trai. : Municipalité qui traite ou qui ne traite pas ses eaux usées



Tableau 19 - Bilan des charges municipales en métaux (Cu, Zn, Pb) par ZIP d'appartenance pour l'année 1989

Secteur	ZIP	Paramètre					
		Cuivre		Zinc		Plomb	
		Charge (kg/d)	Proportion (%)	Charge (kg/d)	Proportion (%)	Charge (kg/d)	Proportion (%)
Trois-Rivières	12	3,6	19	11,4	16	5,6	16
Portneuf	13	0,10	< 1	0,25	< 1	0,13	< 1
Québec	14	15,6	81	61,1	84	29,8	84
Total du tronçon		19,3	100	72,8	100	35,5	100

Les eaux de la ZIP 13 reçoivent moins de 1% des charges en métaux de source municipale, alors que les municipalités de la ZIP 14, grâce notamment à la présence de la CUQ, contribuent pour près de 85% des charges en cuivre, zinc et plomb (voir tableau 19). Les charges en métaux déversées par les municipalités de la CUQ représentent plus de 80% du total des rejets d'origine urbaine pour le tronçon Trois-Rivières-Québec.

Les charges supplémentaires déversées dans la rivière Nicolet par les municipalités de Sainte-Monique et Nicolet sont de 0,21 kg/d pour le zinc, de 0,80 kg/d pour le cuivre et de 0,10 kg/d pour le plomb (voir tableau 18). Pour la rivière Saint-Maurice, les charges municipales qui doivent être additionnées sont de 10,7 kg/d pour le zinc, de 2,6 kg/d pour le cuivre et de 5,3 kg/d pour le plomb. Pour la rivière Bécancour, les charges supplémentaires déversées sont de 0,21 kg/d pour le zinc, 0,083 kg/d pour le cuivre et de 0,10 kg/d pour le plomb. La rivière Sainte-Anne reçoit une charge supplémentaire de 0,046 kg/d de zinc, 0,018 kg/d de cuivre et 0,023 kg/d de plomb. Pour sa part, la rivière Chaudière reçoit, des quatre municipalités situées en aval de la station de qualité de l'eau, une charge supplémentaire de 0,65 kg/d de zinc, 0,26 kg/d de cuivre et 0,32 kg/d de plomb.

7. APPORTS FLUVIAUX

Le débit fluvial dans le tronçon Trois-Rivières-Québec représente près de 90% du débit total, les 10% restant étant affectés au débit des tributaires. Cette forte proportion du débit fluvial par rapport au débit total du tronçon fait ressortir l'importance d'évaluer les charges de contaminants qui sont véhiculés directement par le fleuve Saint-Laurent. Mentionnons que l'objectif principal de cette section n'est pas de faire une évaluation exhaustive des charges en contaminants, mais plutôt d'évaluer les charges fluviales pour certaines substances toxiques pour ensuite les comparer aux trois autres sources majeures de contamination. Pour ce faire, les trois métaux qui sont communs aux quatre principales sources de contaminants du lac Saint-Pierre ont été retenus, soit le cuivre (Cu), le zinc (Zn) et le plomb (Pb). Comme des informations complémentaires sur le fer (Fe), la cadmium (Cd), le Manganèse (Mn), l'aluminium (Al), le chrome (Cr) et le nickel (Ni) sont disponibles, leur contribution aux apports toxiques est également discutée dans cette section.

Les données de qualité de l'eau proviennent exclusivement de la banque de données NAQUADAT gérée par Environnement Canada. Trois stations de qualité ont été retenues pour fin d'évaluation de l'apport fluvial en contaminants. Ces stations sont situées à la hauteur du pont Laviolette à Trois-Rivières et forment un transect nord-sud. Une première station (00QU02NG9019) est située entre le deuxième et le troisième pilier du côté nord du pont Laviolette, une seconde (00QU02OD9026) se retrouve au milieu du chenal maritime et la troisième (00QU02OD9020) est localisée entre le deuxième et le troisième pilier du côté sud du pont Laviolette. Les valeurs de concentration des trois métaux de référence sont colligées dans le tableau 20. L'eau du fleuve à ces stations est échantillonnée en moyenne sept fois l'an. Les échantillons sont récoltés près de la surface, soit à une profondeur de 0,5 mètre. L'échantillonnage effectué au niveau de la couche superficielle ne tient pas compte de la variabilité verticale de la qualité qui peut exister dans la colonne d'eau.



Tableau 20 - Données brutes en cuivre, zinc et plomb pour les trois stations du transect fluvial, au pont Laviollette de Trois-Rivières

Date	Concentration (mg/L)								
	Cuivre			Zinc			Plomb		
	St. N	St. C	St. S	St. N	St. C	St. S	St. N	St. C	St. S
23/02/89	0.0016	0.0021	0.0018	0.0027	0.0055	0.0031	0.0003	0.0011	<0.0002
03/05/89	0.0025	0.0055	0.0026	0.0072	0.0151	0.0066	0.0011	0.0053	0.0010
14/06/89	0.0020	0.0028	0.0019	0.0046	0.0053	0.0032	0.0005	0.0011	0.0008
03/08/89	0.0015	0.0018	0.0014	0.0025	0.0028	0.0017	<0.0002	0.0005	<0.0002
18/09/89	0.0013	0.0016	0.0016	0.0019	0.0041	0.0019	<0.0002	<0.0002	<0.0002
18/10/89	0.0024	0.0038	0.0024	0.0049	0.0103	0.0081	0.0008	0.0018	0.0015
20/11/89	0.0079	--	0.0055	0.0626	--	0.1020	0.0076	--	0.0058

< Valeur sous le seuil de détection

St. N : station nord (00QU02NG9019)

St. C : station centre (00QU02OD9026)

St. S : station sud (00QU02OD9020)

Les valeurs des débits moyens mensuels ont été fournies par la direction du réseau hydrique du MENVIQ.

Dans le but de comparer les quatre sources majeures de contaminants, une évaluation des charges fluviales a été effectuée pour l'année 1989. Cette année particulière a été retenue puisqu'elle représente l'année de référence du PASL et que les données y correspondant étaient disponibles.

7.1 Méthodologie de calcul des charges fluviales

La méthodologie employée pour les calculs de charges en métaux sera illustrée à l'aide d'un exemple portant sur le cuivre. La première étape consiste à déterminer les proportions de la masse d'eau fluviale qui seront attribuées à chaque station de qualité. À l'aide d'une carte bathymétrique, une coupe en plan du fleuve a été effectuée à la hauteur du transect de Trois-Rivières (voir figure 6). Par la suite, les trois stations de qualité ont été positionnées sur la coupe transversale du fleuve puis une ligne verticale a été tracée de part et d'autre à mi-chemin entre les stations adjacentes. Ainsi, trois sections affectées aux trois stations de qualité sont obtenues. Chaque aire constitue une part proportionnelle de la masse d'eau totale du fleuve. Ainsi, la surface représentée par chaque station de qualité sur la coupe transversale correspond

aux proportions suivantes: 25% pour la station située au nord, 40% pour la station du chenal maritime et 35% pour la station localisée près de la rive sud. Comme nous ne possédons pas les valeurs de vitesse de courant pour ce secteur, nous posons l'hypothèse que la variation des valeurs de vitesse d'écoulement sont négligeables sur la section transversale du fleuve. Ainsi, en considérant cette hypothèse, les proportions de la masse d'eau totale peuvent être directement associées aux débits.

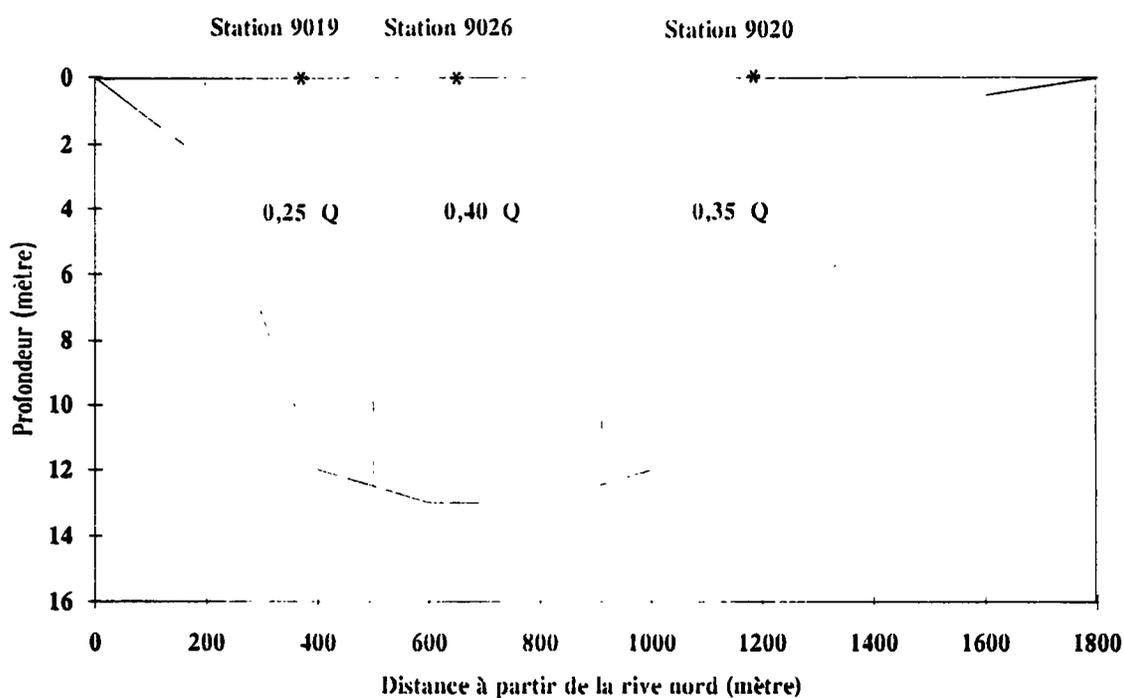


Figure 6 - Profil bathymétrique du fleuve Saint-Laurent et localisation des stations de mesures de qualité de l'eau au transect de Trois-Rivières

Les stations situées au nord et au sud du fleuve ont été échantillonnées à sept reprises pendant l'année 1989 alors que la station centre ne l'a été que six fois (voir tableau 20). Étant donné la faible fréquence d'échantillonnage, un regroupement des données a été réalisé afin de les associer à deux événements hydrologiques distincts. Le tableau 21 présente les débits moyens mensuels pour l'année 1989, lesquels ont servi à l'identification des deux périodes hydrologiques. Le premier événement hydrologique correspond à la période de fort débit qui



se situe, dans ce cas-ci, en avril, mai et juin. Les dates d'échantillonnage choisies pour cette période, sont celles du 3 mai et du 14 juin. Le second événement correspond à une période de débit plus constant pour laquelle les périodes d'échantillonnages du 23 février, 3 août, 18 septembre, 18 octobre et 20 novembre sont regroupées en effectuant une moyenne.

Tableau 21 - Débits moyens mensuels du fleuve à la hauteur du pont Laviolette à Trois-Rivières pour 1989

Mois	Débit (m ³ /s)
Janvier	9 223
Février	9 426
Mars	9 206
Avril	11 261
Mai	11 979
Juin	11 624
Juillet	9 922
Août	9 283
Septembre	8 995
Octobre	9 038
Novembre	10 966
Décembre	9 914
Moyenne annuelle	10 070

Ainsi, pour chaque station deux valeurs de concentration sont obtenues par année. Ces données de concentration seront couplées aux deux périodes hydrologiques retenues (voir l'exemple du cuivre présenté au tableau 22).

Tableau 22 - Regroupement des données de concentration en cuivre pour les deux événements hydrologiques (1989)

Périodes hydrologiques	Cuivre		
	Station nord (mg/L)	Station centre (mg/L)	Station sud (mg/L)
Période 1 *	0,0023	0,0042	0,0023
Période 2 **	0,0017	0,0023	0,0018

* La période hydrologique 1 correspond à la saison de fort débit (avril, mai et juin)

** La période hydrologique 2 correspond aux neuf autres mois de l'année

Comme dans le cas des tributaires, certaines données sont sous le seuil de détection, notamment le plomb (voir tableau 20). Deux types de calcul de charge ont donc été effectués lorsque nécessaire: un premier calcul pour établir les limites supérieures et un deuxième pour établir les limites inférieures. Dans le premier cas, les données inférieures au seuil de détection se voient affecter la valeur égale au seuil, alors que dans le second cas elles se voient affecter la valeur zéro. Par exemple, afin de faciliter la comparaison entre la charge en plomb et les autres contaminants, une moyenne des limites inférieure et supérieure est effectuée.

La connaissance des proportions de la masse d'eau fluviale, des deux périodes hydrologiques et des concentrations correspondantes, permet de procéder à l'évaluation des charges pour chaque station.

Les charges ont été calculées à partir des mesures de débit mensuels fluviaux obtenues du MENVIQ (Direction du réseau hydrique). Le calcul de la charge mensuelle s'effectue en multipliant la concentration en contaminant par la proportion de débit correspondant à la station de mesure. Une sommation des douze charges mensuelles donne la charge annuelle pour chaque station. Ces opérations ont été répétées pour les trois stations du transect et les résultats sont présentés au tableau 23.



Tableau 23 - Charge en cuivre pour les trois stations du transect de Trois-Rivières pour l'année 1989

Mois	Débit (m ³ /sec)	Station de mesure					
		Nord		Centre		Sud	
		Conc. (mg/L)	Charge (kg/mois)	Conc. (mg/L)	Charge (kg/mois)	Conc. (mg/L)	Charge (kg/mois)
Janvier	9 223	0,0017	10 499	0,0023	22 727	0,0018	15 563
Février	9 426	0,0017	9 691	0,0023	20 979	0,0018	14 366
Mars	9 206	0,0023	14 178	0,0042	41 424	0,0023	19 849
Avril	11 261	0,0023	16 783	0,0042	49 037	0,0023	23 497
Mai	11 979	0,0023	18 449	0,0042	53 902	0,0023	25 828
Juin	11 624	0,0017	12 805	0,0023	27 719	0,0018	18 982
Juillet	9 922	0,0017	11 294	0,0023	24 449	0,0018	16 742
Août	9 283	0,0017	10 567	0,0023	22 875	0,0018	15 664
Septembre	8 995	0,0017	9 909	0,0023	21 450	0,0018	14 688
Octobre	9 038	0,0017	10 288	0,0023	22 271	0,0018	15 251
Novembre	10 966	0,0017	12 080	0,0023	26 150	0,0018	17 907
Décembre	9 914	0,0017	11 285	0,0023	24 429	0,0018	16 729
Charge annuelle (kg/an)			147 828		357 412		215 066

Exemple de calcul:

Charge en cuivre pour la station nord pour le mois de janvier 1989

$$\text{Charge} = 0,25 Q \times 31 \text{ jours} \times [\text{Cu}] \times 86,4^*$$

*86,4 est le facteur qui permet d'obtenir des kg/période

$$\text{Charge} = 0,25 \times 9 223 \text{ m}^3/\text{s} \times 31 \text{ jours} \times 0,0017 \text{ mg/L} \times 86,4$$

$$\text{Charge} = 10 499 \text{ kg pour le mois de janvier}$$

Ce calcul est effectué pour chaque paramètre à chaque station et pour les 12 mois de l'année.

Pour la station située au nord, la charge en cuivre a été établie à 147 828 kg/an alors que pour la station au centre et au sud, des charges de 357 412 kg/an et de 215 066 kg/an respectivement sont obtenues. Afin d'obtenir la charge annuelle fluviale passant à la hauteur du pont Laviolette, la sommation des charges calculées pour les trois stations du transect est effectuée. La charge annuelle en cuivre ainsi obtenue est de 720 306 kg/an.

Une fois la charge annuelle calculée, une estimation de la charge moyenne pour une journée peut être effectuée en divisant simplement la charge annuelle par 365. Cette valeur de charge sera employée pour fins de comparaison avec les trois autres apports évalués sur une base journalière. Les charges journalières pour les cinq métaux sont présentées au tableau 24.

Tableau 24 - Charges journalières moyennes des principaux contaminants analysés aux trois stations du transect de Trois-Rivières

Paramètre	Station de mesure			Charge totale (kg/d)
	Nord (kg/d)	Centre (kg/d)	Sud (kg/d)	
Fe	101 096	262 740	129 589	493 425
Al	88 219	163 014	106 301	357 534
Mn	3 205	8 356	9 315	20 876
Zn	823	2 407	1 225	4 455
Cr	310	1 247	551	2 108
Cu	405	979	589	1 973
Ni	681	831	423	1 935
Pb	103	530	174	807
Cd	25	70	35	130

Les charges fluviales sont affectées d'une imprécision minimale de 25%

7.2 Estimation de l'imprécision sur l'évaluation des charges

Pour estimer l'imprécision associée aux charges, il faut tenir compte des deux principales sources d'imprécision possible, soit le débit et la concentration en contaminant.

Les valeurs de débit mensuel du fleuve à la hauteur de Trois-Rivières (excluant le Saint-Maurice) utilisées pour effectuer les calculs de charges proviennent de la Direction du réseau hydrique du MENVIQ. Les responsables du MENVIQ affectent à ces valeurs de débit une imprécision de 10% (Couture, 1991) qui sera prise en compte dans les calculs de charge.



L'imprécision associée à la concentration est, quant à elle, de deux sources. La première est associée à la méthode d'analyse employée par les laboratoires d'Environnement Canada alors que la seconde provient de la variabilité verticale de la concentration dans la colonne d'eau.

En ce qui concerne la première source d'imprécision relative aux valeurs de concentration, les méthodes d'analyse utilisées pour évaluer la qualité des eaux de surface en métaux lourds ont une imprécision pouvant varier entre 8% et 15% (L'Italien, 1991). Notons que cette imprécision augmente lorsque les valeurs de concentration s'approchent du seuil de détection. De manière à standardiser le pourcentage d'imprécision, une incertitude de 15% est allouée à toutes les valeurs de concentration.

Pour la deuxième source d'imprécision, nous ne possédons aucune information précise sur la variabilité verticale de la qualité de l'eau. Par contre, les conclusions d'un document préliminaire d'une étude réalisée en 1985 à la section de jaugeage de Lanoraie stipulent que la plupart des paramètres, notamment le cuivre, le zinc et le plomb, montrent une bonne corrélation entre les valeurs mesurées en surfaces et celles mesurées au fond du fleuve (Germain et Pham, 1989). Malheureusement, ces résultats sont difficilement applicables au secteur de Trois-Rivières car les propriétés des masses d'eau ne sont pas nécessairement les mêmes. Donc, en l'absence d'information pertinente sur la variabilité de la qualité dans la colonne d'eau, aucune incertitude ne sera associée à cette source d'imprécision. Ainsi, le pourcentage d'imprécision associé aux charges fluviales calculées à Cornwall est de 25%. Cette imprécision constitue un minimum.

D'autres sources d'imprécision existent mais sont difficilement quantifiables, par exemple, la variabilité transversale de la qualité de l'eau. Aussi, le fait que l'on associe des proportions de la masse d'eau aux débits sans connaître la variation des vitesses d'écoulement sur la section transversale du fleuve constitue une autre source d'imprécision difficilement quantifiable.

7.3 Évaluation des charges fluviales

Les métaux qui ont été véhiculés en plus grande quantité par les eaux du fleuve Saint-Laurent en 1989 sont le fer et l'aluminium. Près de 180 000 tonnes métriques de fer (493 t.m./d) et 131 000 tonnes métriques d'aluminium (359 t.m./d) ont été véhiculées pour l'année par le

fleuve à la hauteur de Trois-Rivières. En considérant l'imprécision de 25% associée aux charges fluviales, on peut affirmer que le fer et l'aluminium sont d'importance égale dans ce secteur du fleuve (voir le tableau 25).

Le manganèse arrive en deuxième position avec une charge d'environ 7 600 tonnes métriques pour l'année (21 t.m./d) plus ou moins l'imprécision de 25%. On retrouve en quatrième position le zinc, dont la charge est de près de 1 630 tonnes métriques (4,5 t.m./d). Ensuite viennent par ordre décroissant d'importance, le chrome, le cuivre, le nickel, le plomb et le cadmium (voir tableau 25).

Ces métaux sont véhiculés principalement au niveau de la station 9020 située au centre du chenal maritime. L'apport des métaux à cette station varient de 40% à 64% par rapport à l'ensemble des stations. Une exception est cependant dénotée, il s'agit du manganèse, qui est véhiculé principalement au niveau de la station 9026 du côté de la rive sud. A cette station, l'apport de ce métal par rapport à l'ensemble des stations est d'environ 45% (voir le tableau 25).

Tableau 25 - Apports fluviaux aux transect de Trois-Rivières en 1989

Paramètre	Station de mesure			Charge totale (kg/an)
	Nord (charge kg/an)	Centre (charge kg/an)	Sud (charge kg/an)	
Fe	36 900 000	95 900 000	47 300 000	180 100 000
Al	32 200 000	59 500 000	38 800 000	130 500 000
Mn	1 170 000	3 050 000	3 400 000	7 620 000
Zn	300 428	878 585	447 259	1 626 272
Cr	113 093	455 285	200 946	769 324
Cu	147 829	357 411	215 066	720 306
Ni	248 433	303 173	154 405	706 011
Pb	37 449	193 358	63 541	294 348
Cd	9 012	25 400	12 617	47 029

Les charges fluviales sont affectées d'une imprécision minimale de 25%

Il est à noter que le régime hydraulique moyen du fleuve Saint-Laurent en 1989 est relativement faible comparativement aux années 1981-88. Le tableau 26 permet de constater qu'effectivement, le débit moyen annuel de 1989 est de près de 1 400 mètres cubes inférieur à

la moyenne des débits de 1980 à 1988. Les mois de mars, avril et mai sont particulièrement faibles, le débit moyen pouvant être inférieur de près de 25% pour cette période. Comme il s'agit là habituellement de la période de crue printanière et que c'est à cette période précise de l'année que les charges sont les plus élevées, cette différence peut provoquer une sous-évaluation des charges en contaminants par rapport aux tributaires dont l'année d'évaluation est 1985-86.

Tableau 26 - Débits moyens mensuels fluviaux (à Trois-Rivières excluant la Saint-Maurice) pour les années 1981 à 1989

Mois	Années										*Diff. (m ³ /s)
	1981 (m ³ /s)	1982 (m ³ /s)	1983 (m ³ /s)	1984 (m ³ /s)	1985 (m ³ /s)	1986 (m ³ /s)	1987 (m ³ /s)	1988 (m ³ /s)	1981-88 (m ³ /s)	1989 (m ³ /s)	
Janvier	9 361	9 638	10 407	10 015	10 514	10 304	11 060	9 456	10 094	9 223	-871
Février	12 375	9 434	10 490	11 424	10 893	10 964	10 094	9 748	10 678	9 426	-1 252
Mars	12 932	10 223	11 919	11 923	12 926	12 101	12 442	9 921	11 798	9 206	-2 592
Avril	15 087	15 440	14 383	16 377	15 263	15 950	15 250	13 818	15 196	11 261	-3 935
Mai	12 090	13 303	17 410	14 293	14 690	14 203	11 771	11 294	13 632	11 979	-1 653
Juin	11 670	11 027	13 987	13 547	11 573	12 913	11 513	9 077	11 913	11 624	-289
Juillet	10 026	10 396	10 260	12 235	11 084	11 929	10 668	8 339	10 617	9 922	-695
Août	10 593	9 504	9 620	11 023	10 823	12 084	9 567	9 027	10 280	9 283	-997
Septembre	11 563	9 419	9 442	10 496	10 310	11 933	9 242	8 910	10 165	8 995	-1 170
Octobre	12 248	9 447	9 653	9 560	10 516	12 574	9 620	10 166	10 473	9 038	-1 435
Novembre	12 537	10 567	10 964	10 494	10 934	12 740	9 571	12 726	11 317	10 966	-1 403
Décembre	11 513	11 687	10 907	10 680	10 557	12 587	11 013	10 468	11 177	9 914	-1 263
Moyenne	11 833	10 840	11 703	11 839	11 674	12 530	10 984	10 246	11 456	10 065	-1 391

* Différence entre les débits moyens mensuels de 1989 et la moyenne des débits mensuels de 1981 à 1988

8. COMPARAISON DES SOURCES MAJEURES DE CONTAMINATION

Il faut rappeler ici que la comparaison des sources majeures de contamination est basée uniquement sur le rapport des charges brutes transportées par l'ensemble des sources de contamination d'un même type. Ceci ne tient donc aucunement compte de l'impact local des sources de contaminants se trouvant dans les effluents industriels et même urbains, pouvant entraîner ainsi des détériorations graves des usages du milieu récepteur dans les zones de mélange de ces effluents.

Bien que les charges des effluents industriels et urbains paraissent généralement faibles par rapport aux charges des tributaires ou du fleuve lui-même, on devra garder à l'esprit que ces effluents génèrent des impacts locaux plus importants.

Le tronçon Trois-Rivières-Québec (ZIP 12 à 14) est influencé principalement par quatre sources majeures de contamination soit les eaux fluviales provenant de l'amont, les tributaires, les industries (priorisées par le PASL) et les municipalités qui déversent leurs eaux usées directement au fleuve.

Au niveau de l'apport total en contaminants, les eaux provenant des tributaires et de l'amont du fleuve constituent la principale source de contamination des ZIP 12 à 14. Ces deux sources contribuent pour 99% des apports totaux pour les trois métaux lourds évalués. De façon détaillée, l'apport fluvial contribue pour 42% de la charge totale en cuivre, 64% de la charge totale en zinc et 32% de la charge totale en plomb (voir tableau 27). Quant aux tributaires, ils fournissent 58% des apports en cuivre, 35% des apports en zinc et 67% des apports en plomb.

Les charges en contaminant provenant des industries et des municipalités sont minimales en comparaison des charges fluviales et des tributaires. Au niveau du cuivre, les apports des tributaires et des municipalités mis ensemble représentent moins de 1% de la charge totale. Pour le zinc, les apports municipaux représentent seulement 1% de la charge totale alors que les apports industriels ne comptent que pour 0,2% de la charge totale. Au niveau du plomb, les municipalités rejettent environ 1,4% de la charge totale alors que ce contaminant n'a pas été analysé pour l'une ou l'autre des 10 industries des ZIP 12 à 14.



Tableau 27 - Pourcentage des apports totaux et locaux de contaminants aux ZIP 12 à 14

Sources	Contamination					
	Apports totaux (%)			Apports locaux (%)		
	Cuivre	Zinc	Plomb	Cuivre	Zinc	Plomb
Industrie	(0,02)	0,2	--	(0,03)	0,6	--
Tributaire	57,8	34,9	66,9	99,3	96,5	98,0
Municipal	0,4	1,0	1,4	0,7	2,9	2,0
Fluvial	41,8	63,9	31,7	--	--	--
TOTAL	100	100	100	100	100	100

N.B. Les charges présentées dans ce tableau comprennent une imprécision de 30% pour les industries, 25 à 45% pour les tributaires, un minimum de 25% pour le fleuve tandis que l'imprécision associée aux municipalités est de 40 à 50%.

En considérant uniquement la pollution locale (excluant la contribution du fleuve à l'amont du tronçon), les tributaires dominent largement puisqu'ils contribuent à 99, 97 et 98% des charges locales en cuivre, zinc et plomb respectivement. Pour les municipalités, ces pourcentages sont nettement inférieurs puisqu'ils tombent à 0,7% pour le cuivre, à 2,9% pour le zinc et à 2,0% pour le plomb. Quant aux industries, elles contribuent à moins de 1% des charges totales en cuivre et en zinc.

Le tableau 28 et la figure 7 présentent le bilan synthèse des charges provenant des quatre principales sources de contamination du tronçon Trois-Rivières-Québec (ZIP 12 à 14). On remarque à la figure 7 que les charges sont présentées sur une échelle logarithmique pour tenir compte de la forte variation des apports des différentes sources. On retrouve aussi sur cette figure, au sommet de chaque histogramme des sources majeures, un trait vertical qui représente l'imprécision totale associée aux calculs de charge des métaux de référence. Rappelons que les imprécisions associées aux charges des sources majeures de contamination sont considérables: 30% pour les industries, 45% pour les tributaires, un minimum de 25% pour le fleuve et 40 à 50% pour les municipalités.

Selon le tableau 28, le tronçon Trois-Rivières-Québec voit passer annuellement des charges de plus de 1700000 kg en cuivre, 2500000 kg en zinc et 900000 kg de plomb. Pour le cuivre, l'apport des tributaires est le plus important avec une charge de 2728 kg/d suivi de l'apport fluvial avec 1973 kg/d (720 145 kg/an). Toujours pour le cuivre, les apports municipaux et industriels sont minimes des charges de 19,3 et 0,75 kg/d (19,3 et 274 kg/an) respectivement, ce qui représente, au total, moins de 1% de la charge totale. Parmi les tributaires, la rivière

Saint-Maurice (ZIP 12) présente la plus forte contribution en cuivre, soit 2351 kg/d (858115 kg/an) ou 86% de la charge totale. Les apports municipaux en cuivre proviennent principalement de la Communauté urbaine de Québec (ZIP 14). Quant aux dix industries du tronçon, elles contribuent à moins de 0,1% de l'apport en cuivre.

Pour le zinc, l'apport fluvial est le plus considérable, avec une charge de 4455 kg/d (1626075 kg/an). Ensuite vient l'apport des tributaires, avec une charge de plus de 2438 kg/d (889870 kg/an), suivi de l'apport des municipalités et des industries qui déversent respectivement 72,8 et 14,9 kg/d (26592 et 5438 kg/an). Les apports industriels sont déversés exclusivement dans la ZIP 12 (Trois-Rivières). L'apport des tributaires provient surtout de la rivière Saint-Maurice (53%) et de la rivière Chaudière (17%).

Au niveau du plomb, l'apport des tributaires est le plus important, avec une charge de 2433 kg/d (620865 kg/an) sur une base annuelle. L'apport fluvial suit avec une charge de 807 kg/d, soit 294555 kg annuellement. L'apport des municipalités se chiffre à 35,5 kg/d (12957 kg/an) alors qu'aucune analyse pour le plomb n'a été effectuée pour les 10 industries du tronçon Trois-Rivières-Québec. La charge des tributaires provient principalement de trois rivières: la Sainte-Anne (30%), la Saint-Maurice (28%) et la Nicolet (24%).



Tableau 28 - Bilan synthèse des quatre principales sources de contamination des ZIP 12 à 14 pour les trois métaux de référence.

Sources de contaminant	Charge annuelle (kg/an)		
	Cuivre	Zinc	Plomb
Apport industriel			
Trois-Rivières (ZIP 12)	274	5438	--
Portneuf (ZIP 13)	--	--	--
Québec (ZIP 14)	--	--	--
Total	274	5438	--
Apport des tributaires			
Trois-Rivières (ZIP 12)	928560	703720	554435
Portneuf (ZIP 13)	14965	27740	20075
Québec (ZIP 14)	52195	15840	46355
Total	995720	889870	620865
Apport municipal			
Trois-Rivières (ZIP 12)	1314	4161	2044
Portneuf (ZIP 13)	36,5	91,25	47
Québec (ZIP 14)	5694	22301	10877
Total	7044	26572	12957
Apport fluvial			
Trois-Rivières (pont Laviolette)	720145	1626075	294555
TOTAL DES APPORTS	1723165	2546240	928560

N.B. Les charges présentées dans ce tableau comprennent une imprécision de 30% pour les industries, 25 à 45% pour les tributaires, un minimum de 25% pour le fleuve et 40 à 50% pour les municipalités.

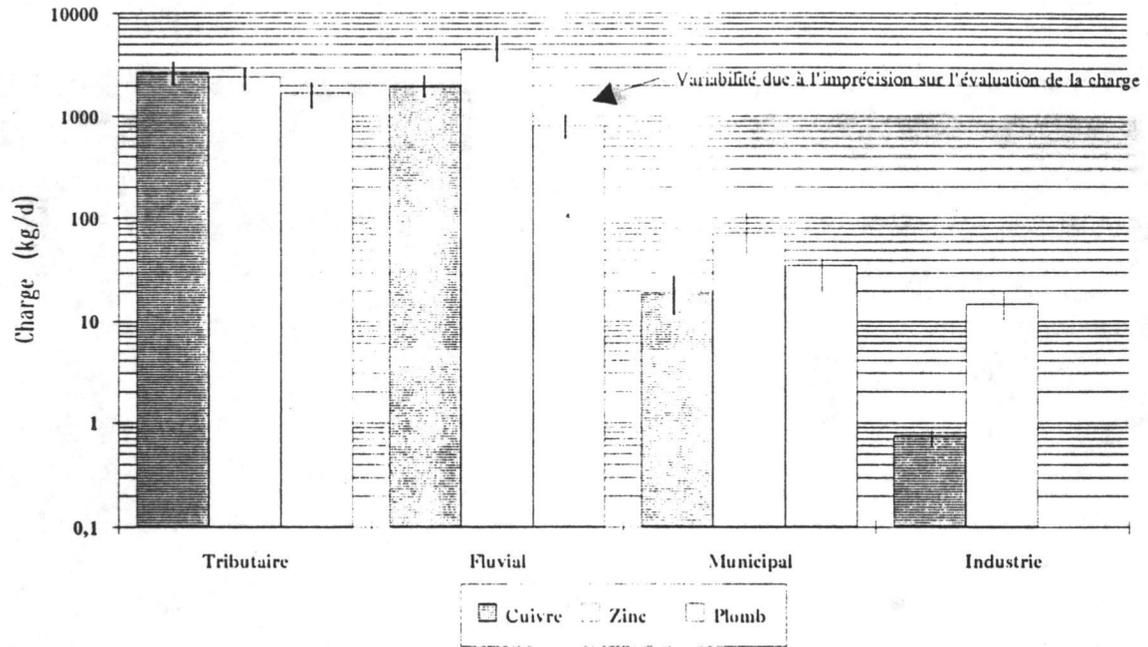


Figure 7 - Bilan de charge pour les trois métaux de référence des quatre principales sources de contamination du tronçon Trois-Rivières-Québec.



9. INVENTAIRE DES USAGES

Dans cette section, un inventaire des usages sur le territoire d'étude a été réalisé. Les usages répertoriés proviennent directement des documents mis à notre disposition par le Centre Saint-Laurent (Environnement Canada) à Montréal, selon une version mise à jour au mois de mars 1991. Le terme *usage* fait référence à *toute zone d'activité biotique utilisant directement (ex. prise d'eau potable) ou indirectement (ex. villégiature) l'eau du fleuve dans une Zone d'Intérêt Prioritaire (ZIP)*. Cette définition permet de restreindre la multitude des usages uniquement à ceux qui peuvent être influencés par les contaminants présents dans l'eau. Les usages inventoriés sont situés soit directement dans le fleuve, soit sur les îles du fleuve ou encore sur les berges du fleuve. De façon spécifique, la vie aquatique est considéré présente sur l'ensemble du territoire.

Afin de faciliter la saisie et le traitement des usages, 13 classes d'usage ont été créées regroupant la majorité des informations recueillies sur le fleuve. La classification des usages amène une généralisation de l'information accentuant ainsi l'importance de la définition de chacune des classes. Les usages ont été identifiés à partir d'un grand nombre de sources bibliographiques. Cependant, les méthodes d'inventaire et d'analyse varient beaucoup d'un document à l'autre. Ainsi, les classes d'usages ont été établies de façon assez large afin de permettre le regroupement et l'uniformisation des usages. A titre d'exemple, la classe avifaune-migration regroupe les terminologies de plusieurs sources bibliographiques, à savoir les zones de migration de l'avifaune, les zones migratoires de la sauvagine ou les haltes migratoires pour la sauvagine. Comme mentionné précédemment, la vie aquatique est considérée présente sur tout le territoire aquatique et ce, pour l'ensemble des espèces répertoriées. Cependant, le manque d'information sur les aires de fréquentation associées à chacune des espèces n'a pas permis de considérer la vie aquatique de façon distincte dans ce document.

Une bonne connaissance de la définition des 13 classes d'usage (voir la section 9.1) est essentielle à la compréhension de l'inventaire qui a été réalisé. Les 13 classes retenues sont les suivantes:

-
- pêche commerciale (C)
 - pêche récréative (R)
 - pêche d'hiver (H)
 - frayère (F)
 - avifaune - migration (M)
 - avifaune - nidification (N)
 - activités aquatiques (Q)
 - activités nautiques (A)
 - activités touristiques (T)
 - villégiature (V)
 - chasse et piégeage (S)
 - milieux protégés (P)
 - prise d'eau potable (E)

La lettre apparaissant après chaque classe d'usage correspond à la codification telle qu'utilisée sur les fiches descriptives des usages et sur les cartes de localisation. Chaque usage possède un numéro d'identification unique qui permet de le différencier des usages d'une même classe ou d'une autre classe. A titre d'exemple, une frayère identifiée F052 (F pour la classe et 052 pour l'usage) sera la seule à porter ce code pour tout le fleuve Saint-Laurent. En d'autres termes, il n'y aura jamais deux codes identiques, et ce, quelque soit la classe et la ZIP d'appartenance.

Dans les fiches descriptives, chaque usage est décrit à partir d'une série de paramètres pré-définis. Les principaux paramètres sont:

- le bassin et le tronçon (ZIP) d'appartenance;
- le numéro et le nom de l'usage;
- le ou les mois effectifs d'utilisation de l'usage;
- la rive d'origine et la distance à la rive;
- la superficie de la zone d'usage;
- la longitude et la latitude du centre de l'usage (centroïde);
- la source des données.

Les informations associées à chaque usage peuvent être consultées de deux façons:

- *consultation informatique*: base de données sur les usages et les sources de contamination du fleuve Saint-Laurent;
- *consultation bibliographique*: document annexe *Inventaire des usages* du présent rapport.



9.1 Définition des classes d'usage

Cette section présente une description des 13 classes d'usage qui ont été retenues en mentionnant les particularités inhérentes à chacune d'elles.

Pêche commerciale (C)

Pêche pratiquée en vue d'en tirer des revenus. L'inventaire ne fait pas de distinction au niveau des espèces capturées. Cette classe regroupe différents types de pêche (en embarcation, au verveux, en rive, etc...).

Pêche récréative (R)

Pêche pratiquée à des fins sportives et/ou récréatives et dont les prises servent à la consommation personnelle. L'inventaire ne fait pas de distinction au niveau des espèces capturées. Cette classe regroupe la pêche en embarcation, à quai et à gué.

Pêche d'hiver (H)

Pêche sur glace (porte également le nom de pêche blanche). L'inventaire ne fait pas de distinction au niveau des espèces capturées.

Frayère (F)

Site de reproduction de différentes espèces de poisson. Seul les sites de frai identifiés (réels) ont été retenus contrairement aux sites potentiels de frai qui n'ont pas été pris en compte. L'inventaire fait une distinction selon le type de frayère; c'est-à-dire que chaque type de frayère représente une espèce ou un regroupement d'espèces.

Avifaune - migration (M)

Halte migratoire pour la faune aviaire, en particulier pour la sauvagine. Une distinction a été apportée entre les haltes migratoires de printemps et celles d'automne lorsque les sources de documentation le mentionnaient. A noter que les usages répertoriés sont des usages réels et non des zones potentielles.

Avifaune - nidification (N)

Zone qui est propice à la nidification de la faune aviaire. A noter que les usages répertoriés sont des usages réels et non des zones potentielles.

Activités aquatiques (O)

Zone de pratique d'activités entraînant un contact direct avec le milieu aquatique. Cette classe regroupe les activités de baignade, de planche à voile, de plongée sous-marine et de ski nautique.

Activités nautiques (A)

Zone de pratique d'activités n'entraînant normalement pas de contact direct avec le milieu aquatique (ex. la randonnée nautique motorisée, la voile, le canotage). Cette classe comprend également les infrastructures servant à la pratique des activités nautiques (ex. une marina, un quai, une rampe de mise à l'eau).

Activités touristiques (T)

Zone d'activités à caractère touristique se déroulant à proximité de l'eau. Ces activités n'entraînent habituellement pas de contact direct avec l'eau. Toutefois, la détérioration de la qualité du milieu aquatique peut avoir des effets négatifs au niveau visuel (ex. eaux de couleur anormale; présence de mousse, de déchets ou de poissons morts à la surface de l'eau) et au niveau olfactif (putréfaction des macrophytes et des poissons morts; présence de rejets sanitaires non-traités). Les principales activités de cette classe sont les sites de croisière (en particulier les croisières d'interprétation de la faune aquatique), les centres riverains d'interprétation de la nature, les parcs riverains, etc...

Villégiature (V)

Lieu de séjour temporaire (le temps de séjour peut varier de quelques jours à plusieurs mois) qui est générateur d'activités utilisant le milieu aquatique. Les principaux sites retenus sont les zones de chalets et de résidences secondaires de même que les terrains de camping situés en bordure du fleuve.

Chasse et piégeage (S)

Zones de chasse en rive ou en embarcation (sauvagine) et zone de piégeage sur la rive (en particulier pour le rat musqué).

Milieux protégés (P)

Site qui est situé dans le fleuve, sur une île ou sur la rive et qui est officiellement protégé par un palier de gouvernement. Les milieux protégés sous juridiction fédérale sont les parcs



nationaux créés par Parcs Canada de même que les réserves fauniques, les refuges d'oiseaux migrateurs et les aires de repos d'oiseaux migrateurs mis en place par le Service Canadien de la Faune. Les milieux protégés sous juridiction provinciale sont les parcs provinciaux de conservation du MLCP et les réserves écologiques du MENVIQ.

Prise d'eau potable (E)

Point de captage d'eau potable des municipalités s'approvisionnant directement dans le fleuve Saint-Laurent.

9.2 Répartition des principaux usages par classe

L'inventaire des usages du tronçon Trois-Rivières-Québec a permis de répertorier des usages dans 10 des 13 classes présentées à la section 9.1. Seul les classes pêche d'hiver, avifaune-migration et avifaune-nidification ne contiennent aucun usage. Le peu d'usages inventoriés s'explique principalement par le manque d'études détaillées sur ce tronçon du fleuve.

Les principales sources de documentation ayant servi à l'inventaire des usages pour les ZIP 12 à 14 sont les suivantes:

- *Charles Cloutier et ass. (1990)*: zones de frai
- *MENVIQ (1990a)*: prises municipales d'eau potable
- *MENVIQ (1990c)*: activités aquatiques
- *MLCP (1987)*: activités nautiques
- *MLCP (1988)*: pêche commerciale, pêche récréative, chasse et piégeage, villégiature
- *MLCP (1989)*: pêche commerciale
- *Service canadien de la Faune*: milieux protégés

Au total, 37 usages répartis dans 12 classes ont été inventoriés pour le tronçon du fleuve Saint-Laurent compris entre la sortie du lac Saint-Pierre et la pointe ouest de l'île d'Orléans. Le tableau 29 donne la répartition des usages par ZIP selon les classes d'usage décrites précédemment.

Tableau 29 - Répartition des usages par classe pour les ZIP 12, 13 et 14

	C	R	H	F	M	N	Q	A	T	V	S	P	E	TOTAL
ZIP 12	1	3	-	4	-	-	3	4	1	2	1	1	2	22
ZIP 13	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
ZIP 14	-	-	-	-	-	-	2	6	1	-	-	-	5	14
TOTAL	1	3	-	4	-	-	5	11	2	2	1	1	7	37

C: pêche commerciale
R: pêche récréative
H: pêche d'hiver
F: frayère

M: avifaune-migration
N: avifaune-nidification
Q: activités aquatiques
A: activités nautiques

T: activités touristiques
V: villégiature
S: chasse et piégeage
P: milieux protégés
E: prise d'eau potable

Bien que l'inventaire des usages des ZIP 12 à 14 ne soit pas complet, le tableau 29 nous renseigne sur plusieurs points. Ainsi, la ZIP 12 (Trois-Rivières) est la plus riche en termes d'usages avec près de 60% des usages inventoriés. Plusieurs des usages de la ZIP 12 proviennent du *Plan de conservation et de mise en valeur des habitats et de la faune de la région du lac Saint-Pierre* (MLCP, 1988). En effet, le territoire à l'étude dans ce document déborde les limites de la ZIP 11 (lac Saint-Pierre) et nous informe sur certains usages situés en aval du lac Saint-Pierre. Un seul usage a été recensé pour la ZIP 13; il s'agit du Club nautique Vauquelin de Portneuf. La ZIP 14 compte 14 usages (39 % du total), en majorité des activités nautiques et des prises d'eau potable.

La figure 8 permet de visualiser la distribution spatiale des usages inventoriés pour les ZIP 12 à 14. Deux zones présentent une forte concentration d'usages: le tronçon du fleuve Saint-Laurent compris entre le lac Saint-Pierre et Trois-Rivières et le tronçon qui borde l'agglomération de Québec. Les prochaines sections analysent la répartition spatiale des usages pour chacune des 10 classes d'usage.



9.2.1 La pêche commerciale

Une seule zone de pêche commerciale a été recensée pour les ZIP 12 à 14. Cette zone est située dans la ZIP 12, en aval de l'île aux Sternes. On y pratique une pêche de type "au verveux", surtout pendant la saison automnale (MLCP, 1988).

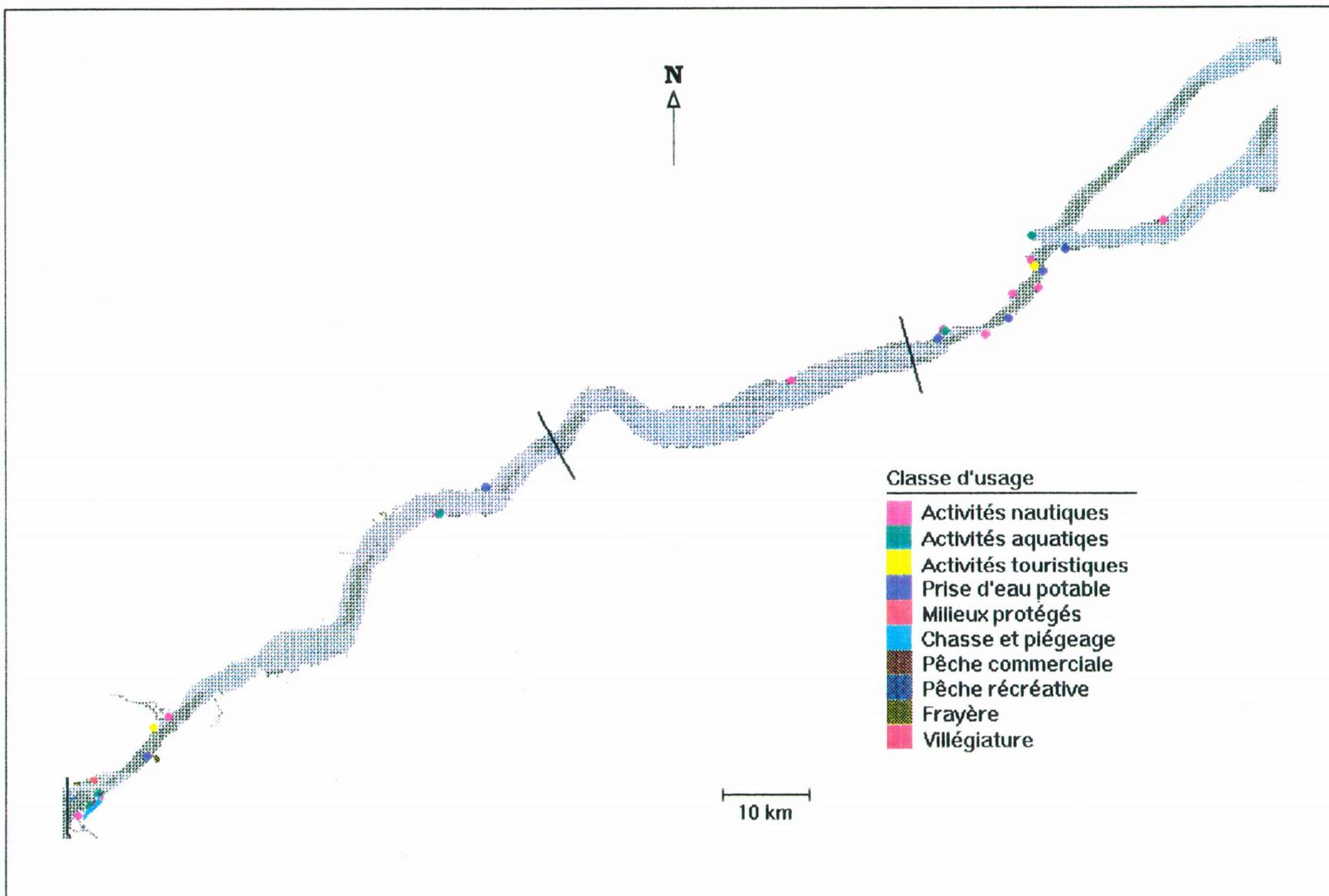
Le Plan de gestion de la pêche pour le sud du Québec (MLCP, 1989) nous informe davantage sur les possibilités de pratique de la pêche commerciale pour le tronçon Trois-Rivières-Ile d'Orléans. Ainsi, pour la partie du fleuve comprise entre le pont Laviolette (Trois-Rivières) Bécancour, la pêche commerciale de l'écrevisse est permise sur toute l'année et ce, sans contingentement. Pour le tronçon compris entre Trois-Rivières et la pointe est de l'île d'Orléans, la capture des espèces suivantes est permise: l'anguille d'Amérique, la barbotte brune, le barbeau de rivière, le brochet, la carpe, les catostomes, le crapet-soleil, le doré, l'écrevisse, l'éperlan, l'esturgeon jaune, l'esturgeon noir, le grand corégone, la lotte, la marigane noire, la perchaude, le poulamon atlantique et les suceurs blanc, jaune et rouge. Il n'y a aucun contingentement au niveau des prises et la pratique de la pêche se déroule sur toute l'année à l'exception du brochet, du doré et de l'esturgeon jaune. Pour ces trois espèces, les périodes de fermeture sont les suivantes: du 1^{er} avril au 18 mai (brochet et doré) et du 1^{er} avril au 14 juin (esturgeon jaune).

9.2.2 La pêche récréative

La ZIP 12 compte trois zones de pêche récréative et autant de type de pêche. D'abord, un secteur de pêche en embarcation est située dans le fleuve Saint-Laurent. On retrouve une zone de pêche à gué dans l'embouchure de la rivière Nicolet. Enfin, on rencontre une zone de pêche à quai à Port-Saint-François.

9.2.3 Les frayères

Seulement quatre frayères ont été répertoriées dans les ZIP 12 à 14 (Cloutier, 1990). Ces frayères sont toutes localisées dans la ZIP 12. Trois de celles-ci sont de type 6 (grand brochet) et la dernière est de type 9 (perchaude).



AVRIL

FIGURE 8

Localisation des usages
ZIP 12, 13 et 14 - Trois-Rivières-Québec

INRS
La force de la science

Cette page est
blanche dans le
document original

9.2.4 Les activités aquatiques

Pour les ZIP 12 à 14, l'inventaire fait mention de cinq sites de pratique d'activités aquatiques. Trois de ces sites sont situés dans la ZIP 12: deux zones de baignade occasionnelle et de planche à voile situées en amont du quai de Port-Saint-François et une plage publique localisée à proximité du quai de Deschaillons. Cette dernière fait partie du Programme-plage du ministère de l'Environnement du Québec.

Les deux derniers sites de pratique d'activités aquatiques sont localisés dans la ZIP 14. Il s'agit du secteur situé à proximité du Club nautique de Cap-Rouge et de la baie de Beauport. Ces deux sites sont surtout fréquentés par les véliplanchistes. On y pratique aussi le dériveur, le catamaran et on peut y apercevoir de la baignade, à l'occasion.

9.2.5 Les activités nautiques

L'inventaire tient surtout compte des marinas et des clubs nautiques que l'on retrouve le long du fleuve Saint-Laurent. Le tableau 30 donne la répartition des infrastructures nautiques pour les ZIP 12 à 14.

Tableau 30 - Infrastructures nautiques des ZIP 12 à 14

ZIP 12	ZIP 13	ZIP 14
Club nautique de la Batture (Nicolet) Club de voile du Port (Port-Saint-François) Marina de Trois-Rivières Club nautique Deschaillons	Club nautique Vauquelin (Portneuf)	Parc nautique Cap-Rouge Yacht Club de Québec Port de plaisance du Vieux-Port (Québec) Marina de la Chaudière (Saint-Romuald) Parc nautique Lévy Club nautique de l'île Bacchus (St-Laurent, I.O.)



9.2.6 Les activités touristiques

Les ZIP 12 à 14 renferment deux sites où s'effectuent des départs de croisière sur le Saint-Laurent. Ces sites sont localisés dans les ports de Trois-Rivières et de Québec.

9.2.7 La villégiature

Deux sites ont été recensés dans la ZIP 12. Il s'agit d'une zone de villégiature et d'un camping qui sont tous deux situés dans le secteur de Port-Saint-François. A noter que l'inventaire n'est pas complet pour cette classe.

9.2.8 La chasse et le piégeage

La ZIP 12 compte une zone de piégeage du rat musqué qui est située sur la rive sud du fleuve, en amont de Port-Saint-François. Toutefois, l'activité de piégeage dans cette zone est considérée faible (MLCP, 1988). A noter que l'inventaire n'est pas complet pour cette classe.

9.2.9 Les milieux protégés

Les ZIP 12 à 14 compte un milieu officiellement protégé. Il s'agit de l'île aux Sternes qui est située dans la ZIP 12, à la sortie du lac Saint-Pierre. Cette île possède le statut de réserve écologique et dépend du ministère de l'Environnement du Québec.

9.2.10 Les prises d'eau potable

Le tronçon Trois-Rivières-Québec compte 7 municipalités qui s'approvisionnent directement dans le fleuve Saint-Laurent. Ces municipalités sont présentées au tableau 31. Depuis septembre 1991, la ville de Sillery est raccordée au réseau d'aqueduc de la ville de Québec et ne devrait plus s'approvisionner au fleuve.

Tableau 31 - Prises d'eau potable municipales pour les ZIP 12 à 14

ZIP 12	ZIP 13	ZIP 14
Bécancour Grondines	-	Sainte-Foy Sillery ¹ Saint-Romuald Lévis Lévis ²

¹ Sillery est raccordée depuis septembre 1991 au réseau d'aqueduc de la ville de Québec

² Prise d'eau de l'ancienne municipalité de Lauzon (maintenant fusionnée à Lévis)

9.3 Vue synoptique des principaux usages

Tel que réalisé, l'inventaire des usages permet de constater que le tronçon du fleuve Saint-Laurent compris entre Québec et Trois-Rivières est relativement peu utilisé en comparaison des secteurs en amont (lac Saint-Pierre, lac Saint-Louis). Cette utilisation limitée du fleuve peut d'abord s'expliquer par la faible urbanisation des rives du fleuve pour ce secteur, à l'exception des agglomérations de Québec et de Trois-Rivières. Ceci peut également être dû à la difficulté d'accès au fleuve entre Trois-Rivières et Québec. En effet, les rives du fleuve sont souvent abruptes et les falaises de plus de 40 mètres sont fréquentes, en particulier dans les régions de Portneuf (rive nord) et de Lotbinière (rive sud). Au niveau des usages fauniques, des caractérisations insuffisantes expliqueraient, pour ce tronçon du fleuve, le nombre relativement petit d'usages qui ont été inventoriés.



10. RÉPARTITION DES USAGES SELON LES MASSES D'EAU

L'analyse des relations entre les usages et les sources de contamination est réalisée à partir du découpage du territoire aquatique en masses d'eau d'origines diverses. Celles-ci sont caractérisées par la présence ou non d'usages et de sources de contamination. Il est alors possible d'étudier la répartition géographique des usages en fonction de la distribution des ces masses d'eau. Cet exercice devient inutile en ce qui concerne la vie aquatique puisque cette dernière est affectée par la superficie total de la masse d'eau.

Pour le tronçon Trois-Rivières-Québec, trois masses d'eau significative ont été identifiées. Il s'agit de la masse d'eau du Saint-Laurent, des eaux brunes de la rive nord et des eaux de la rive sud. Chacune de ces masses d'eau est décrite à la section 10.1.

Le calcul de la superficie des usages présents dans une masse d'eau constitue un élément d'interprétation intéressant pour caractériser la sensibilité du milieu. La section 10.2 présente les recouvrements spatiaux entre les usages inventoriés et les masses d'eau identifiées pour les ZIP 12 à 14.

10.1 Description des masses d'eau

Les ZIP 12 à 14 comportent trois masses d'eau principales. Ce sont la masse d'eau du Saint-Laurent, les eaux brunes de la rive nord et les eaux de la rive sud. Le tableau 32 donne la superficie de chaque masse d'eau pour le tronçon du fleuve compris entre la sortie du lac Saint-Pierre et la pointe est de l'île d'Orléans. Le tableau 32 mentionne également l'origine probable de la contamination pour chacune des masses d'eau. La délimitation spatiale des masses d'eau apparaît à la figure 9.

Tableau 32 - Description des principales masses d'eau des ZIP 12 à 14

Nom	Superficie (km ²)	% sup. totale	Origine probable de la contamination
Eaux brunes de la rive nord	38,1	6,5	tributaires de la rive nord (Outaouais, Assomption, St-Maurice)
Eaux de la rive sud	32,1	5,5	tributaires de la rive sud (Yamaska, St-François, Nicolet)
Masse d'eau du St-Laurent	518,0	88,0	Grands Lacs Secteur de Montréal

La principale masse d'eau est celle du Saint-Laurent. Elle couvre environ 520 km² entre la sortie du lac Saint-Pierre et la pointe est de l'île d'Orléans, soit environ 88% du territoire aquatique. Cette masse d'eau est surtout influencée par les apports de l'amont et très peu par les apports locaux. Une partie de la contamination de ces eaux provient d'aussi loin que les Grands Lacs. Cependant, c'est principalement les rejets de la zone de Montréal et, dans une moindre mesure, ceux du secteur de Sorel-Tracy, qui participent à la détérioration de la qualité des eaux de cette masse.

La masse d'eau du Saint-Laurent occupe la partie centrale du fleuve via la voie maritime jusqu'à la hauteur de Deschailions (Revue maritime l'Escale, 1989). A cet endroit, le mélange des eaux devient très important sous l'effet de l'inversion des courants de marée. La masse du Saint-Laurent se mélange aux masses des tributaires de la rive sud et de la rive nord pour ne former qu'une seule masse qui se jette dans l'estuaire du fleuve.

La masse des eaux brunes colle la rive nord du fleuve Saint-Laurent. Cette masse d'eau couvre une superficie d'environ 38 km² ce qui représente 6,5 % de l'ensemble du territoire aquatique. Cette masse d'eau subit l'influence, en amont, des apports de la rivière Outaouais et de la rivière l'Assomption. Localement, cette masse d'eau est affectée par les apports de la rivière Saint-Maurice et par les rejets industriels de trois importantes industries de pâtes et papier de Trois-Rivières. Des trois masses d'eau de ce tronçon du fleuve, c'est la masse des eaux brunes qui possèdent la moins bonne qualité de l'eau (Revue maritime l'Escale, 1989).

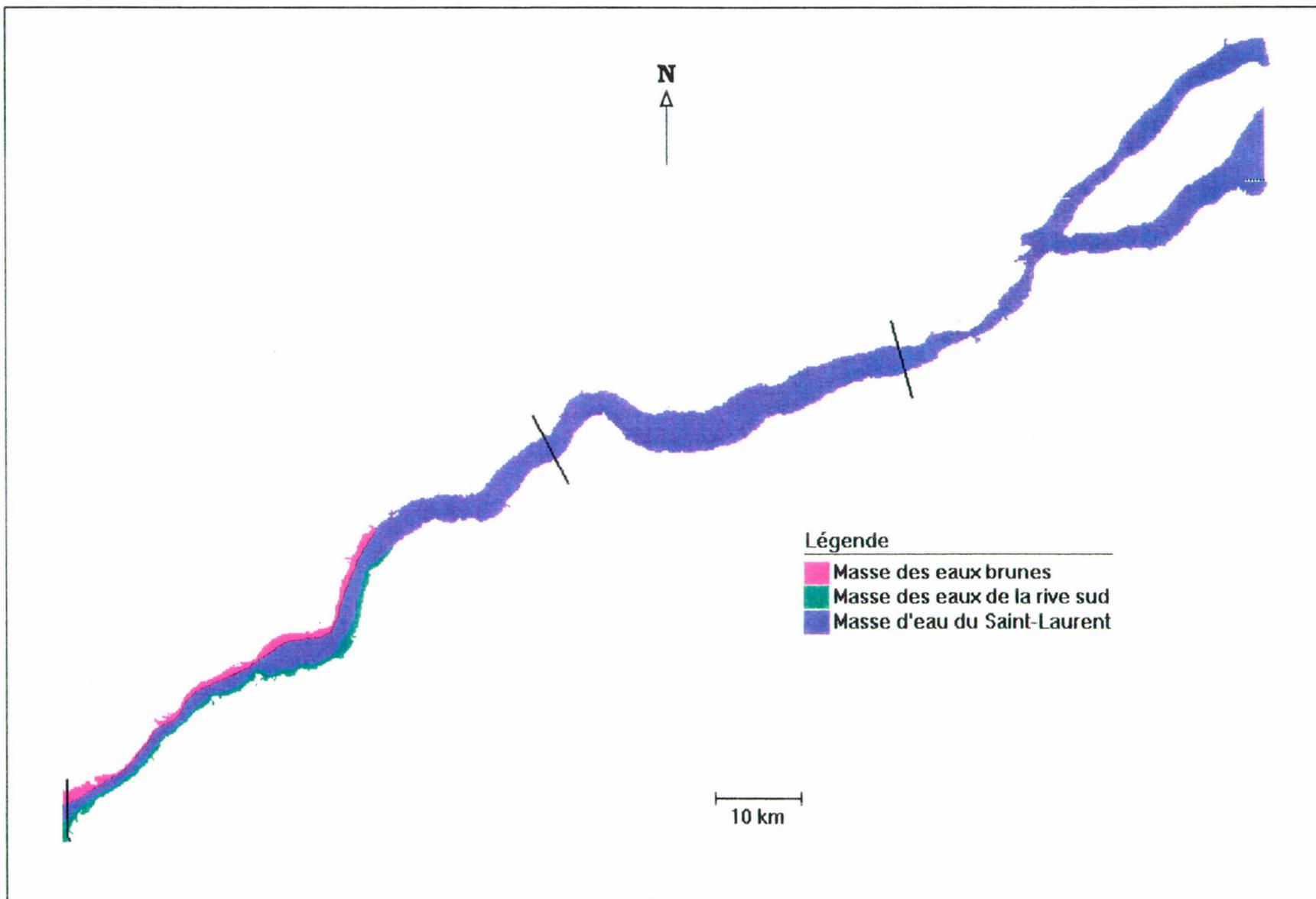


La masse des eaux de la rive sud est la moins importante des trois masses d'eau recensées pour le tronçon Trois-Rivières-Québec. Elle couvre une superficie d'environ 32 km² représentant 5,5% de l'ensemble du territoire aquatique. Cette zone est définie de façon plus arbitraire que les autres étant donné sa plus grande variabilité aux conditions du milieu (courant, vitesse et direction des vents, présence de macrophytes). Cette masse est influencée en amont par les apports des rivières Saint-François et Yamaska. Localement, elle reçoit les apports de plusieurs petits tributaires à forte contamination agricole.

10.2 Répartition des usages selon les principales masses d'eau

L'analyse de l'influence d'une masse d'eau sur les usages tient surtout compte de la superficie des usages baignant dans cette masse d'eau. Le tableau 33 donne la répartition des usages selon les trois principales masses d'eau en précisant le nombre d'usages touchés, la superficie affectée et le pourcentage de la superficie totale de la classe d'usage. Un usage peut être recoupé par plus d'une masse d'eau, ce qui rend inadéquat la sommation du nombre d'usages touchés.

Les résultats présentés au tableau 33 doivent être analysés avec précaution. Bien que les données de superficie soient plus utiles que le simple calcul du nombre d'usages touchés, il est essentiel de connaître les limites d'une telle analyse. Tout d'abord, ce ne sont pas tous les usages qui sont touchés par les masses d'eau. En effet, plusieurs usages sont situés sur les rives ou sur les nombreuses îles du fleuve. Ce phénomène est particulièrement remarquable pour les frayères, la chasse et le piégeage et la villégiature. Certains usages chevauchent la ligne de rivage, ne laissant qu'une faible portion de leur étendue exposée à une masse d'eau.



	<p>FIGURE 9</p>	
	<p>Principales masses d'eau ZIP 12, 13 et 14 - Trois-Rivières-Québec</p>	



Tableau 33 - Répartition et superficie (km² et % dans la classe) des usages selon les principales masses d'eau

Classe d'usage	Eaux brunes de la rive nord			Eaux de la rive sud			Masse d'eau du St-Laurent		
	nb	sup.	%	nb	sup.	%	nb	sup.	%
Pêche commerciale	1	0.07	100	-	-	-	-	-	-
Pêche récréative	1	0.07	28.9	1	0.11	44.1	1	0,067	27
Frayères	1	0.023	20.8	2	0.087	78.1	1	0.001	1.1
Activités aquatiques	-	-	-	2	0.17	48.3	3	0.18	51.7
Activités nautiques	1	0.11	13.1	2	0.10	11.9	7	0.63	75.0
Act. touristiques	1	0.079	55.7	-	-	-	1	0.063	44.2
Villégiature	-	-	-	1	0,004	100	-	-	-
Chasse et piégeage	-	-	-	1	0.04	100	-	-	-
Milieux protégés	1	0.103	100	-	-	-	-	-	-
Prise d'eau potable	-	-	-	1	0.029	7.0	7	0.39	93.0
TOTAL		0.455	19.6		0,540	23.2		1,33	57.2

Les usages situés sur les rives et sur les îles n'ont pas été pris en compte dans l'analyse.

Une autre restriction inhérente à l'analyse des superficies vient de la cartographie même des usages. La délimitation de plusieurs usages ne correspond pas toujours à la réalité. Ce problème est surtout associé aux usages de type ponctuel comme les prises d'eau potable, les infrastructures nautiques (marina, quai, rampe de mise à l'eau) et les sites d'activités aquatiques et touristiques. Ces usages sont représentés, dans la plupart des cas, par un cercle de diamètre fixe. En terme de représentation cartographique, il s'agit ici de symbolisme plutôt que de la délimitation réelle de l'enveloppe des polygones (usages). Les résultats des classes contenant de nombreux usages ponctuels sont donc présentés à titre indicatif seulement.

L'analyse de la superficie des usages touchés par les trois masses d'eau permet de tirer les observations suivantes:



-
- la masse d'eau du Saint-Laurent influence la plus grande superficie d'usage avec près de 60% de la superficie totale;
 - la masse des eaux de la rive sud influence une plus grande superficie d'usage que la masse des eaux brunes (0,540 km² contre 0,455 km²) bien qu'elle couvre une plus faible étendue (32 km² contre 38 km²);
 - toutes les prises d'eau potable du tronçon à l'étude sont situées dans la masse d'eau du Saint-Laurent; seule la prise d'eau de Bécancour est également influencée par une autre masse d'eau, soit celle des tributaires de la rive sud.



11. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Afin de dresser un tableau représentatif du tronçon Trois-Rivières-Québec en termes de contamination et de répartition des usages, des activités d'inventaire, de cueillette et de validation de données ont été menées.

Le résultat de ces activités permet à la fois de tirer certaines conclusions et d'effectuer quelques recommandations qui seront traitées sous différents aspects. La détermination de l'importance relative des sources majeures est basée principalement sur le traitement des données relatives à certains métaux. De façon intrinsèque, pour chaque source majeure de contamination, les comparaisons entre effluents industriels ou entre tributaires se font sur la base des valeurs de charges pour les paramètres disponibles. A ce sujet, ce sont les sources industrielles qui bénéficient de la couverture la plus large en termes de diversité de paramètres.

Par la suite, on discute de la répartition des usages du tronçon dans les masses d'eau. Pour terminer, un rappel des carences des données de base est présenté pour remettre en évidence le niveau d'incertitude attaché aux résultats de l'étude. A cet effet, des énoncés provenant des travaux de validation des données effectués dans le cadre du même projet qui concernent les industries (ASSEAU-INRS, 1991a) et les tributaires (ASSEAU-INRS 1991b) sont rapportés¹.

1- Détermination de l'importance relative des sources majeures de contamination du tronçon Trois-Rivières-Québec

Il est important de prendre en considération qu'à ce niveau, des quantités importantes de données empreintes d'une grande hétérogénéité ont été rassemblées. Rappelons que cette hétérogénéité est due aux multiples méthodes de mesure, périodes de validité et précision des données utilisées par divers organismes lors des campagnes de mesure réalisées selon des objectifs de caractérisation différents. C'est donc dans le but ultime d'évaluer l'importance relative des sources majeures de contamination (industrielles, municipales, tributaires, fluviales) que des comparaisons entre ces sources ont été effectuées et ce, malgré ces divers facteurs d'hétérogénéité. De plus, il est important de se rappeler que des imprécisions

1. Rapport 1 et 2 mentionnés dans le préambule.



considérables sont associées aux charges évaluées: 30% pour les charges industrielles, de 25 à 45% pour les charges en provenance des tributaires, et de 25% pour les apports fluviaux. L'imprécision sur les charges municipales est de 30 à 50%.

En raison de ces incertitudes, une classification des sources est effectuée seulement à titre indicatif. Les principales sources de contamination sont donc dans l'ordre:

- 1-L'apport des tributaires (Cu 58%, Zn 35%, Pb 67%);
- 2-l'apport fluvial (Cu 42%, Zn 64%, Pb 32%);
- 3-l'apport municipal (Cu < 1% , Zn 1% et Pb un peu plus de 1%);
- 4-l'apport industriel (Cu, Zn moins de 1%).

L'apport des tributaires ainsi que l'apport fluvial représentent ensemble, un apport global d'environ 99% sur le total des apports en cuivre, zinc et plomb du tronçon Trois-Rivières-Québec. L'apport des tributaires se révèle supérieur à l'apport fluvial dans le cas du cuivre et du plomb. Par contre, l'apport fluvial domine dans le cas du zinc.

Les municipalités constituent la troisième source de contamination en importance pour les trois métaux de référence avec une contribution totale de près de 1%. On retrouve les industries au dernier rang des apports en contaminants, ceux-ci contribuant à moins de 1% des charges. Il est à noter, que les industries du tronçon n'ont pas été caractérisées au niveau du plomb.

Sur le plan local du tronçon, c'est-à-dire excluant l'apport fluvial, l'apport des tributaires constitue la principale source de contamination avec une contribution de 99% du cuivre, 97% du zinc et 98% du plomb. Pour leur part, les municipalités contribuent pour environ 2% des charges locales, c'est-à-dire, excluant l'apport fluvial.

Évidemment, il est essentiel de rappeler que l'évaluation des charges municipales représente un apport purement résidentiel et qu'il ne tient pas compte de la possibilité de déversements industriels directement dans le réseau municipal. Seule une caractérisation détaillée de ces eaux permettrait de préciser cet aspect.

Apports des tributaires: (imprécision de 25 à 45% sur les charges)

Annuellement, la charge la plus importante est celle en cuivre, suivi du zinc et du plomb. Globalement, c'est la rivière Saint-Maurice suivi des rivières Chaudière et Bécancour qui contribuent le plus à ces charges. En effet, ces trois tributaires représentent à eux seuls des apports annuels en cuivre, zinc et plomb de 58 à 94% et ce, sur l'ensemble des tributaires du tronçon Trois-Rivières-Québec (à noter que le plomb comporte plusieurs valeurs sous le seuil de détection). Mentionnons que la rivière Sainte-Anne domine au niveau de l'apport annuel en plomb. Ensuite viennent dans l'ordre les apports de la rivière Nicolet, Jacques-Cartier, Batiscan, Saint-Charles, Gentilly, du Chêne et Etchemin. Il est important de noter que les apports en métaux des tributaires sont principalement fonction de leur débit. Ainsi, le tributaire ayant le plus fort débit, par exemple, aura le plus grand apport en métaux; il s'agit dans ce cas-ci de la rivière Saint-Maurice.

Notons que la charge printanière des tributaires est toujours plus élevée que la charge estivale, sauf dans un cas d'exception, la rivière Jacques-Cartier. Il y a cependant peu de valeurs disponibles de concentration pour ces deux périodes. La différence observée entre la charge printanière et estivale (pour l'ensemble des rivières du tronçon) est de l'ordre de: 2,2 fois pour le cuivre, 3,1 fois pour le zinc et 3,9 fois pour le plomb et ce pour l'ensemble des tributaires. Ainsi, la contribution des tributaires au bilan global de la contamination du tronçon Trois-Rivières-Québec sera nettement plus importante au printemps.

Aussi, au printemps, le rang des tributaires se trouve légèrement changé. La rivière Saint-Maurice demeure la plus importante. Pour les apports en plomb, le deuxième rang est occupé par la Nicolet suivi de la Sainte-Anne puis la Batiscan (à noter que le plomb comporte plusieurs valeurs sous le seuil de détection). Pour les apports en cuivre, la Bécancour arrive au second rang des apports suivi de la Nicolet. La rivière Sainte-Anne occupe le second rang pour les apports printaniers en zinc suivi de la rivière Nicolet.

Les charges estivales en cuivre, zinc, plomb qui sont déversées dans le tronçon proviennent sensiblement des trois mêmes tributaires que pour la charge moyenne annuelle à l'exception de la rivière Bécancour qui est remplacée par la Jacques-Cartier au troisième rang (à noter que le plomb comporte plusieurs valeurs sous le seuil de détection). Leur ordre d'importance est le



même que pour les charges annuelles, soit la rivière Saint-Maurice au premier rang suivie de la Chaudière et de la Jacques-Cartier. Pour le plomb, la troisième position est occupée par la Nicolet alors que la Jacques-Cartier suit au quatrième rang.

Apports fluviaux: (imprécision de 25% sur les charges)

Pour le fleuve, la plus importante est la charge en fer, suivi de l'aluminium, du manganèse, du zinc, du chrome, du cuivre, du nickel, du plomb et du cadmium. Ces charges sont principalement véhiculées par la partie centrale du fleuve qui transporte de 40 à 65% de la charge totale des quatre métaux de base.

Apports industriels: (imprécision de 30% sur les charges)

Le nombre plus élevé de paramètres échantillonnés pour les sources industrielles a permis d'établir des indices de standardisation globale des charges pour obtenir une comparaison globale des effluents. Sur cette base les quatre industries les plus polluantes sont par ordre d'importance:

1 - *Kruger inc.*

2 - *Ultramar Canada inc*

3 - *I.C.I. inc.*

4 - *Aluminerie de Bécancour inc.*

Les autres industries ne sont pas classées car les paramètres de qualité mesurés à leurs effluents ne possèdent pas de critères de qualité de l'eau, ce qui empêche de calculer un indice de standardisation. Les paramètres les plus toxiques sont dans l'ordre les acides résiniques et l'aluminium qui ont des indices de standardisation de l'ordre d'environ 2 000 à 3 000 unités. Viennent ensuite le cuivre et le zinc avec des indices de standardisation de 150 à 300 unités environ. Le troisième et avant dernier groupe identifié comprend les sulfures et l'azote ammoniacal. Ils comportent des indices de standardisation inférieurs à 100. Le dernier groupe comprend uniquement les phénols totaux dont l'indice de standardisation est de 4,4 unités.

Les paramètres problématiques en termes de charges sont la DBO5, les MES et les huiles et graisses qui proviennent principalement des six papetières du tronçon. En ce qui concerne les charges totales des métaux de référence, la plus importante est celle du zinc suivi du cuivre. Pour le plomb, il n'y a pas eu de mesure de faite aux effluents industriels.

Apports des municipalités: (imprécision de 40% à 50% sur les charges)

Pour les municipalité qui déversent leurs eaux usées dans le fleuve, les charges des métaux de référence sont, par ordre d'importance, le zinc le plomb et le cuivre. Ces charges proviennent surtout de la communauté urbaine de Québec avec plus de 80% des apports totaux. Ainsi, les municipalités situées dans la ZIP 14, soit la ZIP d'appartenance de la CUQ, contribuent pour près de 85% des charges en cuivre, zinc et plomb. La ZIP 12 contribue pour environ 15% des charges alors que la ZIP 13 contribue pour moins de 1%.

2- Caractérisation du milieu récepteur en fonction de la nature et de la quantité des usages

- Le secteur Trois-Rivières-Québec compte peu d'usages en comparaison des tronçons plus en amont (lac Saint-Pierre, lac Saint-Louis). Ce phénomène peut s'expliquer d'une part, par une plus faible densité de population dans cette zone et d'autre part, par une topographie accidentée rendant plus difficile l'accès au fleuve. En effet, les régions de Portneuf et de Lotbinière comptent de nombreuses falaises en bordure du fleuve.
- Les classes contenant le plus d'usage sont les activités nautiques (11) et les prises d'eau potable (7). La région de Québec représente la limite septentrionale pour l'approvisionnement en eau potable dans le Saint-Laurent puisque l'eau du fleuve devient saumâtre à la hauteur de la pointe est de l'île d'Orléans.
- Un total de 37 usages a été répertorié pour les ZIP 12 à 14. Ces usages ont comme principale caractéristique d'utiliser l'eau du fleuve Saint-Laurent de façon directe (ex. pêche commerciale) ou indirecte (ex. villégiature).



3-Identification des secteurs sensibles en fonction de la répartition des usages dans les principales masses d'eau

- La masse d'eau du Saint-Laurent affecte environ 60% de la superficie des usages inventoriés pour les ZIP 12 à 14. La masse des eaux brunes de la rive nord et la masse des eaux de la rive sud influencent respectivement 23% et 19% de la superficie totale des usages.
- La masse des eaux brunes de la rive nord possèdent la moins bonne qualité de l'eau parmi les trois masses du tronçon Trois-Rivières-Québec. Les sources de contamination locales sont très importantes pour cette masse d'eau, en particulier au niveau industriel avec les papetières Kruger, Stone-Consolidated et Produits forestiers CP à Trois-Rivières et au niveau des tributaires avec les apports substantiels de la rivière Saint-Maurice.
- Les usages les plus affectés par la contamination aquatique pour les ZIP 12 à 14 sont ceux situés à proximité de la rive nord du fleuve en aval de Trois-Rivières et ceux localisés sur la rive nord du fleuve entre Cap-Rouge et Beauré.

4-Identification des carences de données dans un but de planification des futures campagnes de mesure

Tributaires (selon le rapport 2¹, "Évaluation des apports de contaminants au fleuve Saint-Laurent en provenance des tributaires", ASSEAU-INRS, 1991b)

- Pour l'évaluation des charges en contaminants, la collecte simultanée des mesures de qualité à celles de débit s'avère primordiale, d'autant plus que le débit s'est avéré être le facteur déterminant de la charge. Malheureusement, les stations de mesures de qualité et de débit sont souvent situées à des endroits différents le long des tributaires et dans certains cas, les mesures de débit sont inexistantes;
- Les estimations faites sur les charges printanières et estivales ont mis en évidence la nécessité de tenir compte de ces saisons hydrologiques. La conciliation des dates d'échantillonnage de qualité de l'eau avec les dagues de mesures de débit, a montré des

1. Voir le préambule pour plus de précision.

carences majeures au niveau de la prise en compte de ces saisons hydrologiques. Pour y remédier, les campagnes de mesure devraient être plus intensives sur de courtes périodes représentatives comme la crue du printemps, l'étiage d'été, la crue automnale et l'étiage hivernal;

- L'évaluation de la charge annuelle des tributaires serait plus adéquate en effectuant une reconstitution à partir des charges saisonnières;
- La choix des paramètres analysés sur les tributaires n'est pas établie en fonction de la problématique de contamination de leur bassin versant (sources de contamination présentes). A cet effet, un inventaire des sources de contamination de chaque tributaire devrait être réalisé afin d'orienter les campagnes de mesure de façon spécifique.

Industrie (selon le rapport 1¹ "Mise à jour et validation des données industrielles des 50 établissements prioritaires du PASL", ASSEAU-INRS 1991a)

- Au niveau des caractérisations industrielles, les méthodes analytiques ainsi que les seuils de détection qui s'y rattachent sont souvent omis dans les résultats reçus du laboratoire. Il serait important de corriger cette lacune en uniformisant les méthodes d'analyse pour les diverses industries.

Municipalité

- Considérant l'état avancé du programme d'assainissement des eaux du Québec (PAEQ) pour le traitement des eaux municipales, il est surprenant d'observer l'absence quasi totale de caractérisation des contaminants. Afin d'améliorer la connaissance des apports municipaux aux fleuve, un effort de caractérisation important devrait être déployé sur des municipalités types. Les campagnes d'échantillonnage devraient être orientées en fonction des sources industrielles de contamination qui peuvent être présentes dans le réseau des municipalités.

1. Voir le préambule pour plus de précision.



Fluviaux

- Comme nous l'avons mis en évidence, l'apport fluvial représente près de 50% des apports totaux du tronçon. On comprend alors l'importance de caractériser de façon précise cette masse d'eau. Il serait intéressant d'avoir un échantillon intégré transversalement et verticalement pour lequel on effectuerait l'analyse d'une gamme plus diversifiée de paramètres de toxicité. Cette façon de procéder serait préférable à des analyses sur plusieurs stations réparties sur un transect avec une caractérisation moins complète dû aux coûts d'un plus grand nombre d'analyses. Le gain en information utile serait appréciable sur un échantillon intégré fortement caractérisé, sans augmenter nécessairement les coûts d'analyse. L'échantillon unique pourrait être intégré sur la verticale et composé de plusieurs verticales localisées en fonction du débit passant sur une aire donnée et/ou en fonction des masses d'eau présentes.

12. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASSEAU-INRS (1991a)**, "Mise à jour et validation des données industrielles des cinquante établissements prioritaires du Plan d'Action Saint-Laurent". Rapport préliminaire. ASSEAU Société d'experts en environnement, 224 p.
- ASSEAU-INRS (1991b)**, "Évaluation des apports de contaminants au fleuve Saint-Laurent en provenance des tributaires". Rapport préliminaire ASSEAU Société d'experts en environnement, 179 p.
- Barabé, G. (1990)**, Direction du réseau hydrique, MENVIQ, communication personnelle.
- Blouin, J-P. (1991)**, Laboratoire du MENVIQ, communication personnelle.
- Cloutier, C. et Ass. (1990)**, Numérisation sur la modification de l'habitat du poisson dans le Saint-Laurent (1945-1988) et localisation des sites de reproduction des principales espèces de poisson; rapport technique. Charles Cloutier & Associés inc.
- Couture, R. (1991)**, Direction du réseau hydrique, MENVIQ, communication personnelle.
- ENTRACO (1989)**, Évaluation de l'apport au fleuve Saint-Laurent des substances toxiques en provenance des tributaires québécois. Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, 133 p.
- Environnement Canada (1991)**, NAQUADAT/ENVIRODAT, dictionnaire des codes. Section des systèmes informatiques, Direction de Qualité de l'eau, Environnement Canada.
- Germain, A. et Thanh-Thao Pham (1989)**, Étude de la variabilité de la qualité de l'eau à la section de jaugeage de Lanoraie. Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, version préliminaire, 57 p.
- Lavallée, P. (1989)**, La gestion des eaux usées en temps de pluie; l'impact sur le milieu récepteur des événements fréquents. Thèse de Doctorat, INRS-eau, 196 p.



-
- L'Italien, S. (1991)**, Centre Saint-Laurent, Environnement Canada, communication personnelle.
- MENVIQ (1990a)**, Localisation des prises d'eau municipales, relevé informatique. Ministère de l'environnement du Québec, Direction du milieu aquatique, juin 1990.
- MENVIQ (1990b)**, Critères de qualité d'eau douce. Ministère de l'environnement du Québec, rapport préliminaire N° EMA88-09, 371 p.
- MENVIQ (1990c)**, Programme Environnement-plage: historique du classement des plages par région administrative et par municipalité 1987, 1988, 1989 et 1990. Ministère de l'environnement du Québec, Direction des orientations et des services aux régions, septembre 1990, 266 p.
- MENVIQ (1990d)**, Direction du réseau hydrique; banque de données sur les municipalités du Québec. Rapports EXTRACTO.
- MENVIQ (1990e)**, Direction de l'assainissement des eaux; suivi de l'exploitation du programme d'assainissement des eaux.
- MENVIQ (1991)**, Renseignements fournis par Michel Laurain (Direction de l'assainissement Urbain) dans une lettre du 24 janvier 1991.
- MLCP (1987)**, Nautisme Québec. Répertoire des marinas, quais pour petites embarcations et rampes de mise à l'eau, 56 p.
- MLCP, (1988)**, Plan de conservation et de mise en valeur des habitats et de la faune de la région du lac Saint-Pierre. MLCP, 1988.
- MLCP (1989)**, Plan de gestion de la pêche pour le sud du Québec; Partie 1: Espèces autres que le saumon atlantique anadrome. 151 p.
- Nadeau, A. (1991)**, Direction des programmes sectoriels (pâtes et papiers), MENVIQ, communication personnelle.

Revue maritime l'Escale (1989), Le Saint-Laurent: usages et environnement. Supplément réalisé en collaboration avec le Centre Saint-Laurent, Environnement Canada. n^o. 30, août 1989.

Simoneau, M. (1991), Direction de la qualité du milieu aquatique, MENVIQ, communication personnelle.

