



**Contaminants d'intérêt émergent,
substances toxiques et état des
communautés de poissons
dans des cours d'eau des Laurentides
et de Lanaudière**



2018

Photo de la page couverture : échantillonnage de la rivière du Nord à Mirabel (Saint-Canut), le 18 juin 2012

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction générale du suivi de l'état de l'environnement du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

Renseignements

Pour tout renseignement, vous pouvez remplir le formulaire à l'adresse suivante :

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp>

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : 418 646-5974

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

Direction générale du suivi de l'état de l'environnement
675, boul. René-Lévesque Est, 7^e étage, boîte 22
Québec (Québec) G1R 5V7

Ce document peut être consulté sur le site Web du ministère à l'adresse suivante :

http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/toxique/laurentides-lanaudiere/contaminants-emergent.pdf

Référence à citer

Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 2018. *Contaminants d'intérêt émergent, substances toxiques et état des communautés de poissons dans des cours d'eau des Laurentides et de Lanaudière*. 50 p. et 4 ann.

Dépôt légal – 2018
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-82528-9 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec, 2018

RÉALISATION

Conception de l'étude

David Berryman
Yvon Richard
Denis Brouillette

Rédaction

David Berryman

Révision scientifique

Lise Boudreau
Denis Laliberté

Échantillonnage

Roger Audet
Jean-Philippe Baillargeon
Chantal Côté ¹
Guillaume Desrosiers
Sylvie Legendre
Stéphanie Locas
René Therreault

Analyses de laboratoire

Nicole Cadoret
Ginette Côté
Sébastien Côté
Christian DeBlois
Caroline Demers
Nancy Desrosiers
Martin Duchesneau
Marion Dupuis
Frédéric Fortin
Ginette Gaudreau
Marie-Claire Grenon
Paule Émilie Groleau
Gertrude Guay
Annie Leroux
Daniel Mailhot
Karine Ménard-Cloutier
Dominic Morin
Steeve Roberge
Benôit Sarrasin
Cathy Tremblay
Paule Tremblay
Éloïse Veilleux
Stéphanie Walter

¹ Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

Mots clés : contaminants d'intérêt émergent, substances toxiques, métaux, communauté piscicole, IIB, poisson, rivière du Nord, rivière Mascouche, rivière des Mille Îles, rivière L'Assomption.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
1. Méthodologie	2
1.1 Échantillonnage et analyses au laboratoire	2
1.2 Interprétation des données	4
2. Résultat	6
2.1 Contaminants mesurés dans l'eau	6
2.1.1 Médicaments et autres produits de soins personnels	6
2.1.2 Hormones	9
2.1.3 Composés perfluorés	9
2.1.4 Bisphénol A	12
2.1.5 Nonylphénols éthoxylés	13
2.1.6 Métaux dissous	14
2.1.7 Toxicité pour les algues unicellulaires	27
2.2 Contaminants mesurés dans le poisson	27
2.2.1 Espèce et taille des poissons analysés	27
2.2.2 Biphényles polychlorés (BPC)	28
2.2.3 Dioxines et furannes chlorés et BPC planaires	30
2.2.4 Polybromodiphényléthers (PBDE) et autres retardateurs de flamme	32
2.2.5 Polychloronaphtalènes	35
2.3 État des communautés de poissons	36
3. Synthèse et faits saillants	40
Conclusion	45
Références bibliographiques	47
Annexes	51

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	Informations sur les stations d'échantillonnage.....	52
Annexe 2	Substances analysées et limites de détection.....	53
Annexe 3	Facteurs d'équivalence toxique pour les dioxines et les furannes chlorés et les BPC planaires	59
Annexe 4	Abondance et biomasse des espèces de poissons capturées.....	60
Annexe 5	Valeurs de chacune des variables et cote associée pour le calcul de l'indice d'intégrité biotique (IIB).....	63

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Substances analysées et méthodes d'analyse en laboratoire.....	3
Tableau 2	Variables et cotes de l'indice d'intégrité biotique (IIB) des communautés de poissons (Richard, 1994 et 1996, adapté de Karr, 1991).....	5
Tableau 3	Critères de qualité de l'eau pour les métaux	16
Tableau 4	Espèce et classe de taille des poissons analysés en fonction de la station d'échantillonnage	28
Tableau 5	Teneurs en BPC et pourcentage de gras de poissons pêchés dans la rivière L'Assomption en aval de Joliette le 2 août 2017.....	30
Tableau 6	Facteurs de dépassements des critères de qualité concernant les concentrations de PBDE dans le poisson	34
Tableau 7	Synthèse des résultats par site d'échantillonnage	41

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Localisation des stations d'échantillonnage	2
Figure 2	Acide salicylique et naproxène : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	7
Figure 3	Caféine et triclosan : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	8
Figure 4	Acide perfluorooctanoïque (PFOA) et sulfonate de perfluorooctane (PFOS) : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage.....	10
Figure 5	Sulfonate de perfluorohexane (PFHxS) et acide perfluorononanoïque (PFNA) : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage.....	11
Figure 6	Bisphénol A : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	13
Figure 7	Nonylphénols éthoxylés totaux (NP1-17EO) et nonylphénols carboxylés (NP1-2EC) : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage.....	14

Figure 8	Aluminium et antimoine dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	18
Figure 9	Argent et arsenic dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	19
Figure 10	Baryum et bore dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	20
Figure 11	Cadmium et chrome dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	21
Figure 12	Cobalt et cuivre dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	22
Figure 13	Fer et manganèse dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	23
Figure 14	Molybdène et nickel dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	24
Figure 15	Plomb et strontium dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	25
Figure 16	Uranium et vanadium dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	26
Figure 17	Zinc dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage	27
Figure 18	Concentrations en BPC totaux dans les poissons (somme de 8 familles de congénères)	29
Figure 19	Concentrations de dioxines et furannes chlorés et de BPC planaires dans les poissons en équivalents toxiques de 2,3,7,8-TCDD (EPA, 2008) pour les mammifères et les oiseaux piscivores	32
Figure 20	Concentrations de polybromodiphényléthers dans les poissons	33
Figure 21	Concentrations d'hexabromobiphényle (HBB) dans les poissons	35
Figure 22	Exemple de polychloronaphtalènes	35
Figure 23	Concentrations de polychloronaphtalènes dans les poissons	36
Figure 24	Valeurs de l'indice d'intégrité biotique (IIB) de la communauté de poissons	37
Figure 25	Taux d'anomalies de type DELT chez les poissons	37
Figure 26	Valeurs de l'indice d'intégrité biotique à six variables (IIB-6) en 1990 et en 2012 à des stations d'échantillonnage du bassin de la rivière L'Assomption	39
Figure 27	Pourcentage d'anomalies de type DELT en 1990 et en 2012 à des stations d'échantillonnage du bassin de la rivière L'Assomption	40

INTRODUCTION

Le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) a le mandat de suivre l'état des lacs et des cours d'eau du Québec et de faire rapport sur l'état de ces milieux. À cette fin, il exploite des réseaux de suivi de la qualité de l'eau, constitués d'un grand nombre de sites où l'on échantillonne l'eau sur une base régulière afin de mesurer les concentrations de phosphore, de coliformes fécaux, de matières en suspension et d'autres paramètres courants de la qualité de l'eau.

En plus de ces paramètres courants, le Ministère doit exercer un suivi pour des substances plus complexes, comme les BPC, les dioxines et les furannes chlorés et tous les contaminants dits émergents, comme les polybromodiphényléthers (PBDE), les composés perfluorés, les antibiotiques et d'autres médicaments, etc. Les coûts pour l'analyse de ces composés complexes étant élevés, on ne peut en faire le suivi dans le cadre de grands réseaux, à échantillonnage fréquent et récurrent. Ces substances font plutôt l'objet de projets ciblés d'une durée limitée et visant un nombre réduit de sites d'échantillonnage.

Le suivi des milieux aquatiques ne se limite pas à la mesure des contaminants. Le Ministère doit aussi vérifier si les différentes formes de vie qui habitent les lacs et les cours d'eau se maintiennent ou, à l'inverse, s'il y a une perte progressive de leur abondance et de leur diversité. Pour répondre à cette question, le Ministère procède à des échantillonnages qui visent à évaluer l'état général de certaines catégories d'organismes aquatiques, dont les poissons. Comme pour les substances toxiques et les contaminants d'intérêt émergent, le suivi des communautés de poissons ne peut être réalisé dans le cadre de grands réseaux de suivi à échantillonnage récurrent.

Parce qu'ils ont en commun de devoir être réalisés par des projets ciblés, le Ministère a décidé de réunir le suivi des contaminants d'intérêt émergents et d'autres substances toxiques et le suivi des communautés de poissons dans un seul et même programme d'échantillonnage. Ce programme fonctionne sur

une base régionale et rotative : chaque année, une seule grande région du Québec est visée.

Un des objectifs de ce suivi est de vérifier si les concentrations de contaminants émergents et de substances toxiques dans les cours d'eau dépassent les critères de qualité disponibles pour ces substances. Les résultats permettent aussi de faire un portrait qualitatif de la situation et de vérifier si les concentrations de ces substances dans les cours d'eau du Québec sont élevées en comparaison de celles mesurées ailleurs. Le suivi vise également à évaluer l'état des communautés de poissons dans les cours d'eau à l'étude, par des mesures portant sur la diversité d'espèces, la présence ou non d'espèces sensibles à la pollution, la fréquence d'anomalies physiques externes chez les poissons, etc.

Le suivi régional rotatif vise les endroits où les pressions de pollution sont les plus fortes, comme l'aval des villes ou des industries de grande taille. La sélection des sites tient compte aussi de la taille des cours d'eau par rapport à l'importance de leurs sources de contaminants, c'est-à-dire la capacité de dilution du milieu. De 10 à 15 sites sont sélectionnés dans la ou les régions à l'étude et l'eau y est échantillonnée mensuellement, quatre ou cinq fois, de mai à septembre. Les échantillons d'eau sont analysés pour un grand nombre de contaminants : métaux, résidus de médicaments, détergents de type nonylphénols éthoxylés, hormones, produits du plastique, etc. Les paramètres analysés peuvent varier selon les régions et les stations. Chaque site d'échantillonnage fait aussi l'objet d'une pêche scientifique pour évaluer l'état de la communauté de poissons. Les contaminants persistants et bioaccumulables, comme les biphényles polychlorés (BPC) et les polybromodiphényléthers (PBDE), sont analysés dans des poissons issus de cette pêche plutôt que dans les échantillons d'eau. La chair (partie consommable par l'humain) de poissons d'intérêt sportif est analysée pour le mercure et quelques autres contaminants. Ces données pour la chair de poissons sont présentées dans le [Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce](#).

1. MÉTHODOLOGIE

1.1 Échantillonnage et analyses au laboratoire

La figure 1 présente la localisation des stations d'échantillonnage. Les sites retenus sont situés en amont et en aval de villes dont les rejets d'eaux usées sont les plus susceptibles d'affecter le cours d'eau récepteur : Saint-Jérôme et Lachute sur la rivière du Nord, Joliette et L'Assomption sur la rivière L'Assomption et Crabtree sur la rivière Ouareau. Trois sites ont été échantillonnés sur la rivière Mascouche, un cours d'eau de plus petite taille qui reçoit des rejets urbains (Mirabel, secteur Saint-Janvier) en plus d'être exposé à la pollution d'origine agricole. Quatre stations ont été établies sur la rivière des Mille Îles qui reçoit, sur ses 37 km,

les rejets de neuf stations municipales de traitement des eaux usées.

Les composantes de l'écosystème (eau, poissons) visées à chacune des stations d'échantillonnage sont indiquées sur la figure 1. Le poisson n'a pas été échantillonné à la station la plus en aval sur la rivière des Mille Îles (MI4), car le niveau d'eau était trop bas lors de la période prévue pour la pêche. Pour respecter les ressources disponibles en ce qui a trait aux analyses en laboratoire, l'eau n'a pas été échantillonnée à deux stations de la rivière Mascouche (MA1, MA2), à la station la plus en aval sur la rivière L'Assomption (AS3) et à deux stations de la rivière des Mille Îles (MI2 et MI3). Pour la même raison, les poissons récoltés aux stations MA1 MA2 et AS3 n'ont pas fait l'objet d'analyses chimiques.

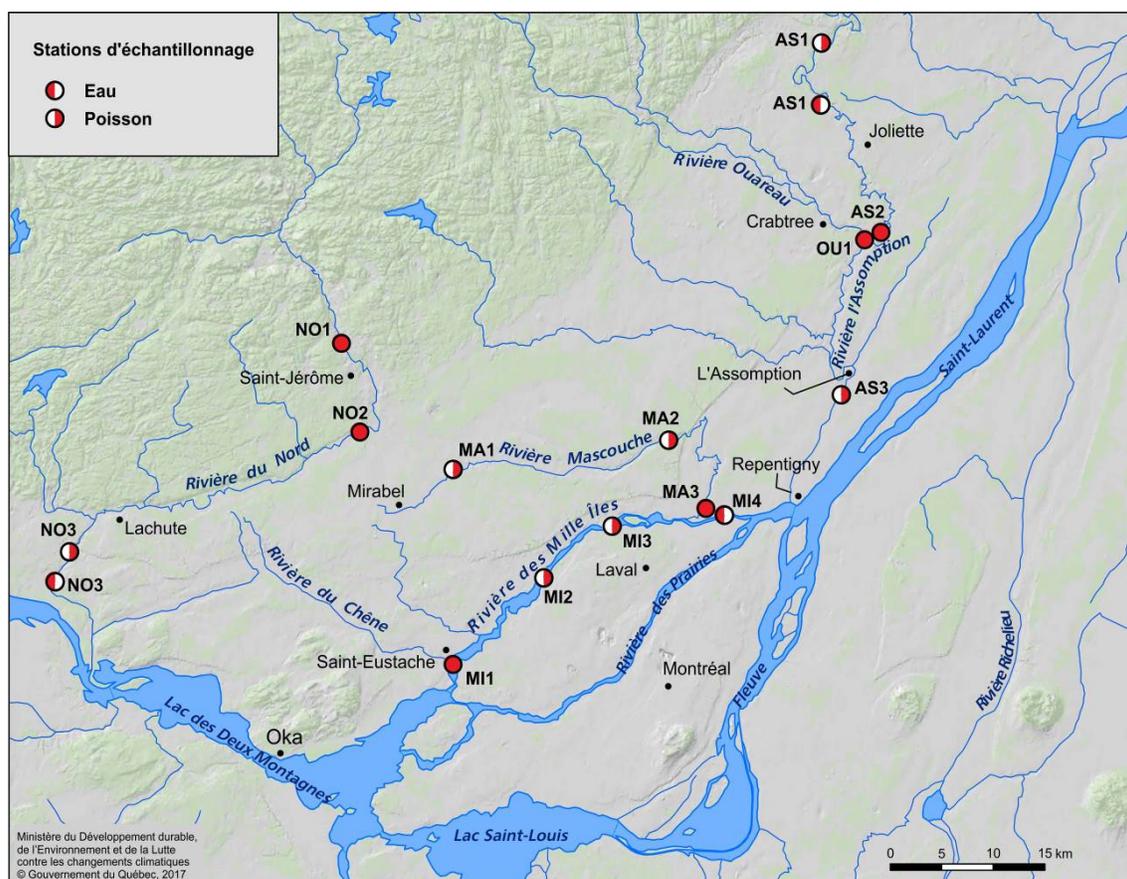


Figure 1 Localisation des stations d'échantillonnage

Pour une même station d'échantillonnage, l'eau et le poisson n'ont pas été prélevés exactement au même endroit, pour différentes raisons techniques, dont les voies d'accès au cours d'eau. La distance entre les points de prélèvement de l'eau et du poisson pour une même station d'échantillonnage est trop courte pour être visible sur une carte à l'échelle de la figure 1, sauf dans le cas des stations NO3 et AS1. L'annexe 1 fournit la localisation précise de chacun des points de prélèvement ainsi que des informations supplémentaires relatives à l'échantillonnage du poisson.

L'échantillonnage de l'eau a été fait à quatre reprises soit, selon la station, les 18 ou 19 juin, 16 ou 17 juillet, 27 ou 28 août et 24 ou 25 septembre 2012. L'échantillonnage a été réalisé à gué, en plongeant les bouteilles dans l'eau à la main ou à l'aide d'une perche. Les contenants utilisés et les spécifications quant à

la conservation des échantillons varient selon le paramètre analysé (CEAEQ, 2012).

Tous les échantillons d'eau et de poissons ont été analysés au Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ), qui regroupe les laboratoires du Ministère. Le tableau 1 présente la liste des familles de substances analysées dans l'eau et les poissons, totalisant 217 substances individuelles, ainsi que les références des méthodes d'analyse en laboratoire. L'annexe 2 présente la liste détaillée des substances analysées et les limites de détection. En plus d'être analysés pour un grand nombre de contaminants, les échantillons d'eau ont fait l'objet d'un essai de toxicité avec l'algue unicellulaire *Pseudokirchneriella subcapitata*. Cet essai standardisé, fréquemment utilisé pour vérifier la toxicité d'effluents industriels, mesure l'effet de l'eau prélevée à chaque station d'échantillonnage sur la croissance de l'algue unicellulaire.

Tableau 1 Substances analysées et méthodes d'analyse en laboratoire

Famille de substances	Méthode d'analyse*		
	Description sommaire	Numéro	N substances
Mesurées dans l'eau			
Médicaments, triclosan et caféine	chromatographie gazeuse, spectrométrie de masse	non disponible	17
Hormones, bisphénol A et autres	chromatographie gazeuse, spectrométrie de masse	non disponible	13
Composés perfluorés	chromatographie liquide, spectrométrie de masse en tandem	non disponible	13
Nonylphénols éthoxylés	chromatographie liquide, spectrométrie de masse en tandem	MA. 400 - NPEO 1.0	19
Métaux dissous (échantillonnage par seringues)	spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon	MA. 203 - Mét.Tra. 1.0	21
Toxicité pour les algues unicellulaires	inhibition ou stimulation de la croissance de l'algue <i>P. subcapitata</i>	MA. 500 - P. sub. 1.0	NSP
Mesurées dans le poisson entier			
BPC, BPC planaires, dioxines et furanes chlorés, PBDE et PCN	chromatographie gazeuse, spectrométrie de masse	MA. 400 - BPCR 1.0	134
Total			217

* pour une description plus complète : www.ceaeq.gouv.qc.ca/analyses

Il est à noter que le fait qu'une substance ne soit pas détectée dans l'eau ni dans le poisson ne signifie pas qu'elle soit absente du milieu. Certaines substances peuvent, par exemple, se transformer ou encore se lier aux matières en suspension et sédimenter dans les zones de faible courant. La présente étude ne comprenait pas d'échantillonnage et d'analyse des sédiments. De fait, plusieurs substances peuvent se retrouver dans plus d'un compartiment de l'écosystème. Par exemple, les BPC peuvent se lier aux matières en suspension dans l'eau, sédimenter dans les zones de faible courant et être absorbés par des organismes benthiques qui sont ensuite ingérés par des poissons.

Les poissons ont été échantillonnés par pêche électrique, une fois par station, entre le 30 juillet et le 16 août 2012, en suivant un protocole en vigueur depuis plusieurs années au Ministère et expliqué par Richard (1994 et 1996). La pêche se fait en appliquant un courant électrique à la masse d'eau, ce qui immobilise les poissons, qui sont alors capturés avec une épuisette. Selon la profondeur d'eau à la station, la pêche se fait à gué ou à partir d'une embarcation. Les poissons capturés sont identifiés à l'espèce et dénombrés, puis un sous-échantillon fait l'objet d'un examen des anomalies externes de type DELT (déformations, érosion des nageoires, lésions et tumeurs).

Un certain nombre de poissons ont été conservés et analysés entiers pour les substances chimiques mentionnées plus haut. La préparation des poissons pour leur analyse chimique s'est faite selon les protocoles en vigueur au Ministère (MDDELCC, 2017a; 2011). Il n'y avait aucune espèce et classe de taille de poisson commune à toutes les stations d'échantillonnage, ce qui est normal compte tenu des différences de taille de cours d'eau et de type d'habitats aux différentes stations. Pour une station donnée, la sélection de l'espèce et de la classe de taille soumises aux analyses chimiques s'est faite sur la base des considérations suivantes :

- les spécimens de grande taille des espèces piscivores (dorés, brochets, achigans) ont d'abord été retenus pour évaluer l'exposition maximale des oiseaux et des mammifères piscivores aux contaminants persistants et bioaccumulables;
- là où les résultats de la pêche le permettaient, la même espèce et la même classe de taille étaient retenues aux stations situées de part et d'autre d'un point d'intérêt, comme les stations NO1 et NO2 de la rivière du Nord, respectivement en amont et en aval de Saint-Jérôme.

1.2 Interprétation des données

Les résultats de l'analyse de l'eau sont comparés aux critères de qualité de l'eau du Ministère (MDDELCC, 2017b). Pour la plupart des substances détectées, le critère applicable est le critère pour la protection de la vie aquatique en exposition chronique (CVAC). Ce critère correspond à la concentration maximale à laquelle les organismes aquatiques peuvent être exposés, durant toute leur vie, sans subir d'effets néfastes. Dans le cas des substances pour lesquelles ces critères existent, la valeur du critère est présentée à même les graphiques fournissant les résultats d'analyse, dans la section qui suit.

Pour certains métaux, le CVAC est fonction de la dureté de l'eau : plus la dureté est élevée, plus les critères de qualité sont élevés, car le calcium et le magnésium, qui constituent la dureté, confèrent une protection contre la toxicité d'autres métaux. La dureté de l'eau est variable selon les sites d'échantillonnage et les échantillons, mais à

des fins de simplification, une dureté de 25 mg/l CaCO₃ (carbonate de calcium) a été utilisée pour tous les échantillons de la présente étude. Cette valeur est la médiane, après arrondissement, des duretés mesurées aux stations 04010010 et 05220001 du Réseau-rivières du Québec, situées dans la partie amont des bassins des rivières du Nord et L'Assomption, respectivement. La dureté de l'eau à la plupart des sites d'échantillonnage de la présente étude est plus élevée que cette valeur représentative du haut des bassins versants. Les critères de qualité basés sur la dureté de 25 mg/l CaCO₃ sont donc plus protecteurs que ceux qui résulteraient de l'utilisation des duretés propres à chacune des stations.

Pour de nombreux contaminants émergents, il n'y a pas de critères de qualité de l'eau auxquels les concentrations mesurées peuvent être comparées. Dans ces cas principalement, les résultats sont comparés à ceux obtenus dans le cadre de suivis d'autres cours d'eau effectués au Québec, au Canada, aux États-Unis ou en Europe. Les études d'où proviennent ces comparables varient selon les substances et sont citées à même l'exposé des résultats.

Les essais de toxicité avec l'algue *P. subcapitata* sont effectués avec de l'eau de l'échantillon à analyser, diluée avec un milieu de culture élaboré en laboratoire, servant également d'eau témoin. L'essai est réalisé avec une série de dilutions et le résultat rapporté, la CI25, est le pourcentage d'eau de l'échantillon requis pour entraîner 25 % de diminution de croissance de la densité algale par rapport à ce qui est observé dans l'eau témoin. Le rapport 100/CI25 transforme les résultats en unités toxiques, qui augmentent avec la toxicité. Ce ratio prend la valeur minimale de 1 pour les échantillons qui ne présentent pas de toxicité pour l'algue. En fait, des échantillons d'eau non toxiques, mais qui contiennent des éléments nutritifs, peuvent causer une stimulation de la croissance des algues par rapport à l'essai témoin. Dans ce cas, le rapport d'analyse porte la mention « stimulation ». Le résultat est alors indicateur d'un potentiel d'eutrophisation du milieu, plutôt que de toxicité pour les algues.

Les concentrations de contaminants mesurées dans le poisson entier sont comparées principalement aux critères de qualité pour la protection de la faune terrestre piscivore (CFTP). Ces critères visent à protéger les oiseaux et les mammifères qui s'alimentent de poissons et

peuvent être affectés par les BPC, les dioxines et furannes, les PBDE et les autres contaminants persistants qui s'accumulent dans la chaîne alimentaire. Les critères de qualité utilisés pour les BPC et les dioxines et furannes sont ceux du Ministère (MDDELCC, 2017b). Pour les PBDE, il s'agit de critères d'Environnement Canada (2013). Dans le cas des dioxines chlorées, des furannes chlorés et des BPC planaires, les concentrations mesurées sont transformées en équivalents toxiques de la 2,3,7,8-TCDD, la dioxine la plus toxique, à l'aide des facteurs d'équivalence de la toxicité présentés à l'annexe 3.

Les résultats obtenus concernant les espèces de poissons capturées, leur dénombrement et les anomalies de type DELT permettent de calculer les sept variables énumérées au tableau 2. Les résultats obtenus pour ces variables sont transformés en cotes, selon les balises indiquées

dans ce tableau, et ces cotes sont ensuite sommées pour obtenir l'indice d'intégrité biotique (IIB) de la communauté de poissons. Selon la valeur de cet indice, l'intégrité de la communauté de poissons est qualifiée d'*excellente*, *très bonne*, *bonne*, *faible* ou *très faible* (Richard, 1994 et 1996).

Une attention particulière est accordée à la septième variable de l'indice, le pourcentage de poissons présentant des anomalies de type DELT. Dans les écosystèmes naturels ou peu perturbés, de 0 à 2 % des poissons présentent de telles anomalies. Un taux compris entre 2 et 5 % est indicateur d'un milieu un peu perturbé, alors qu'un taux supérieur à 5 % est normalement indicateur d'une communauté exposée à des substances toxiques (Karr, 1991).

Tableau 2 Variables et cotes de l'indice d'intégrité biotique (IIB) des communautés de poissons (Richard, 1994 et 1996, adapté de Karr, 1991)

Variable	Cote		
	5	3	1
Composition et abondance			
1. IWB-IWBm*	0 à 0,5	0,6 à 1	≥ 1,1
2. Nombre d'espèces de catostomidés	≥ 2	1	0
3. Nombre d'espèces intolérantes	≥ 3	1 à 2	0
Organisation trophique			
4. Densité relative des omnivores	≤ 19 %	20 à 45 %	≥ 46 %
5. Densité relative des cyprinidés insectivores	≥ 46 %	20 à 45 %	≤ 19 %
6. Densité relative des piscivores	≥ 5,1 %	1 à 5 %	≤ 0,9 %
Condition des poissons			
7. Proportion des poissons avec des anomalies de type DELT	0 à 2 %	2,1 à 5 %	≥ 5,1 %

* L'indice de Well Being (IWB) et sa version modifiée (IWBm) intègrent l'abondance (nombre) et la biomasse de poissons récoltés par unité d'effort, ainsi que l'indice de diversité de Shannon. Le calcul de cette variable est expliqué dans Richard (1994 et 1996). La cote obtenue est multipliée par deux, car cette variable intègre deux caractéristiques importantes de la communauté (abondance et biomasse).

Lors du traitement et de l'interprétation des données, il a été sciemment évité de chercher à établir des relations de cause à effet entre les concentrations de contaminants mesurées dans l'eau ou les poissons et l'état de la communauté de poissons. Les raisons sont les suivantes :

- Plusieurs autres contaminants, non mesurés dans la présente étude peuvent affecter la communauté de poissons. C'est le cas des paramètres courants de la qualité de l'eau, comme l'azote, le phosphore, les matières en suspension, etc.

- La communauté de poissons peut aussi être affectée par d'autres facteurs que les contaminants, dont ceux liés à la qualité de l'habitat.
- Étant donné le grand nombre de contaminants mesurés dans la présente étude, il est fort possible que les concentrations de certains d'entre eux varient de façon concurrente à l'indice d'intégrité de la communauté, sans pour autant qu'il y ait une relation de cause à effet.

2. RÉSULTAT

2.1 Contaminants mesurés dans l'eau

2.1.1 Médicaments et autres produits de soins personnels

Sur les 17 médicaments et produits de soins personnels analysés, des valeurs au-dessus des limites de détection ont été obtenues pour cinq substances, soit trois analgésiques ou anti-inflammatoires, le triclosan et la caféine. Une plus grande variété de médicaments a été observée dans d'autres cours d'eau, dans le cadre d'autres études (MDDELCC, 2017c; Berryman et coll., 2014; Kleywegt et coll., 2011; Metcalfe et coll., 2003; Kolpin et coll. 2002; Ternes, 1998; Santos et coll., 2010).

Analgésiques/anti-inflammatoires

Les trois analgésiques/anti-inflammatoires détectés sont des produits courants vendus le plus souvent sans ordonnance : l'acide salicylique, un métabolite de l'acide acétylsalicylique (p. ex., Aspirine^{MC}), le naproxène (p. ex., Anaprox^{MC}) et l'ibuprofène (p. ex., Advil^{MC}, Motrin^{MC}). Les résultats d'analyse obtenus à chacun des sites d'échantillonnage pour l'acide salicylique et le naproxène sont illustrés à la figure 2.

Pour ces substances, il n'existe pas de critères de qualité de l'eau auxquels les concentrations mesurées peuvent être comparées. Ces médicaments ont tout de même fait l'objet d'un certain nombre d'essais de toxicité. Selon les revues de Santos et ses collaborateurs (2010) et de Corcoran et ses collaborateurs (2010), les effets sur les organismes aquatiques commencent en général à des concentrations de l'ordre du microgramme par litre ($\mu\text{g/l}$) ou du

milligramme par litre (mg/l), selon la substance. Ces concentrations sont plus élevées que celles rapportées dans la présente étude, qui sont de l'ordre du nanogramme par litre (ng/l), soit de 1 000 fois à 1 000 000 de fois plus faibles.

Pour l'acide salicylique, presque tous les résultats sont sous la limite de détection de 55 ng/l . Il n'y a eu en fait que quatre détections, réparties dans autant de sites d'échantillonnage (figure 2). En termes de fréquences de détections et de concentrations mesurées, ces résultats sont analogues à ceux obtenus dans le Saint-Laurent (Berryman et coll., 2014). Des valeurs plus élevées ont été obtenues à certains sites d'échantillonnage, dans des cours d'eau de l'Estrie et de la Montérégie (jusqu'à 220 ng/l ; MDDELCC, 2017c), en Allemagne (90^e centile de 130 ng/l ; Ternes, 1998) et au Canada (maximum de 372 ng/l ; Santos et coll., 2010) et aux États-Unis (Kolpin et coll., 2002).

La station à l'embouchure de la rivière des Mille Îles (MI4) se distingue des autres par des teneurs plus élevées et soutenues en naproxène, détecté dans tous les échantillons (4), à des concentrations variant de 58 à 76 ng/l (figure 2). Le même profil a été observé dans le Saint-Laurent, où la majorité des échantillons, à toutes les stations, présentaient des teneurs en naproxène sous les limites de détection, sauf à Lavaltrie, où il y a eu 12 détections sur 12 échantillons, avec une médiane de 62 ng/l (Berryman et coll., 2014). Dans les cours d'eau de l'Estrie et de la Montérégie, quatre stations sur neuf ont présenté une majorité d'échantillons avec des teneurs en naproxène au-dessus de la limite de détection de 20 ng/l , mais les médianes, de 23 à 48 ng/l (MDDELCC, 2017c), y étaient moins élevées qu'à la station à l'embouchure de la rivière des Mille Îles et à Lavaltrie.

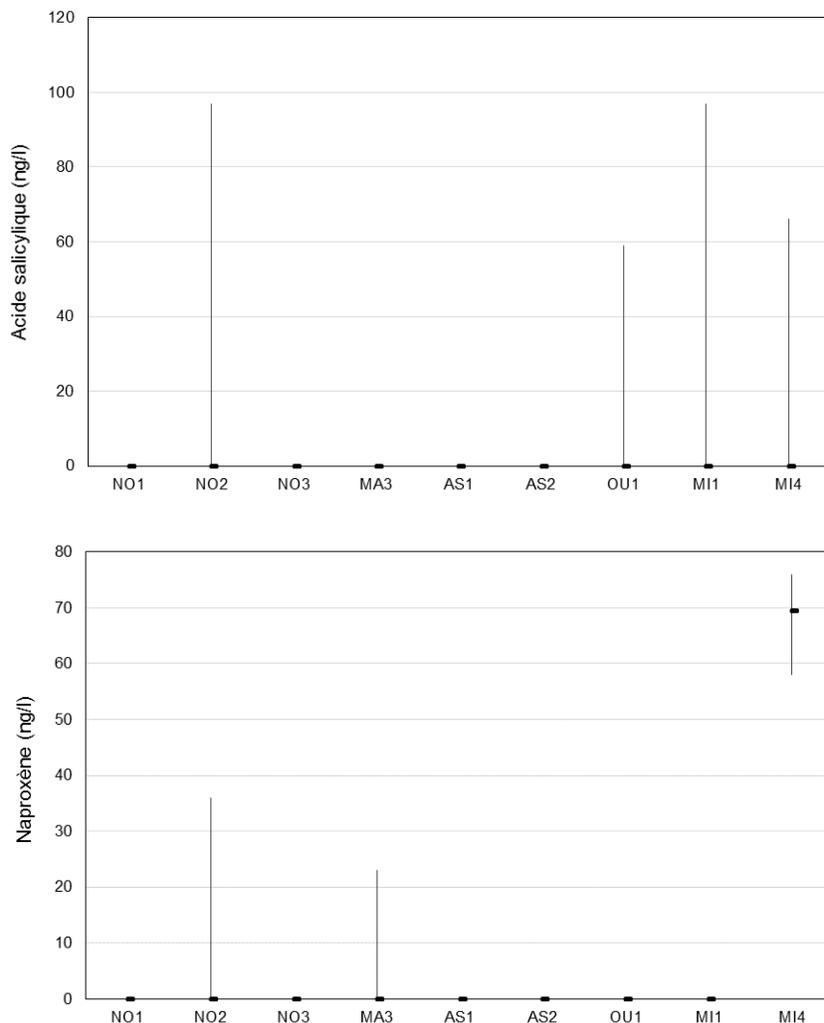


Figure 2 Acide salicylique et naproxène : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

Pour l'ibuprofène, il n'y a eu que deux détections dans le cadre de la présente étude, soit 13 ng/l dans l'échantillon d'août à la station NO2 (aval de Saint-Jérôme) et 29 ng/l dans l'échantillon de septembre à la station MI4 (embouchure de la rivière des Mille Îles). Les études citées précédemment ont mis en évidence des fréquences de détection et des concentrations d'ibuprofène plus élevées dans le Saint-Laurent et des cours d'eau de l'Estrie et de la Montérégie. Il en est de même ailleurs au Canada (Metcalf et coll., 2003), aux États-Unis (Kolpin et coll., 2002) et ailleurs dans le monde (Santos et coll., 2010).

Caféine et triclosan

La caféine entre dans la composition de certains médicaments, mais sa présence dans les eaux

de surface découle principalement de la consommation de café et d'autres boissons caféinées. Détections dans 28 % des échantillons, la caféine est souvent présente en concentrations plus élevées que les autres substances analysées, les concentrations dans certains échantillons dépassant 100 ng/l (figure 3). Dans le cadre de la présente étude, seules la station de la rivière Mascouche (MA3) et celle située à l'embouchure de la rivière des Mille Îles (MI4) ont présenté une majorité de détections parmi les quatre échantillons analysés, avec des médianes de 116 ng/l et 240 ng/l respectivement.

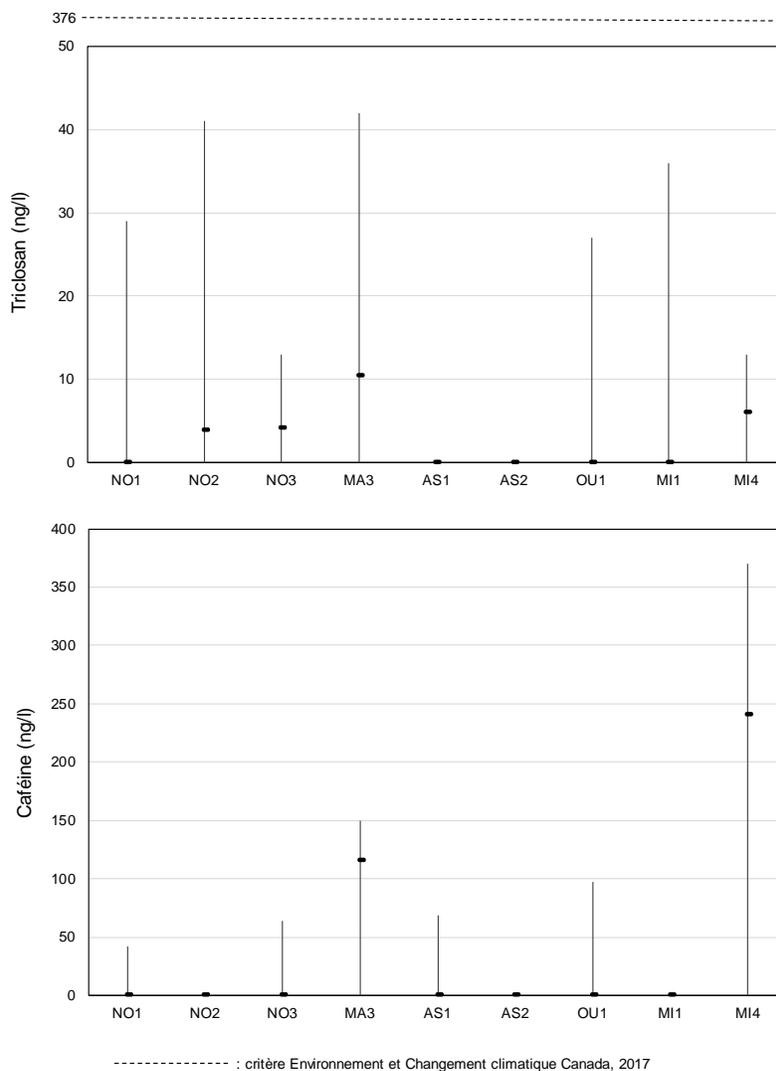


Figure 3 Caféine et triclosan : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

Comme pour le naproxène, les teneurs en caféine à l'embouchure de la rivière des Mille Îles (MI4) sont, avec celles de Lavaltrie, les plus élevées des sites échantillonnés jusqu'à maintenant par le Ministère pour ces substances (Berryman et coll., 2014; MDDELCC, 2017c). Ces concentrations demeurent cependant inférieures à celles qui ont causé de la toxicité pour les organismes aquatiques, qui s'établissent à des dizaines et des centaines de milligrammes par litre selon la base de données ECOTOX de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA, 2015).

Le triclosan est utilisé dans des cosmétiques et des produits de soins personnels pour empêcher

la prolifération des bactéries, des champignons et de la moisissure, ainsi que pour empêcher les odeurs. Il est utilisé, par exemple, dans des savons, des désodorisants, des fards pour les yeux et le visage, des textiles ainsi que des articles en cuir, en papier, en plastique et en caoutchouc. Le triclosan a été détecté dans 30 % des échantillons de la présente étude, à une concentration maximale de 42 ng/l, alors qu'il avait été détecté dans 50 % des échantillons de l'étude sur le Saint-Laurent et trois de ses tributaires (Berryman et coll., 2014) et 40 % des échantillons prélevés dans des cours d'eau de l'Estrie et de la Montérégie (MDDELCC, 2017c). Ces deux études avaient également produit quelques échantillons présentant des

concentrations un peu plus élevées (jusqu'à 99 ng/l) que ceux de la présente étude.

Le gouvernement fédéral canadien a récemment proposé un plan de gestion du risque à l'égard du triclosan (Gouvernement du Canada, 2016). Ce plan vise à ce que les concentrations de triclosan dans les cours d'eau soient maintenues inférieures à la concentration estimée sans effet de 376 ng/l. Pour atteindre cet objectif, le gouvernement entend exiger des fabricants et importateurs de cosmétiques, de produits de santé naturels, de drogues ou de produits de nettoyage qu'ils réduisent leur utilisation de triclosan de 30 % (Environnement et Changement climatique Canada, 2017). Comme le montre la figure 3, tous les résultats d'analyse de la présente étude sont largement sous le seuil de 376 ng/l.

2.1.2 Hormones

Les échantillons d'eau ont été analysés pour quatre hormones naturelles, soit le 17β -estradiol, l'estriol, l'estrone et la testostérone, ainsi qu'une hormone de synthèse utilisée dans les comprimés contraceptifs, le 17α -éthynylestradiol. Malgré des limites de détection assez basses, de 0,6 à 4 ng/l selon l'hormone, tous les résultats d'analyse sont négatifs. Avec une méthode d'analyse un peu différente, les hormones ont été détectées un peu plus souvent dans le Saint-Laurent, soit dans 2 à 8 % des échantillons, selon l'hormone. Les concentrations y sont aussi assez faibles, avec un maximum de 17 ng/l obtenu pour l'estriol (Berryman et coll., 2014). Aux États-Unis, les mêmes hormones ont été détectées plus souvent (dans 2,8 à 21 % des échantillons) et jusqu'à des valeurs maximales plus élevées, soit 160 ng/l pour le 17β -estradiol (Kolpin et coll., 2002).

Pour l'hormone synthétique 17α -éthynylestradiol, la Colombie-Britannique a adopté des critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique de 0,5 et 0,75 ng/l, respectivement pour l'exposition chronique et l'exposition aiguë (Nagpal et Meays, 2009). Un comité scientifique de la Commission européenne a pour sa part proposé une valeur de 0,035 ng/l (SCHER, 2011). Le respect de ces critères et de cette proposition de critère de qualité de l'eau n'a pu être vérifié dans la présente étude, car la limite de détection pour le 17α -éthynylestradiol était de 2 ng/l.

2.1.3 Composés perfluorés

Les composés perfluorés sont des produits chimiques utilisés notamment comme enduits imperméabilisants et antitaches sur une grande gamme de biens de consommation courants : papiers et cartons d'emballage d'aliments, intérieur des boîtes de conserve, tissus, vêtements, tapis, meubles, etc. Ils servent aussi dans la fabrication du Teflon^{MC}, de membranes synthétiques (p. ex., Gore-Tex^{MC}) et de mousses extinctrices. Certains de ces composés sont très persistants dans l'environnement, sont bioaccumulables, sont potentiellement cancérigènes et ont des effets toxiques (Environnement Canada, 2004a).

Depuis 2008, une réglementation fédérale interdit au Canada la fabrication, l'utilisation, la vente et l'importation du sulfonate de perfluorooctane (PFOS) et des produits manufacturés qui en contiennent (Gouvernement du Canada, 2008b). L'acide perfluorooctanoïque (PFOA) a aussi été jugé nocif pour l'environnement et des mesures pour en contrôler les rejets sont envisagées (Gouvernement du Canada, 2015).

Dans le cadre de la présente étude, 4 des 13 composés perfluorés mesurés ont été détectés : le PFOA, le PFOS, le sulfonate de perfluorohexane (PFHxS) et l'acide perfluorononanoïque (PFNA). Il n'y a pas de critères de qualité de l'eau auxquels les résultats obtenus peuvent être comparés. Dans les paragraphes qui suivent, les concentrations mesurées sont comparées à celles obtenues dans d'autres cours d'eau du Québec, soit le fleuve Saint-Laurent et différents cours d'eau de la rive sud, totalisant 27 stations d'échantillonnage (Berryman et coll., 2012a; MDDELCC, 2017c).

Le PFOA a été détecté à toutes les stations d'échantillonnage, dans au moins la moitié des échantillons (figure 4). Sauf dans la rivière Mascouche, les concentrations médianes (de 1 à 5 ng/l) sont analogues à celles obtenues dans la grande majorité des sites échantillonnés dans le Saint-Laurent et dans d'autres cours d'eau du Québec (Berryman et coll., 2012a; MDDELCC, 2017c). Les concentrations sont plus élevées à la station de la rivière Mascouche (MA3), où les quatre résultats d'analyse sont de 8 ou 9 ng/l, ce qui est supérieur à ce qui est généralement rencontré au Québec. Cependant, dans la rivière Mascouche, aucun échantillon n'a affiché

plusieurs dizaines de nanogrammes par litre, comme cela a été le cas à certains endroits dans des cours d'eau de l'Estrie et de la Montérégie. Les agglomérations urbaines semblent être des sources de PFOA, car, comme le montre la figure 4, les concentrations tendent à être plus élevées aux stations en position aval (NO2, NO3, AS2 et MI4) qu'à leurs stations respectives en position amont (NO1, AS1 et MI1).

Le PFOS n'a été détecté que dans trois échantillons : un provenant de la station de la rivière Mascouche (MA3) et deux provenant de la station dans le cours inférieur de la rivière des Mille Îles (MI4) (figure 4). Avec des médianes inférieures à la limite de détection de 1 ng/l et quelques valeurs comprises entre cette limite et

11 ng/l, les teneurs mesurées sont analogues à celles obtenues dans plusieurs autres cours d'eau du Québec. Dans le Saint-Laurent, des détections plus fréquentes ont généré des médianes au-dessus des limites de détection, mais les valeurs maximales sont les mêmes que celles mesurées ici.

Les concentrations de PFHxS sont inférieures à la limite de détection dans presque tous les échantillons, sauf dans la rivière Mascouche (MA3) où, à l'inverse, les quatre échantillons sont positifs, avec des concentrations comprises entre 6 et 8 ng/l (figure 5). Ces concentrations sont plus élevées qu'à tous les autres sites échantillonnés jusqu'à maintenant au Québec.

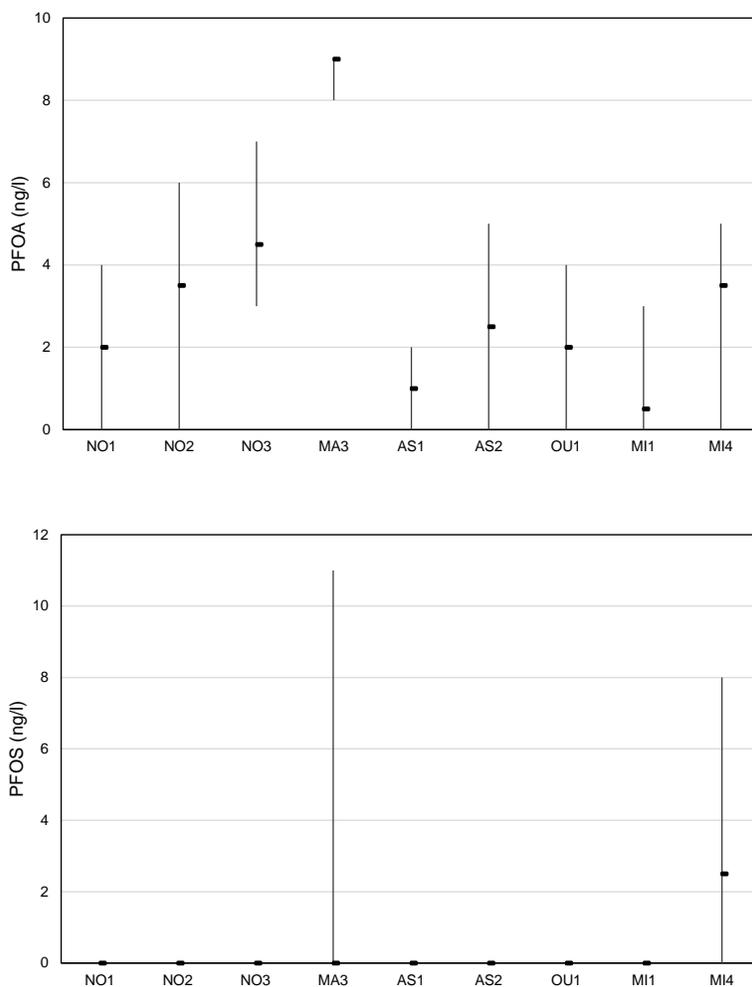


Figure 4 Acide perfluorooctanoïque (PFOA) et sulfonate de perfluorooctane (PFOS) : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

La rivière Mascouche présente aussi les concentrations les plus élevées pour le PFNA (figure 5). Aux autres sites, comme pour le PFOA, les concentrations de PFNA semblent un peu plus élevées aux stations en position aval (NO2, NO3, AS2, MI4) qu'à leurs vis-à-vis en amont (NO1, AS1 et MI1). Toutefois, tant en amont qu'en aval, la gamme de concentrations mesurées est étroite (< 1 à 4 ng/l) et analogue à celle observée dans les autres cours d'eau.

Pris dans leur ensemble, les résultats démontrent l'existence de sources de composés perfluorés dans les rivières à l'étude. C'est le cas plus particulièrement pour la rivière Mascouche, où les quatre composés perfluorés ont été détectés et où le PFHxS a été détecté plus souvent et en concentrations plus élevées qu'aux autres sites échantillonnés au Québec.

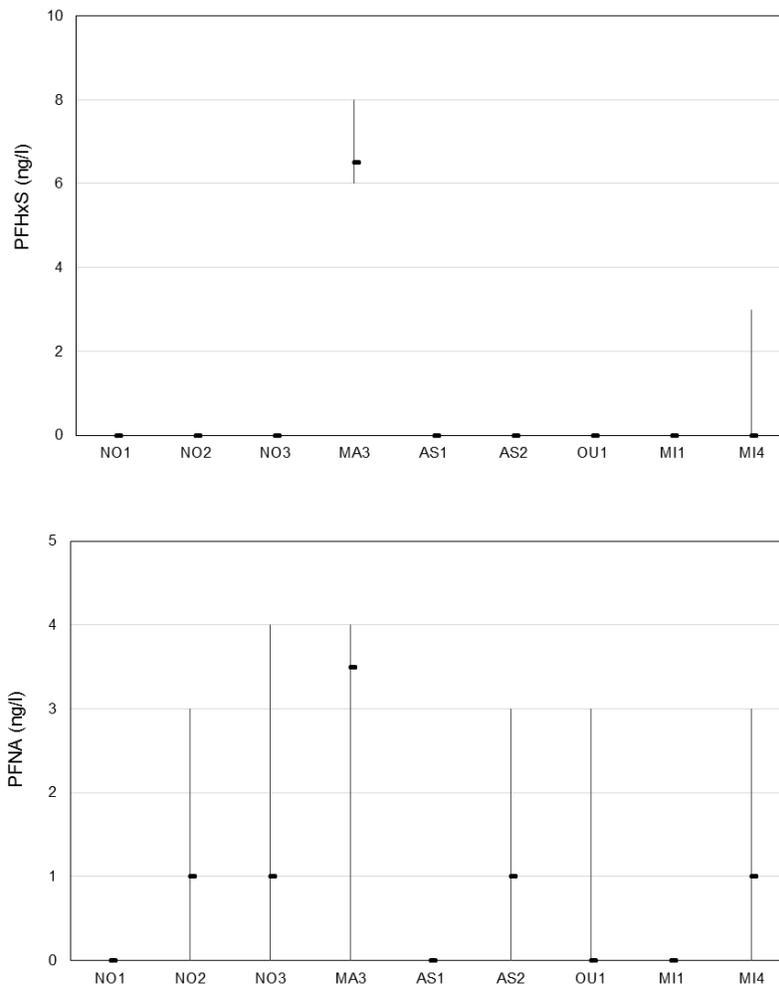


Figure 5 Sulfonate de perfluorohexane (PFHxS) et acide perfluorononanoïque (PFNA) : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

2.1.4 Bisphénol A

Le bisphénol A est utilisé principalement pour la production de plastiques rigides de type polycarbonate et de résines époxydes. Ces substances plastiques entrent dans la fabrication d'un grand nombre de produits : disques compacts, contenants pour les aliments et les boissons, tuyaux, boîtiers d'appareils électroniques, équipements électriques, enduits pour l'intérieur des boîtes de conserve et le béton, pièces d'automobile, etc. Cette substance est produite et utilisée en grandes quantités et a été évaluée en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999). L'évaluation a conclu que ce produit est toxique au sens de la loi, ce qui a mené à des mesures visant à diminuer l'exposition des personnes et des écosystèmes à cette substance (Environnement Canada et Santé Canada, 2008). Une de ces mesures, entrée en vigueur le 11 mars 2010, est l'interdiction du bisphénol A dans les biberons.

Le bisphénol A a été détecté dans 53 % des échantillons de la présente étude, à des concentrations variant de moins de 2 ng/l (la limite de détection) à 1 700 ng/l (figure 6). Pour ce produit cependant, les blancs de terrain des tournées d'échantillonnage de juin et d'août sont positifs. Ces résultats indiquent que certaines bouteilles d'échantillonnage pourraient avoir été l'objet d'une contamination causée par les procédures d'échantillonnage et d'analyse. C'est particulièrement le cas pour la tournée d'échantillonnage de juin, dont les résultats ont été retirés, pour les raisons suivantes :

- Le blanc de terrain de cette tournée d'échantillonnage titrait à 24 ng/l, ce qui est beaucoup plus élevé que la limite de détection de 2 ng/l;

- Les échantillons de juin sont au-dessus de la limite de détection à sept des huit stations d'échantillonnage et, à cinq d'entre elles, la valeur de juin est la plus élevée des quatre résultats à la station;
- À la station en amont de Joliette (AS1), l'échantillon de juin titrait à 190 ng/l, ce qui est très élevé, alors que les trois autres échantillons sont inférieurs à la limite de détection.

Le blanc de terrain de la tournée d'échantillonnage du mois d'août présentait une légère contamination, soit 5,1 ng/l. Toutefois, contrairement à ceux de juin, les résultats du mois d'août n'ont pas été retirés, car ils sont sous la limite de détection à sept des huit stations d'échantillonnage. Ces résultats démontrent qu'une contamination du blanc d'une tournée d'échantillonnage ne signifie pas que tous les échantillons de la tournée sont contaminés d'autant.

La figure 6 présente les résultats obtenus pour les tournées d'échantillonnage de juillet, août et septembre. La station de la rivière Ouareau se démarque, avec trois résultats sur trois nettement au-dessus de la limite de détection, quatre sur quatre si l'on incluait le résultat de juin, ainsi qu'un maximum de 1 700 ng/g. Ces résultats portent à croire qu'il pourrait y avoir une source de bisphénol A en amont dans la rivière Ouareau. Aux autres stations d'échantillonnage, les fréquences de détection et les valeurs obtenues sont plus faibles et se situent à l'intérieur de ce qui a été observé dans les blancs, si l'on inclut les 24 ng/l du blanc de juin.

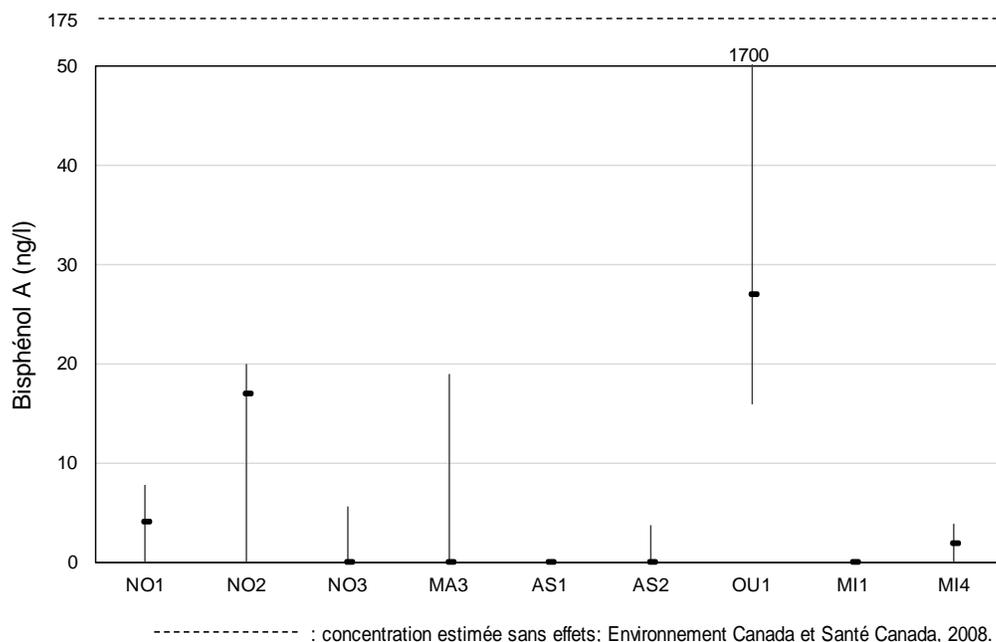


Figure 6 Bisphénol A : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

2.1.5 Nonylphénols éthoxylés

Les nonylphénols éthoxylés sont utilisés surtout comme détergents, dans des formulations industrielles, domestiques et institutionnelles. Ces produits ont d'autres usages, dont la fabrication de pesticides et de mousses extinctrices. À cause de leur toxicité et de leurs effets endocriniens, ils ont fait l'objet de restrictions d'usage par le gouvernement fédéral au cours de la première décennie des années 2000 (Environnement Canada, 2004b). Il en a résulté une forte réduction de leurs concentrations dans les cours d'eau du Québec (Berryman et coll., 2012b; Gauthier et coll., 2013). Les nonylphénols carboxylés sont des produits intermédiaires de la dégradation des nonylphénols éthoxylés.

Les concentrations de nonylphénols éthoxylés sont faibles dans une grande majorité d'échantillons, comme le montre la valeur nulle des médianes (zéro) à presque toutes les stations d'échantillonnage (figure 7). Avec des teneurs respectives de 8,9 et 18,6 µg/l, les échantillons prélevés en juin dans la rivière L'Assomption en aval de Joliette (AS2) et dans la rivière Ouareau (OU1) constituent l'exception. Il est possible toutefois que ces concentrations soient le résultat d'une contamination par le matériel ou les manipulations sur le terrain ou en

laboratoire, car aux deux stations, pour les trois autres mois d'échantillonnage, presque tous les résultats d'analyse des 17 nonylphénols éthoxylés sont inférieurs aux limites de détection. Cette possibilité ne peut être étudiée par le blanc de terrain de juin, qui a été perdu par bris de bouteille.

Dans l'ensemble, les résultats pour les nonylphénols éthoxylés ne sont pas élevés, car sur 36 échantillons, un seul présentait un dépassement du CVAC de 12 µg/l. Les formes carboxylées (NP1-EC et NP2-EC) ont été détectées plus souvent que les formes éthoxylées, mais toujours en concentrations inférieures au critère de qualité de 4 µg/l (figure 7). Tant pour les formes éthoxylées que carboxylées, les concentrations mesurées dans le cadre de la présente étude sont plus basses que celles qui prévalaient au début des années 2000, avant les réductions d'utilisation de ces substances imposées par le gouvernement fédéral à partir de 2004 (Berryman et coll., 2012b; Gauthier et coll., 2013). En été et en automne, les concentrations de NPE1-17EO étaient alors presque toujours au-dessus des limites de détection (Berryman et coll., 2005), ce qui n'est pas le cas pour les échantillons de la présente étude.

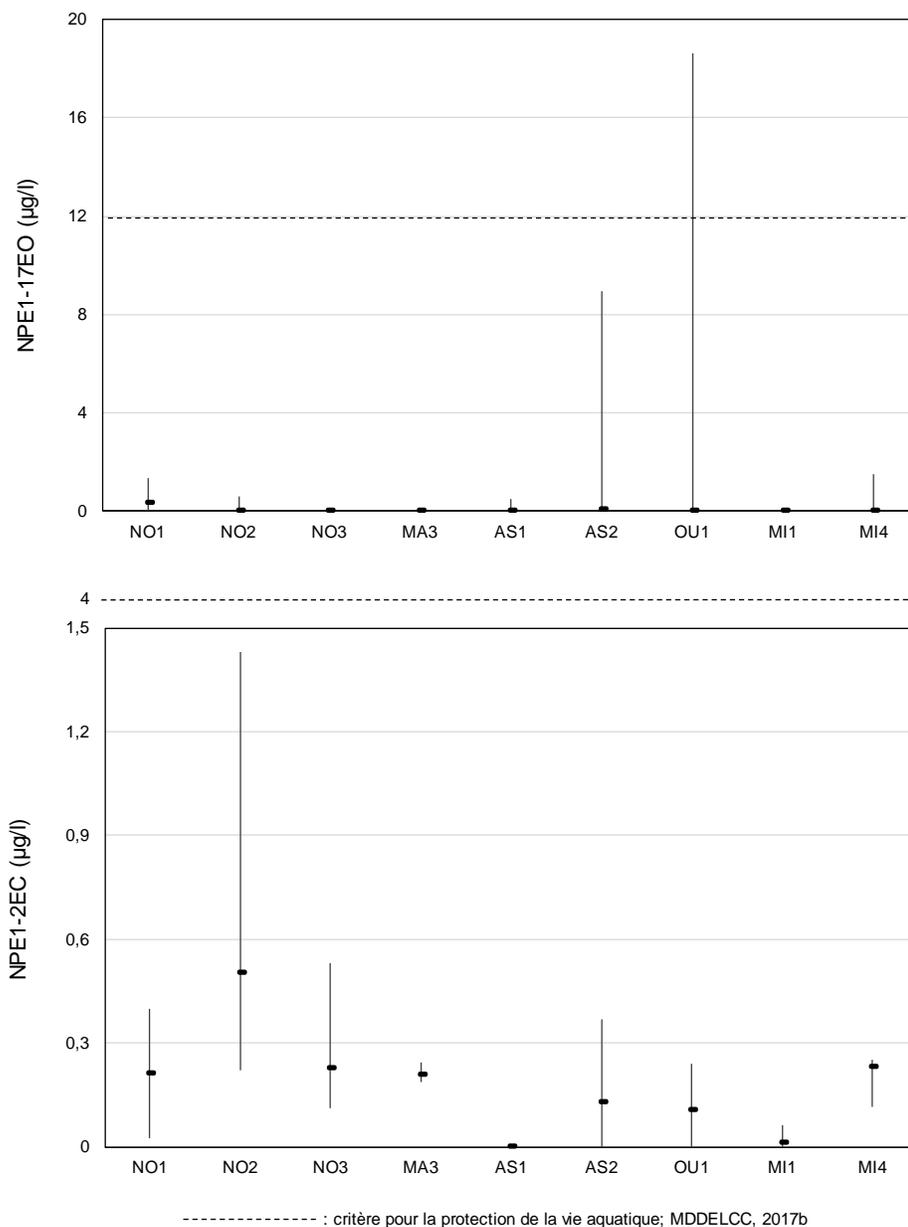


Figure 7 Nonylphénols éthoxylés totaux (NP1-17EO) et nonylphénols carboxylés (NP1-2EC) : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

2.1.6 Métaux dissous

Les concentrations de métaux mesurées dans la présente étude ne sont pas problématiques. Comme le montre le tableau 3, seul le cuivre présente des dépassements du CVAC (2,8 µg/l), soit des concentrations de 3,3 et de 3,4 µg/l obtenues dans la rivière Mascouche (MA3) et une valeur de 4,2 µg/l à la station amont de la rivière des Mille Îles (MI1) (figure 12). Il est peu

probable que des impacts sur la vie aquatique résultent de ces dépassements de critères, car dans les rivières Mascouche et des Mille Îles, selon des données du Réseau-rivières du Québec, la dureté de l'eau est respectivement de 193 et 54,2 mg/l CaCO₃, ce qui est plus élevé que la valeur conservatrice de 25 mg/l utilisée pour l'ensemble des stations de la présente étude. À une dureté de 54,2 mg/l, le CVAC pour le cuivre est de 5,5 µg/l, ce qui est plus élevé

que le maximum de 4,2 µg/l mesuré dans le cadre de la présente étude.

Les données pour le cuivre obtenues à la station NO1 ont été rejetées. À cette station, l'eau a été prélevée dans l'usine d'eau potable de Saint-Jérôme, à un robinet où coule l'eau brute provenant de la rivière du Nord, avant traitement. Les valeurs plus élevées de cuivre mesurées à cet endroit sont à l'évidence le résultat du contact de l'eau avec la tuyauterie et ne reflètent pas les concentrations dans le cours d'eau. En effet, aucun des huit échantillons prélevés plus bas dans la rivière du Nord, aux stations NO2 et NO3, ne présente des valeurs élevées en cuivre. Il en est de même des résultats obtenus pour ce cours d'eau par le Réseau-rivières du Québec (Duchemin, 2013). Toutefois, les concentrations de cuivre mesurées dans l'eau brute de l'usine de traitement, qui varient de 17 à 32 µg/l, demeurent largement inférieures à la norme pour l'eau potable, qui est de 1 000 µg/l (Règlement sur la qualité de l'eau potable, chapitre Q-2, r. 40).

Pour les huit premiers métaux énumérés dans le tableau 3, soit le cadmium, le chrome III, le

chrome VI, le cuivre, le nickel, le plomb, le sélénium et le zinc, des critères de qualité sont disponibles pour la fraction dissoute des métaux, qui est celle analysée dans cette étude. Dans ces cas, la comparaison des résultats obtenus aux critères de qualité est simple et directe.

Dans le cas des autres métaux listés dans le tableau 3, les critères de qualité visent les métaux extractibles totaux et il n'y a pas de critère disponible pour la forme dissoute. Pour ces métaux, la concentration de métaux dissous maximale mesurée (troisième colonne du tableau 3) a été multipliée par un ratio extractibles/dissous propre à chaque métal (quatrième colonne), pour donner une estimation des concentrations extractibles totales (cinquième colonne). Ces concentrations en métaux extractibles totaux sont toutes inférieures aux critères (deuxième colonne). Les ratios extractibles/dissous ont été calculés à partir de données du Réseau-rivières du Québec, plus précisément les résultats obtenus pour des échantillons d'eau analysés pour les deux formes et provenant des rivières Mascouche, du Nord, L'Assomption et des Mille Îles (MDDELCC, 2018a).

Tableau 3 Critères de qualité de l'eau pour les métaux

Métal	CVAC ¹	Valeur maximale mesurée en dissous	Ratio extractibles/dissous ⁴	Estimation valeur maximale en extractibles	Nombre de dépassements du CVAC
	µg/l	(µg/l)		(µg/l)	
Critères pour les métaux dissous					
Cadmium ²	0,096	0,016	NSP	NSP	0
Chrome III ²	24	0,54 ³	NSP	NSP	0
Chrome VI	10,6	0,54 ³	NSP	NSP	0
Cuivre ²	2,8	4,2	NSP	NSP	3
Nickel ²	16	1,7	NSP	NSP	0
Plomb ²	0,524	0,26	NSP	NSP	0
Sélénium	4,61	< 0,2	NSP	NSP	0
Zinc ²	36,5	7,2	NSP	NSP	0
Critères pour les métaux extractibles totaux					
Aluminium	NSP ⁵	66	NSP	NSP	NSP
Antimoine	240	0,17	0,94	0,18	0
Argent	0,1	0,01	0,28	0,04	0
Arsenic	150	0,57	0,96	0,60	0
Baryum ²	100	59	0,79	74,5	0
Béryllium ²	0,72	< 0,008	0,20	< 0,04	0
Bore	5 000	75	0,96	77,9	0
Cobalt	100	0,32	0,32	1,01	0
Fer	1 300	280	0,23	1 237	0
Manganèse ²	570	64	0,44	147	0
Molybdène	3 200	1,6	0,97	1,64	0
Strontium	21000	430	0,99	435	0
Uranium ²	14	0,96	0,96	1,00	0
Vanadium	12	2,6	0,53	4,90	0

1 Source : MDDELCC, 2017b. CVAC : critère pour la protection de la vie aquatique en exposition chronique

2 Critère basé sur une dureté de 25 mg/l CaCO₃

3 Concentration en chrome total

4 Source : MDDELCC, 2018a.

5 Le CVAC pour l'aluminium ne s'applique qu'aux eaux ayant une dureté inférieure à 10 mg/l CaCO₃

Les figures 8 à 17 illustrent les concentrations de métaux mesurées aux sites d'échantillonnage, sauf pour le béryllium et le sélénium, pour lesquels tous les résultats d'analyse sont sous les limites de détection des méthodes d'analyse, qui sont respectivement de 0,008 et 0,2 µg/l. L'examen de ces figures mène aux observations suivantes :

- Dans la rivière Mascouche, les concentrations d'arsenic, de baryum, de bore, de cadmium, de chrome, de cobalt, de molybdène, de nickel, de strontium, d'uranium et de vanadium sont généralement plus élevées qu'aux autres sites d'échantillonnage. La rivière Mascouche est un cours d'eau de plus petite taille que les rivières du Nord, L'Assomption et des Mille Îles et son bassin versant est entièrement sis dans les basses terres du Saint-Laurent. Ces basses terres sont composées en grande partie d'argile d'origine marine, dont le lessivage entraîne naturellement des ions dans l'eau. De plus, sur de grandes superficies, les basses terres du Saint-Laurent supportent une agriculture intensive, avec des sols à nu sujets à l'érosion durant une grande partie de l'année. Cela fait augmenter les concentrations de matières en suspension dans l'eau et il peut en résulter de plus fortes concentrations de métaux, même sous forme dissoute, comme le montrent les données du Réseau-rivières du Québec (Duchemin, 2013). Des concentrations de métaux analogues à celles de la rivière Mascouche ont été observées dans les rivières L'Acadie et de l'Esturgeon (MDDELCC, 2017c), dont les bassins sont eux aussi entièrement sis dans les basses terres du Saint-Laurent.
- L'agglomération de Saint-Jérôme fait augmenter légèrement les concentrations d'antimoine, d'arsenic, de bore, de baryum de cadmium, de cobalt, de manganèse, de molybdène, de strontium d'uranium et de vanadium dans la rivière du Nord, comme le montrent les concentrations un peu plus élevées à la station NO2 qu'à la station NO1. Ces hausses ne sont toutefois pas suffisantes pour qu'il en résulte des dépassements des critères de qualité de l'eau. Il en est de même à Joliette pour l'antimoine, l'arsenic, le bore, le cobalt, le cuivre, le molybdène, le nickel, l'antimoine, l'uranium et le vanadium, comme le montrent les concentrations un peu plus élevées à la station AS2 qu'à la station AS1 de la rivière L'Assomption. De la même façon, les nombreux apports le long de la rivière des Mille Îles y font augmenter un peu les concentrations d'antimoine, de bore, de cadmium, de cobalt, de nickel et de strontium, comme en font foi les valeurs plus élevées pour ces métaux à la station MI4 qu'à la station MI1. Il est à noter que les stations municipales de traitement des eaux usées ne sont pas les seules sources potentielles des métaux dont on voit augmenter les concentrations dans les cours d'eau. Il existe d'autres sources potentielles, comme le ruissellement urbain, l'érosion des sols, l'écoulement à partir de terrains contaminés, etc.
- Dans l'ensemble, les concentrations de métaux obtenues dans le cadre de la présente étude ne se démarquent pas de celles mesurées en Estrie et en Montérégie (MDDELCC, 2017c) et dans plusieurs autres cours d'eau du Québec (Duchemin et Hébert, 2014).

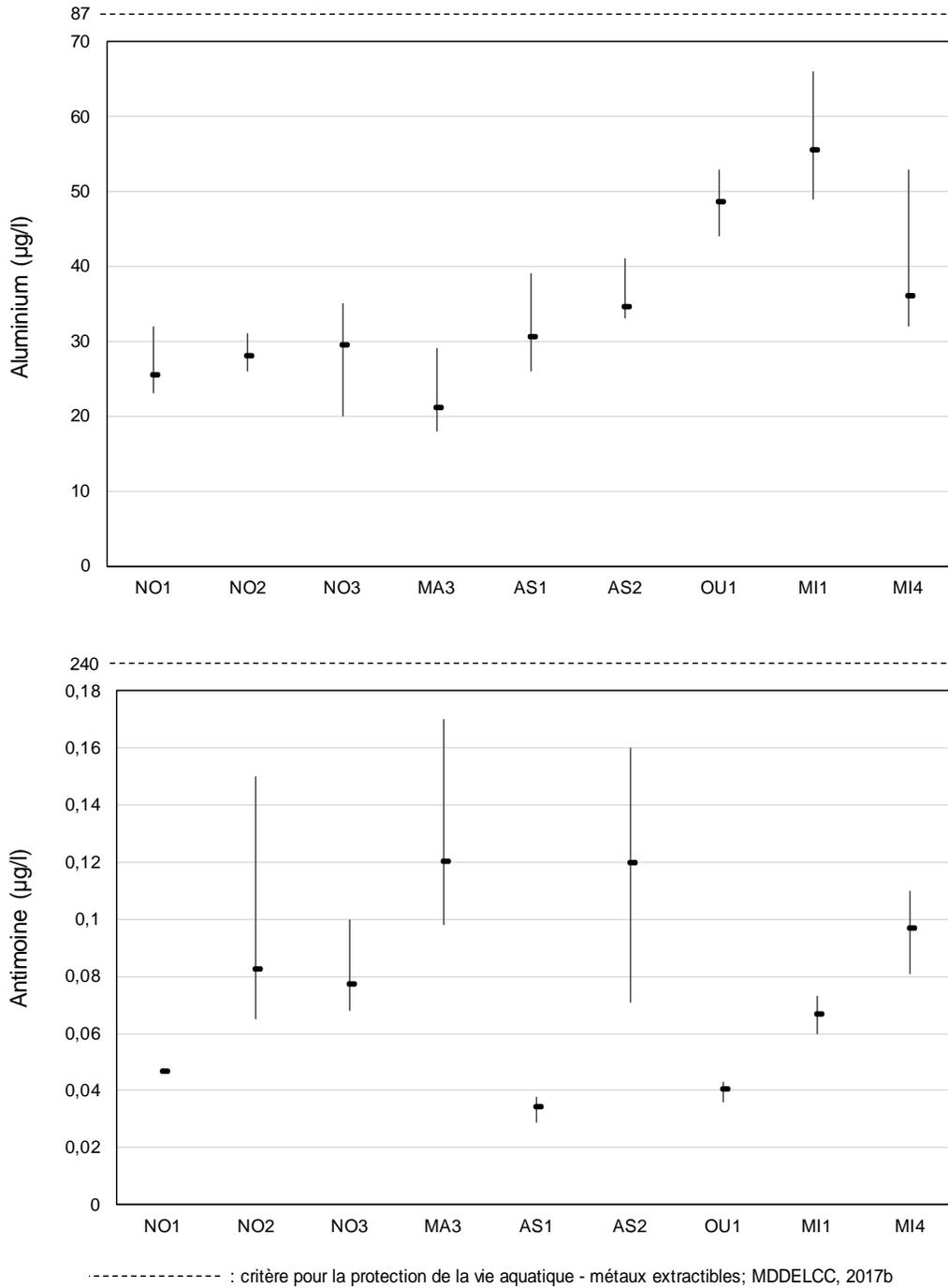


Figure 8 Aluminium et antimoine dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

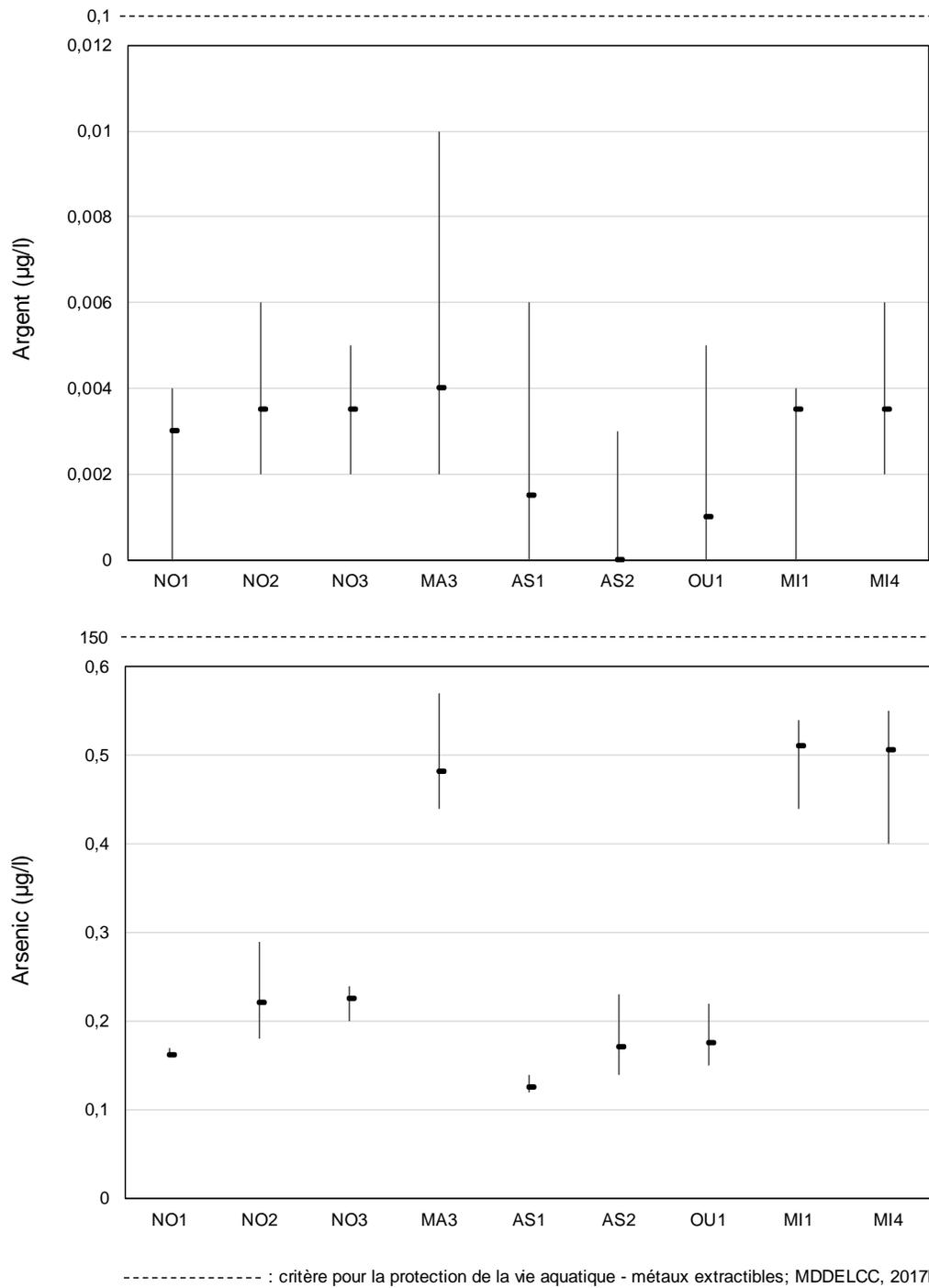


Figure 9 Argent et arsenic dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

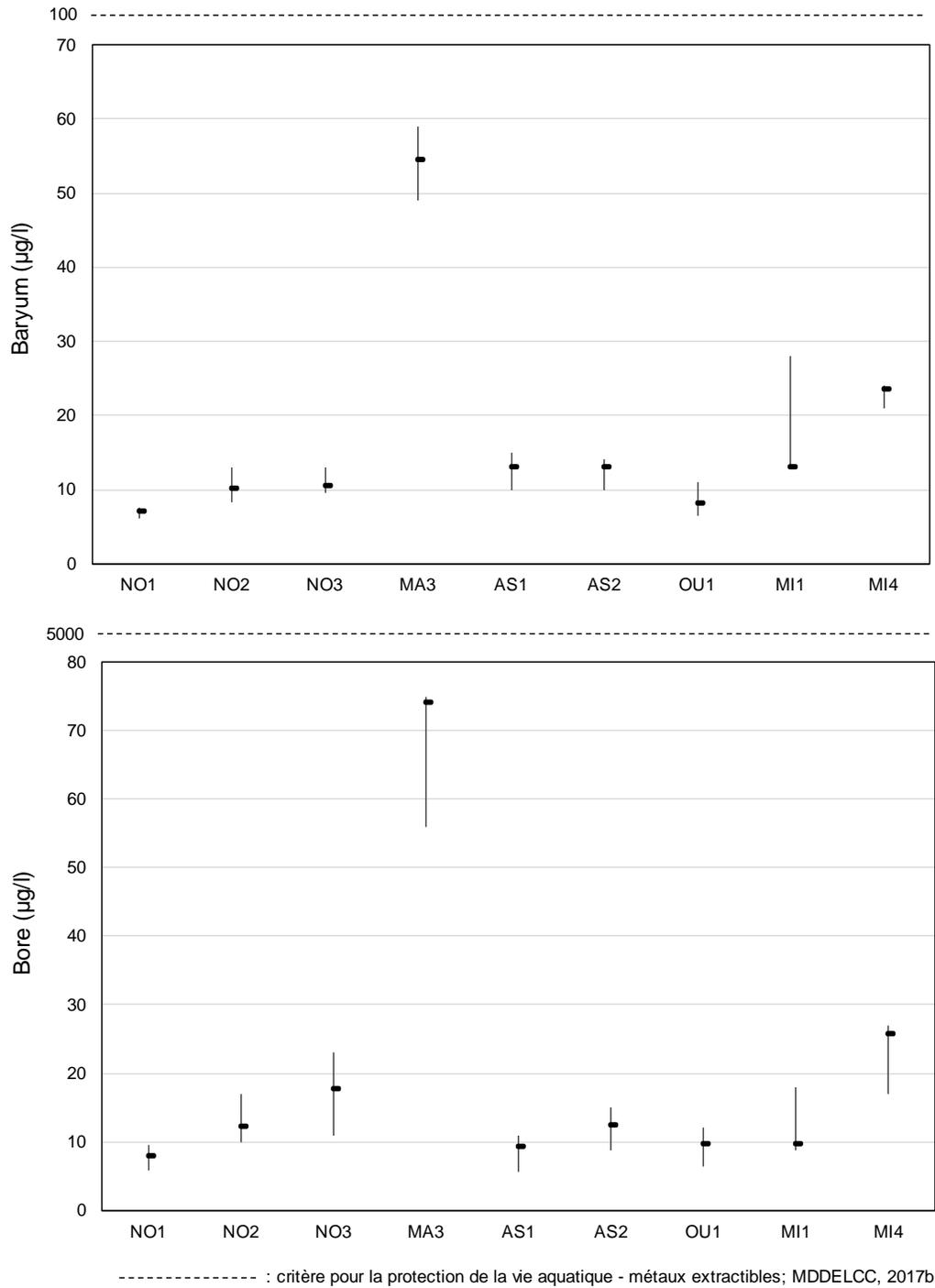


Figure 10 Baryum et bore dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

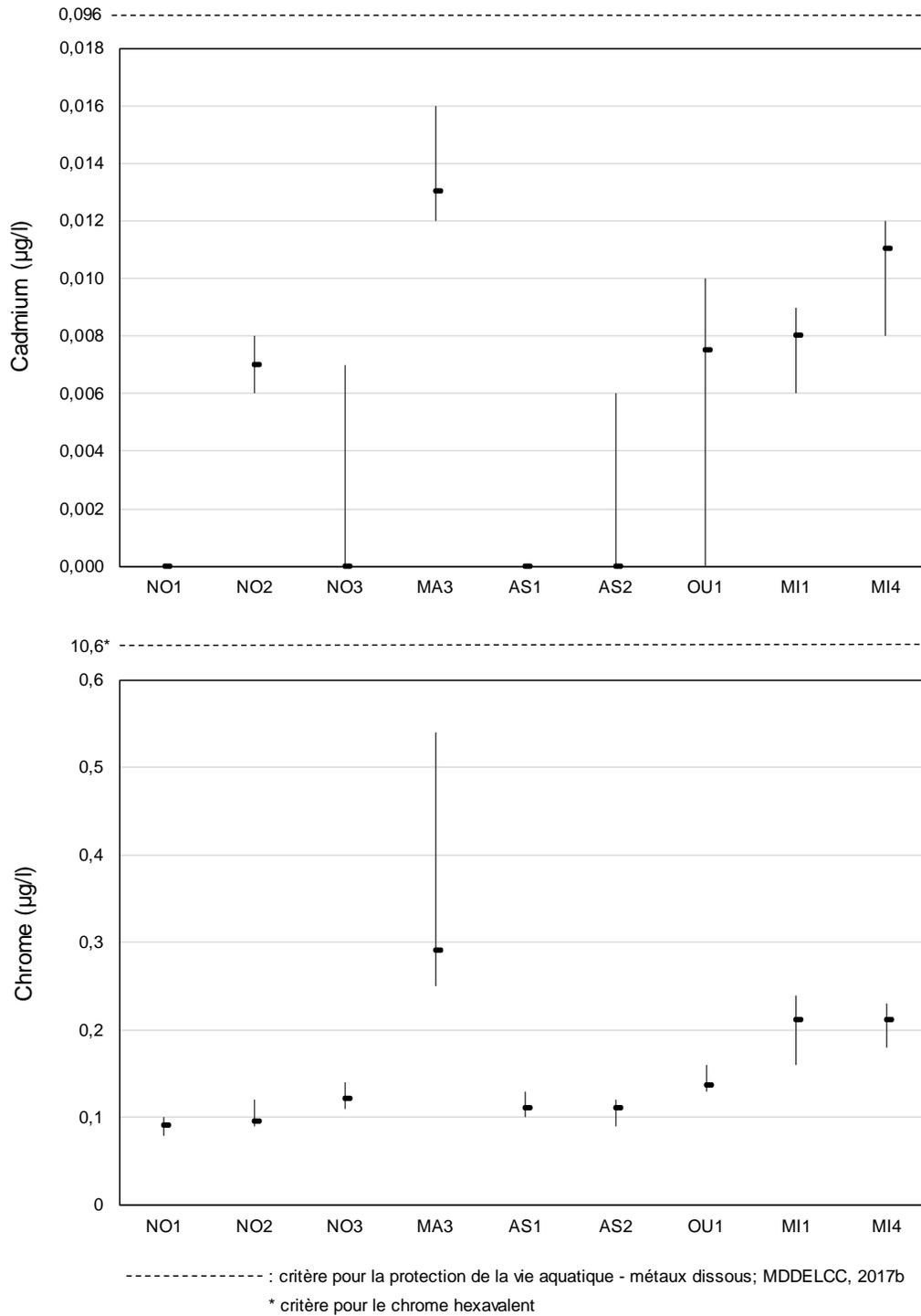


Figure 11 Cadmium et chrome dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

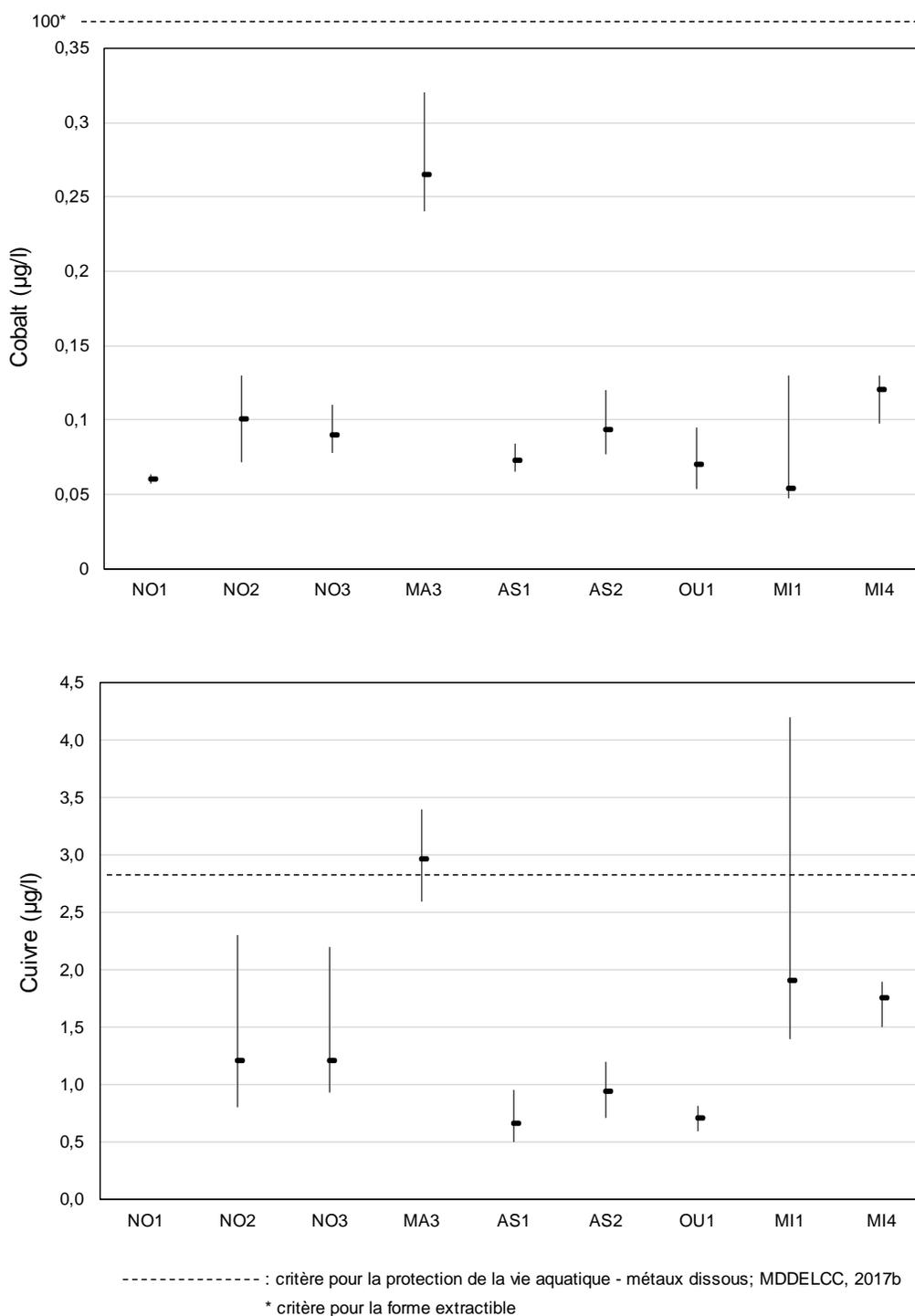


Figure 12 Cobalt et cuivre dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

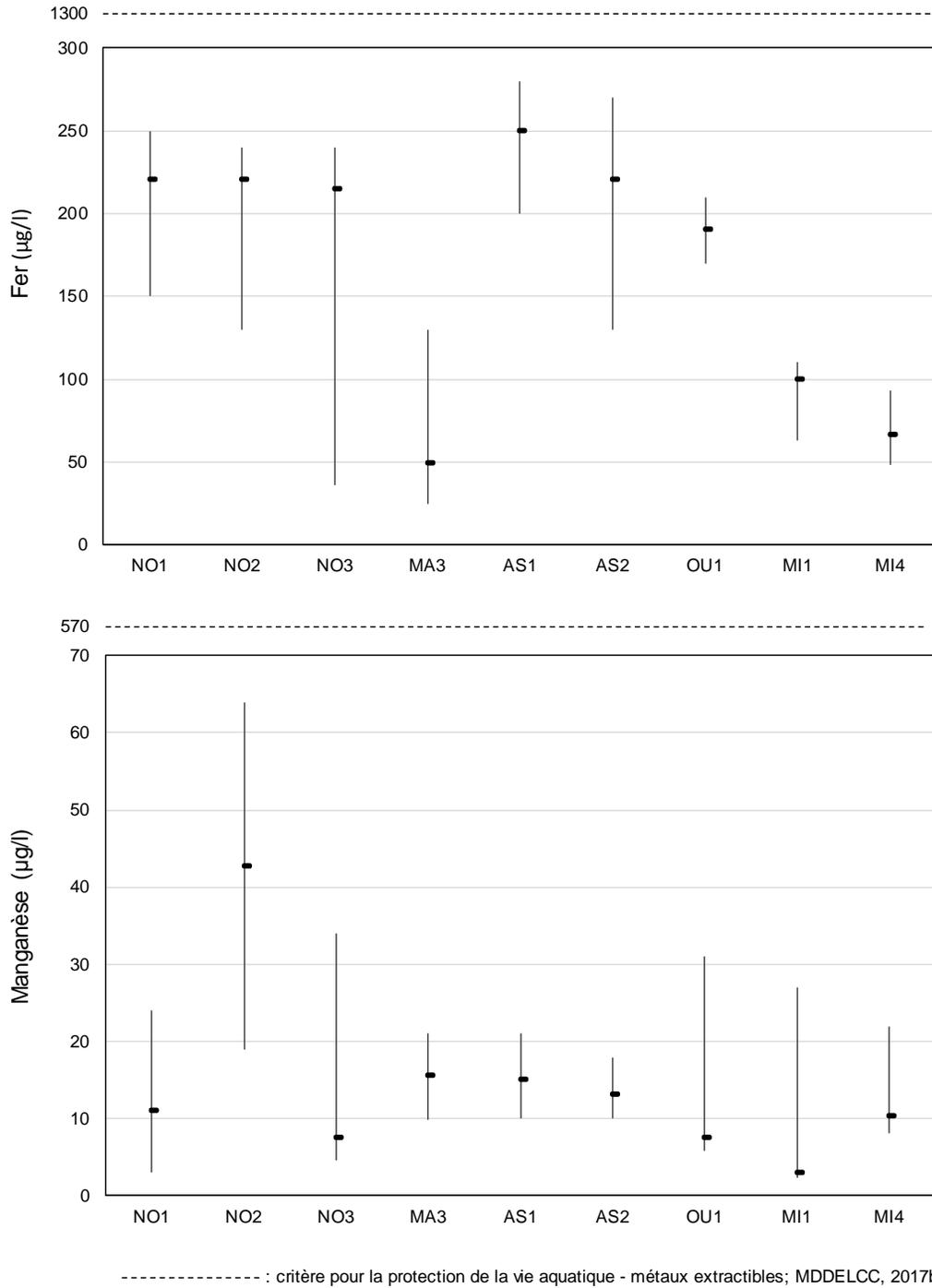


Figure 13 Fer et manganèse dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

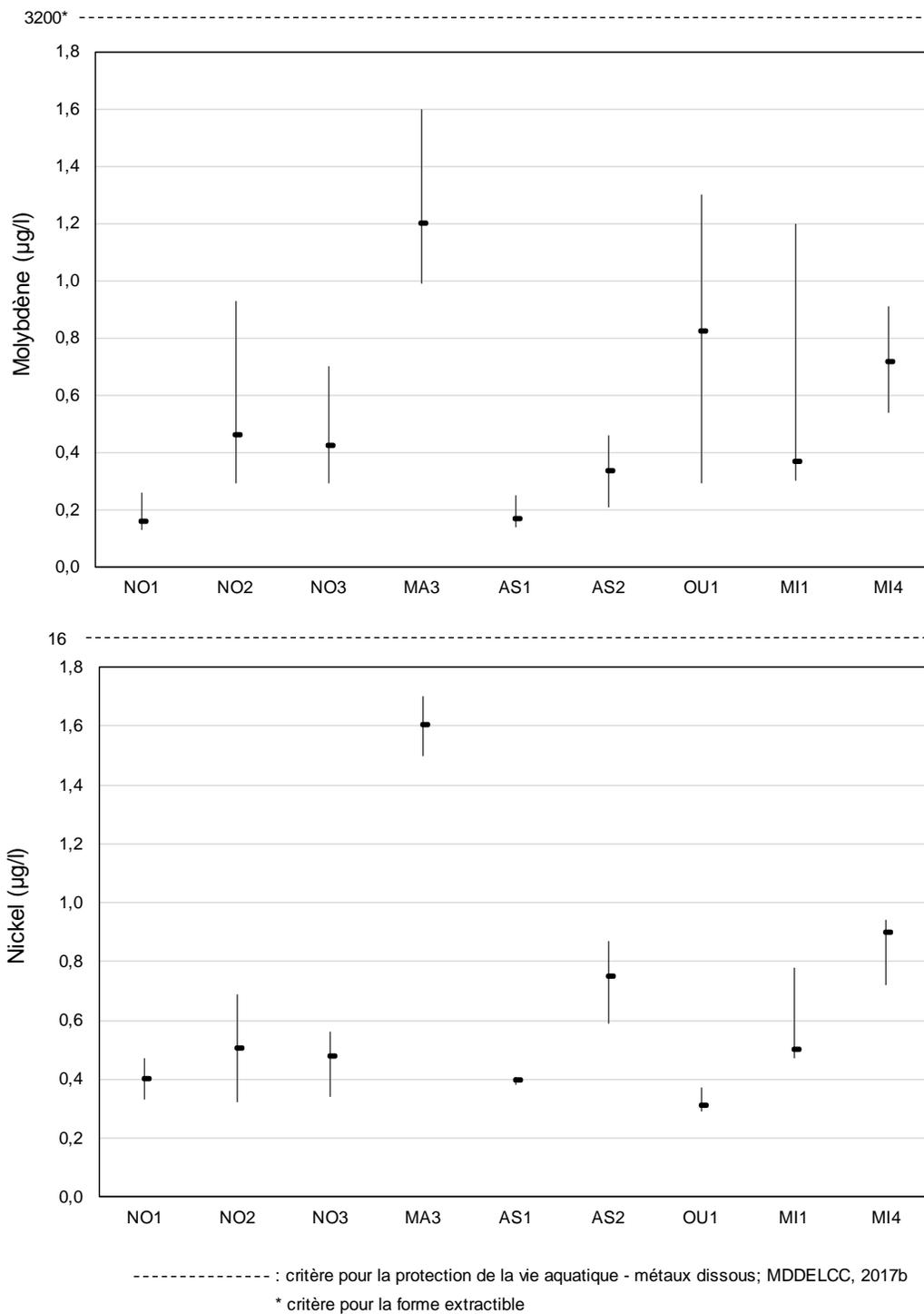


Figure 14 Molybdène et nickel dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

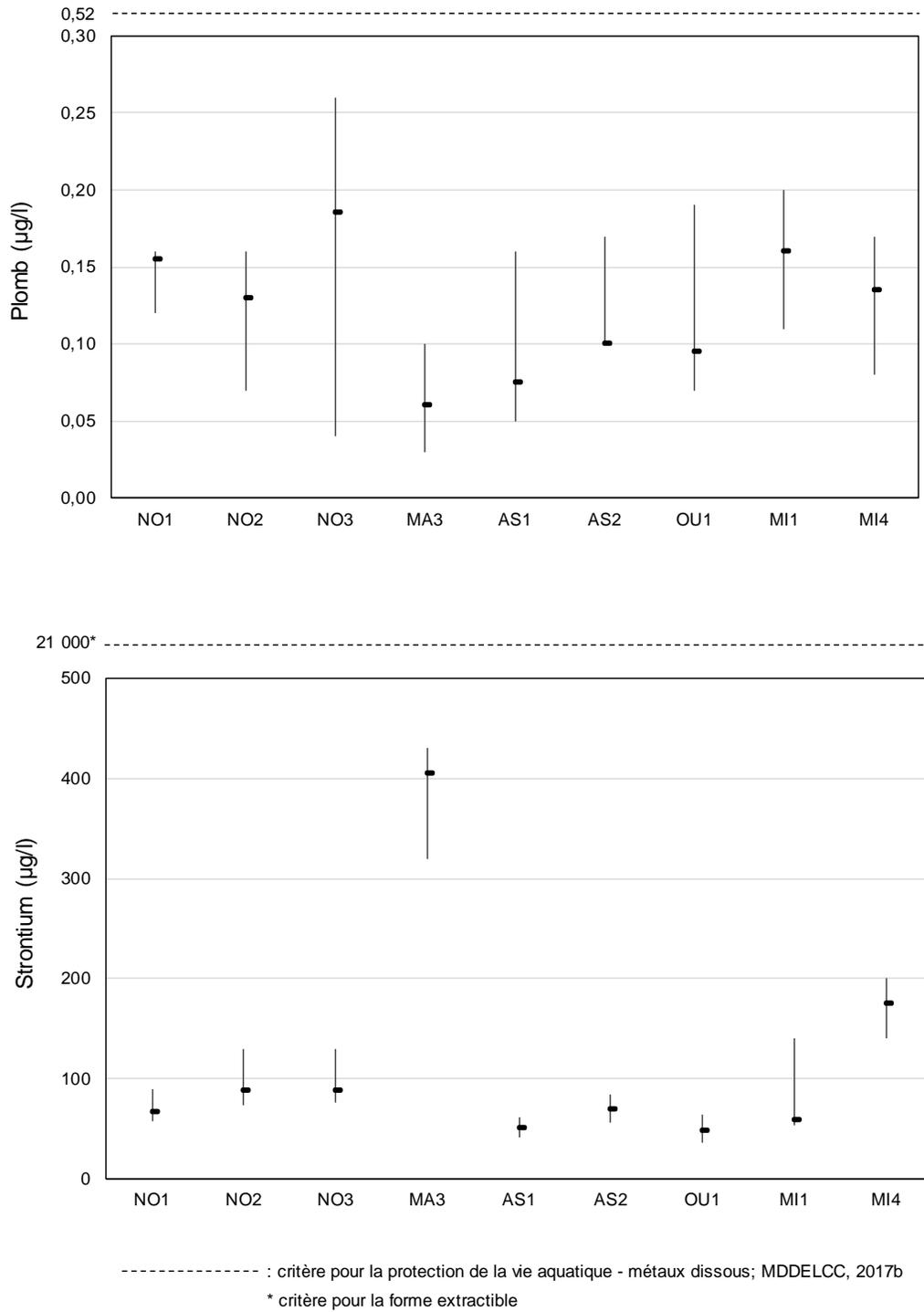


Figure 15 Plomb et strontium dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

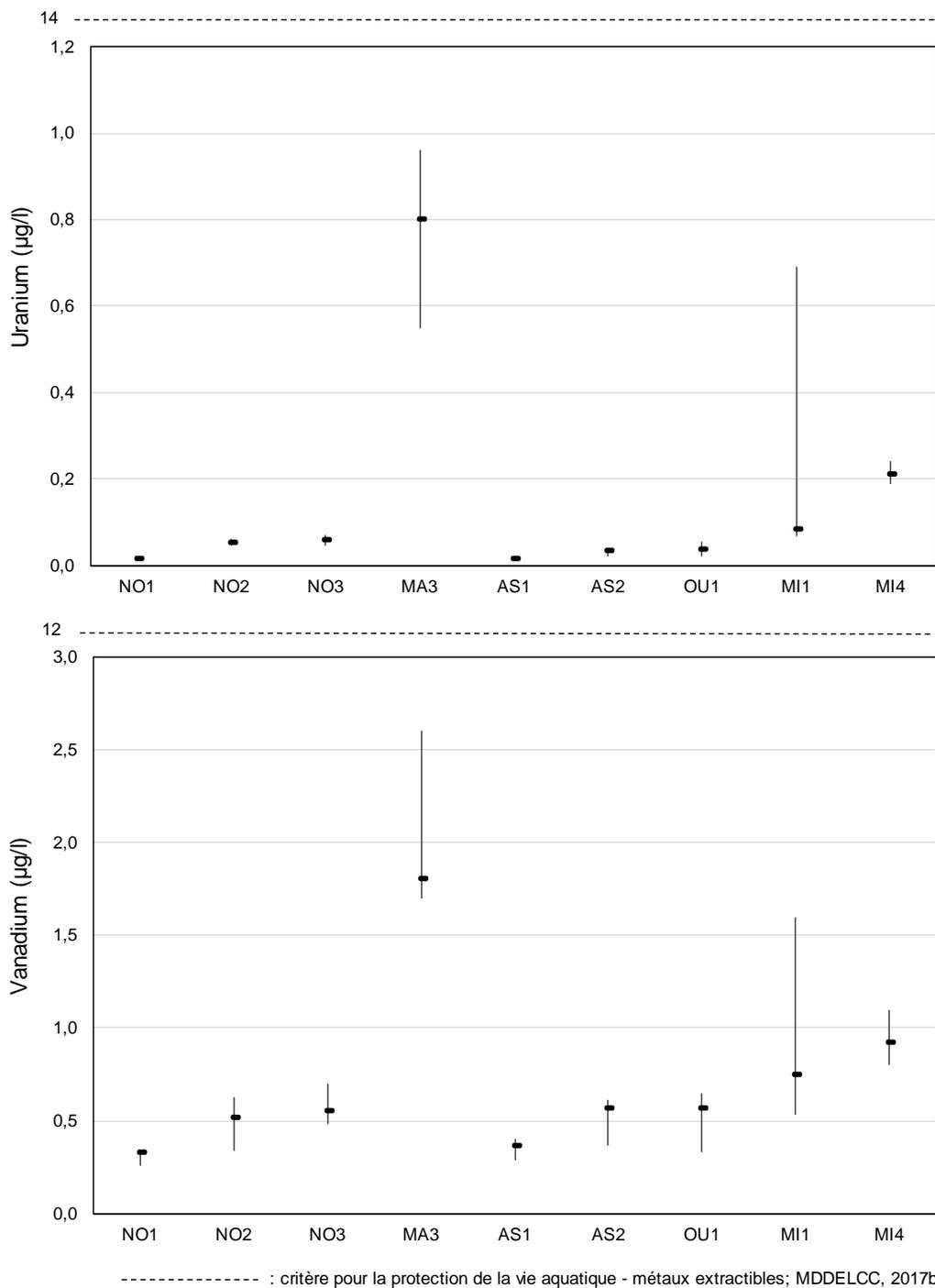


Figure 16 Uranium et vanadium dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

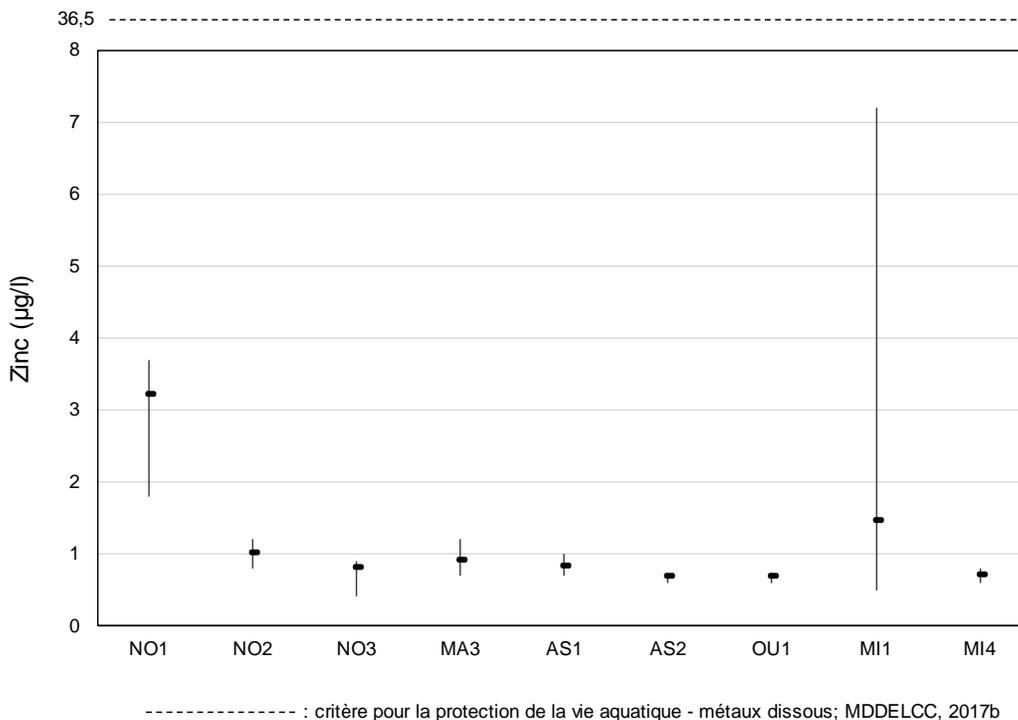


Figure 17 Zinc dissous : concentrations maximum, minimum et médiane à chaque site d'échantillonnage

2.1.7 Toxicité pour les algues unicellulaires

Les échantillons d'eau prélevés aux neuf stations d'échantillonnage n'ont présenté pratiquement aucune toxicité pour l'algue unicellulaire *P. subcapitata*. Dans la grande majorité des échantillons, soit 32 sur 36, on a en fait constaté une stimulation de la croissance des algues. Dans ces cas, l'effet stimulant des nutriments présents dans l'eau a été plus fort que les éventuels effets inhibiteurs des substances toxiques qui pourraient être présentes dans l'échantillon. Dans trois autres échantillons, il n'y a eu ni toxicité ni stimulation. Un seul échantillon, soit celui de juin à la station NO1, a présenté de la toxicité, mais de façon ambivalente, non proportionnelle au pourcentage d'eau de la station utilisée dans les essais de toxicité. Aux fins de comparaison, dans le cadre de l'étude visant des cours d'eau de l'Estrie et de la Montérégie, de la toxicité, généralement assez faible, avait été détectée dans 36 % des échantillons (MDDELCC, 2017c).

2.2 Contaminants mesurés dans le poisson

2.2.1 Espèce et taille des poissons analysés

Les espèces et les classes de taille des poissons récoltés n'étaient pas les mêmes à toutes les stations d'échantillonnage, pour les raisons fournies dans la section sur la méthodologie. Le tableau 4 présente, pour chacune des stations, l'espèce et la classe de taille du spécimen de poisson entier soumis à l'analyse. Dans la rivière du Nord, les espèces analysées ne sont pas les mêmes aux stations NO1, NO2 et NO3. À l'inverse, dans la rivière L'Assomption, de la perchaude de grande taille était disponible aux stations AS1 et AS2, situées respectivement en amont et en aval de Joliette. Dans la rivière des Mille Îles, la barbotte brune permet une certaine comparaison entre les stations MI1 et MI2, bien que les spécimens aux deux stations ne soient pas de la même taille. Il en est de même pour le grand brochet aux stations MI2 et MI3.

Tableau 4 Espèce et classe de taille des poissons analysés en fonction de la station d'échantillonnage

Numéro	Station d'échantillonnage		Spécimens analysés	
	Cours d'eau	Endroit	Espèce	Classe de taille
NO1	du Nord	Amont de Saint-Jérôme	Achigan à petite bouche	Moyen
NO2	du Nord	Aval de Saint-Jérôme	Doré jaune	Petit
			Meunier noir	Grand
NO3	du Nord	Aval de Lachute	Maskinongé	Petit
MA3	Mascouche	Pont de l'autoroute 640	Maskinongé	Moyen
			Doré noir	Moyen
AS1	L'Assomption	Amont de Joliette	Perchaude	Grand
AS2	L'Assomption	Aval de Joliette	Perchaude	Grand
OU1	Ouareau	Aval de Crabtree	Doré noir	Grand
MI1	Mille Îles	Amont de Saint-Eustache	Barbotte brune	Moyen
MI2	Mille Îles	Aval de Blainville et Sainte-Thérèse	Barbotte brune	Grand
			Grand brochet	Moyen
MI3	Mille Îles	Aval de Terrebonne	Grand brochet	Petit
			Achigan à petite bouche	Grand

2.2.2 Biphényles polychlorés (BPC)

Les BPC sont des produits chimiques synthétiques, persistants dans l'environnement et bioaccumulables. Leurs concentrations dans les organismes vivants ont tendance à croître le long de la chaîne alimentaire. Ils ont été utilisés comme liquides isolants dans les transformateurs et les condensateurs électriques, comme échangeurs de chaleur et dans diverses autres applications spécialisées jusqu'à la fin des années 1970. Depuis 1977, l'importation, la fabrication et la vente de BPC sont interdites au Canada. Lorsqu'ils atteignent leur fin de vie, les équipements contenant des BPC doivent être éliminés dans la seule installation prévue à cette fin au Canada, située en Alberta (MDDELCC, 2018b).

La figure 18 présente les teneurs en BPC totaux dans les échantillons de poissons entiers. Dans la perchaude entière de la rivière L'Assomption, en aval de Joliette (AS2), et dans le doré noir de la rivière Ouareau, en aval de Crabtree (OU1), les concentrations dépassent le critère du Ministère (MDDELCC, 2017b) de 160 ng/g pour la protection des oiseaux et mammifères piscivores. En plus de dépasser ce critère, la teneur de 1 500 ng/g mesurée dans la perchaude en aval de Joliette est élevée en

comparaison de celles maintenant rencontrées dans les cours d'eau du Québec. Celles-ci ont diminué au cours des dernières décennies et se situent maintenant dans les dizaines ou les basses centaines de nanogrammes par gramme (Laliberté, 2003).

En première analyse, la valeur élevée obtenue en aval de Joliette portait à croire qu'une contamination marquée en BPC, observée au même endroit durant les années 1980 (Goulet et Laliberté, 1982; Paul et Laliberté, 1989; 1986a; 1986b; Croteau et coll., 1983), était encore présente en 2012. Un échantillonnage de vérification a donc été réalisé. Des filets de pêche scientifique ont été déployés dans la rivière, à 470 m en aval de la station AS2, le 1^{er} août 2017, et ont été relevés le lendemain. Des poissons issus de cette pêche ont été analysés au laboratoire et les résultats sont présentés au tableau 5.

Les données du tableau 5 montrent que les concentrations de BPC dans le poisson pêché en aval de Joliette durant l'été 2017 sont normales. En effet, les quatre échantillons de poissons entiers, constitués d'homogénats de deux ou trois spécimens chacun, présentent des

teneurs de 43 à 170 ng/g de BPC, ce qui est comparable à ce qui est maintenant généralement rencontré au Québec (Laliberté, 2003). La teneur de 1 500 ng/g mesurée dans une perchaude de grande taille capturée en aval de Joliette en 2012 reste inexpliquée. Ce résultat n'est pas dû à une erreur d'analyse au laboratoire, car la reprise de l'analyse a mené au même résultat.

Des analyses ont aussi été réalisées en 2017 sur deux échantillons de chair de poisson, la chair étant la partie du poisson consommée par les humains. Le tableau 5 montre que les teneurs dans cette partie du poisson sont très faibles, soit 4,0 et 4,3 ng/g. Ces résultats sont nettement inférieurs à la norme européenne de 125 ng/g pour les denrées alimentaires (UE, 2011). La norme canadienne concernant les BPC dans les produits de la pêche est actuellement en révision.

La teneur de 270 ng/g de BPC dans un doré noir capturé en 2012 dans la rivière Ouareau en aval

de Crabtree est assez élevée, mais nous disposons de peu de données pour cette espèce permettant d'établir une comparaison. Cette teneur est plus élevée que les 67 ng/g mesurés dans un autre doré noir, capturé dans la rivière Mascouche (figure 18).

Dans les poissons entiers provenant des rivières du Nord, Mascouche et des Mille Îles, les teneurs en BPC inférieures à 150 ng/g (figure 18) sont dans la gamme de ce qui est généralement rencontré au Québec. Dans la rivière des Mille Îles, les teneurs mesurées dans les barbottes brunes capturées aux stations MI1 et MI2 sont les mêmes et celles mesurées dans les grands brochets capturés aux stations MI2 et MI3 sont similaires. De plus, la teneur plus élevée dans l'achigan à petite bouche capturé à la station MI3 est similaire à celle obtenue dans la rivière du Nord en amont de Saint-Jérôme (NO1). Ces résultats portent à croire qu'il n'y a pas de source ponctuelle importante de BPC le long de la rivière des Mille Îles.

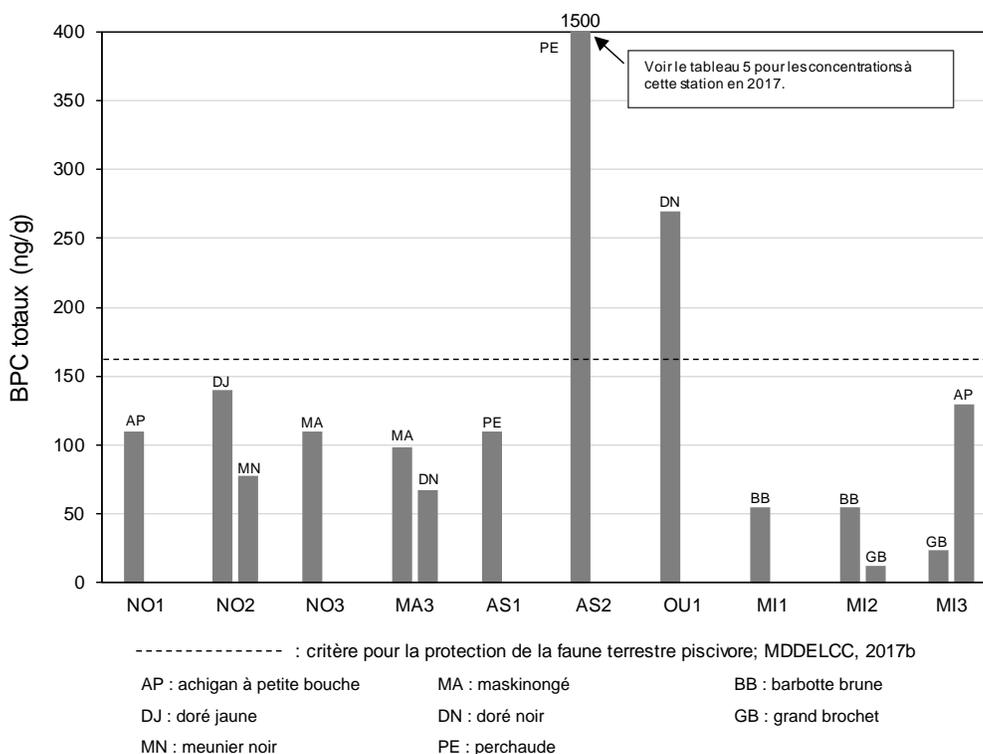


Figure 18 Concentrations en BPC totaux dans les poissons (somme de 8 familles de congénères)

Les BPC s'accumulent dans le gras des poissons et, pour cette raison, les espèces qui présentent une plus forte teneur en gras peuvent accumuler davantage de ce contaminant. Toutefois, ce facteur ne peut pas expliquer les teneurs plus élevées en BPC obtenues en aval de Joliette et de Crabtree en 2012. En effet, les perchaudes capturées en amont (AS1) et en aval (AS2) de Joliette présentaient des pourcentages de gras similaires, soit 2,44 et 2,77 %, respectivement, alors que les dorés noirs capturés en aval de Crabtree (OU1) et dans la rivière Mascouche (MA3) titraient respectivement à 4,16 et 5,54 % de gras. Les faibles pourcentages de gras des grands brochets capturés aux stations MI2 et MI3, respectivement de 0,60 et 0,94 %, expliquent sans doute en partie les basses

teneurs en BPC obtenues pour cette espèce (figure 18).

Les pourcentages de gras semblent aussi influencer les résultats obtenus avec la pêche de confirmation de 2017. Comme le montre le tableau 5, les teneurs en BPC de 140 et 170 ng/g respectivement dans les dorés jaunes et les chevaliers blancs sont associées à des teneurs en gras relativement élevées de 3,4 et 2,5 %. Dans la perchaude et le grand brochet, les teneurs en BPC plus basses, respectivement de 43 et 79 ng/g, sont associées à de plus faibles teneurs en gras, soit 1,2 et 1,4 %. Dans la chair de poisson, les teneurs en BPC très faibles (4,0 et 4,3 ng/g) sont associées à des teneurs en gras de seulement 0,14 et 0,13 %.

Tableau 5 Teneurs en BPC et pourcentage de gras de poissons pêchés dans la rivière L'Assomption en aval de Joliette le 2 août 2017

Espèce	Taille		Poids (g)	Poisson entier		Chair	
	(mm)	Classe		BPC (ng/g)	Gras (%)	BPC (ng/g)	Gras (%)
Doré jaune	390	petite	528,8	140	3,4	4,3	0,13
	369	petite	380,0				
Grand brochet	433	petite	506,1	79	1,7	4,0	0,14
	399	petite	265,7				
Perchaude	125	< petite	65,2	43	1,2		
	130	< petite					
	126	< petite					
Chevalier blanc	475	grande*	1164,8	170	2,5		
	457	grande*	1058,9				

* : par rapport aux classes de taille du meunier noir et du meunier rouge

2.2.3 Dioxines et furannes chlorés et BPC planaires

Les dioxines et furannes chlorés sont des substances toxiques, persistantes et bioaccumulables issues de la combustion. Au Canada, les principales sources de ces substances sont « l'incinération de déchets (déchetts solides municipaux, déchets dangereux, boues d'épuration et déchets médicaux), la combustion de bois chargé en sel dans les chaudières des usines côtières de

pâtes et papiers, le frittage du fer, les fours électriques à arc destinés à la fabrication d'acier et les chambres coniques de combustion de déchets municipaux » (CCME, 2015).

Les dioxines et les furannes chlorés ainsi que les BPC de forme planaire n'ont pas tous la même toxicité, mais ils ont tous le même mécanisme de toxicité. Pour cette raison, leurs concentrations sont transformées en équivalents de la dioxine chlorée la plus toxique, le

2,3,7,8-TCDD, en multipliant la concentration mesurée de chaque substance par les facteurs d'équivalence présentés à l'annexe 3. Les concentrations équivalentes ainsi obtenues pour chacune des substances sont ensuite sommées, pour obtenir la charge toxique totale associée à la présence de ces substances dans l'échantillon. Ces produits n'ayant pas la même toxicité pour les mammifères et les oiseaux, il existe des facteurs d'équivalence propres à chacun de ces groupes d'animaux (annexe 3). Pour l'ensemble de ces substances (dioxines et furannes chlorés et BPC planaires), le critère de qualité pour la protection de la faune terrestre piscivore est 0,66 pg/g (picogramme par gramme) (MDDELCC, 2017b) et il est souvent dépassé (MDDELCC, 2017; Laliberté, 2016).

La figure 19 présente les concentrations mesurées dans les poissons entiers à chacune des stations d'échantillonnage, en équivalents toxiques pour les mammifères piscivores et pour les oiseaux piscivores. Pour ces derniers, les concentrations totales en équivalents toxiques sont problématiques dans presque tous les échantillons de poissons, dépassant souvent de beaucoup le critère du Ministère de 0,66 pg/g. À l'égard des mammifères piscivores, les teneurs sont problématiques dans les échantillons de poissons provenant de la rivière du Nord et dans certains de ceux provenant de la rivière des Mille Îles. Dans leur ensemble, ces résultats

sont similaires à ceux obtenus dans des cours d'eau de l'Estrie et de la Montérégie. Là aussi, les dépassements du critère de qualité en équivalents toxiques pour les oiseaux piscivores étaient nombreux et un échantillon a atteint 31,7 pg/g (MDDELCC, 2017c), ce qui est supérieur au maximum de 15,6 pg/g de la présente étude.

La figure 19 montre qu'à toutes les stations d'échantillonnage, les teneurs en équivalents toxiques sont davantage dues aux BPC planaires qu'aux dioxines et aux furannes chlorés. Cela tient au fait que les poissons entiers contenaient plus de BPC planaires que de dioxines et de furannes, d'autant plus que les facteurs d'équivalence de la toxicité des BPC sont généralement moins élevés que ceux des dioxines et des furannes (annexe 3). C'est le cas notamment du BPC planaire n° 77, qui a été détecté dans tous les échantillons. Le facteur d'équivalence toxique de ce composé est de 0,0001 pour les mammifères piscivores et de 0,05 pour les oiseaux piscivores, ce qui explique en grande partie les valeurs totales plus élevées pour ces derniers dans la figure 19. La concentration plus élevée de ce BPC planaire dans l'échantillon de poisson (doré noir) provenant de la rivière Ouareau (OU1) compte pour près de 90 % des équivalents toxiques pour les oiseaux à ce site d'échantillonnage.

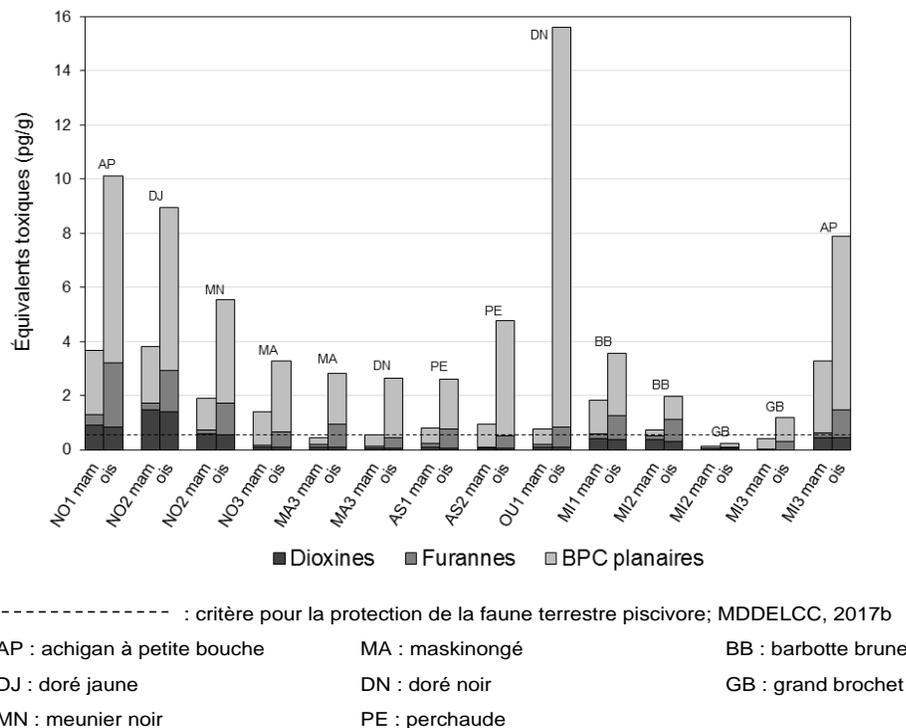


Figure 19 Concentrations de dioxines et furannes chlorés et de BPC planaires dans les poissons en équivalents toxiques de 2,3,7,8-TCDD (EPA, 2008) pour les mammifères et les oiseaux piscivores

2.2.4 Polybromodiphényléthers (PBDE) et autres retardateurs de flamme

Les PBDE sont utilisés comme retardateurs de flamme ajoutés à différentes matrices plastiques, à des résines synthétiques et à des fibres textiles afin de réduire l'inflammabilité d'une multitude de produits de consommation : le rembourrage des meubles, les boîtiers d'appareils électroniques (téléviseurs, ordinateurs, etc.), des pièces d'automobile, des tuyaux de plastique, des matériaux de construction à base de plastique, des fils électriques, des circuits imprimés, des jouets, des adhésifs, des scellants, certains tissus, etc.

Les effets potentiels des PBDE sur la santé humaine et l'environnement ont été évalués en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (LCPE). Au terme de cette évaluation, le gouvernement fédéral a conclu que les PBDE sont des substances toxiques au sens de la LCPE (Environnement Canada, 2004c) et a instauré des mesures visant la quasi-élimination

des groupes homologues les plus bioaccumulables, soit les tétraBDE, pentaBDE et hexaBDE, qui contiennent respectivement de quatre à six atomes de brome (Gouvernement du Canada, 2008a).

La figure 20 montre les teneurs en PBDE totaux dans les poissons analysés. Les résultats suggèrent fortement que les zones urbaines visées sont des sources de PBDE pour les cours d'eau, car pour une même espèce de poisson, les teneurs sont plus élevées aux stations situées en aval des agglomérations urbaines qu'à celles situées en amont, que ce soit dans le même cours d'eau ou des cours d'eau différents. Il en est ainsi pour tous les cas de figure, soit :

- les perchaudes capturées dans la rivière L'Assomption en amont et en aval de Joliette (stations AS1 et AS2);
- les barbottes brunes pêchées dans la rivière des Mille Îles en amont et en aval de Blainville et de Sainte-Thérèse (stations MI1 et MI2);

- les grands brochets provenant de la rivière des Mille Îles en amont et en aval de Terrebonne (stations MI2 et MI3);
- l'achigan à petite bouche provenant de la rivière des Mille Îles en aval de Terrebonne (station MI3) par rapport à celui récolté dans la rivière du Nord en amont de Saint-Jérôme (station NO1);
- le maskinongé provenant de l'aval de Lachute (station NO3) par rapport à celui pêché dans la rivière Mascouche (station MA3);
- le doré noir provenant de l'aval de Crabtree (station OU1) par rapport à celui provenant de la rivière Mascouche (station MA3).

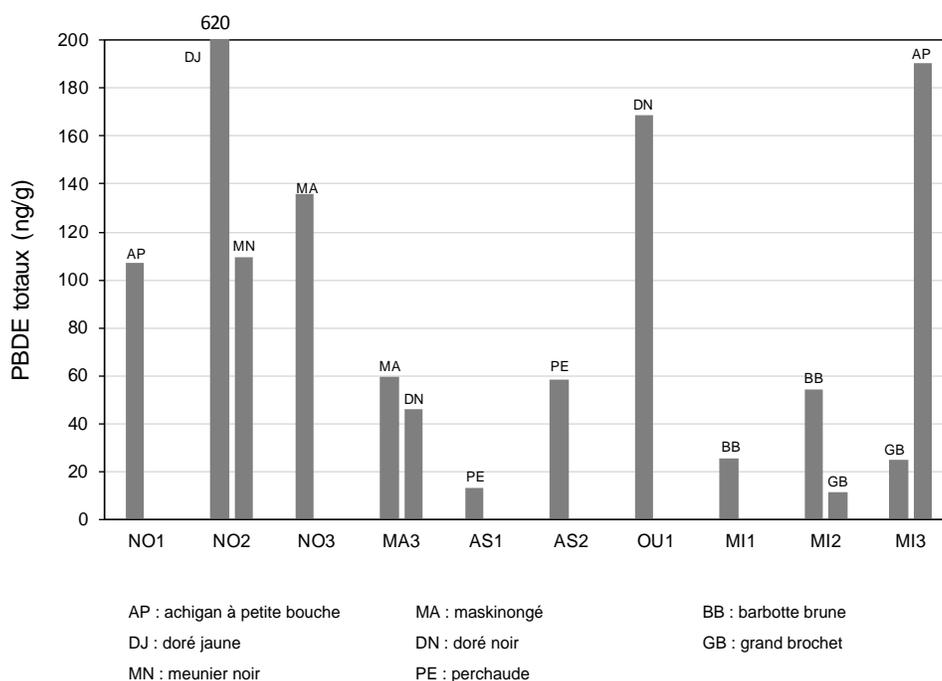


Figure 20 Concentrations de polybromodiphényléthers dans les poissons

Dans le cadre de la présente étude, il n'y a pas de comparable pour les résultats obtenus dans le doré jaune et le meunier noir capturés dans la rivière du Nord en aval de Saint-Jérôme (station NO2). Cependant, les 620 ng/g obtenus dans le doré jaune sont élevés en comparaison de tous les résultats de la présente étude, de ceux obtenus en Estrie et en Montérégie (MDDELCC, 2017c) et de ceux provenant d'autres cours d'eau (Laliberté, 2011). La teneur de 110 ng/g dans le meunier noir de taille moyenne est aussi relativement élevée en comparaison de résultats obtenus pour cette espèce sur d'autres cours d'eau et rapportés par Laliberté (2011).

Environnement Canada (2013) a établi des critères de qualité pour les concentrations de PBDE dans l'eau, les sédiments et les poissons. Compte tenu du nombre restreint de données toxicologiques disponibles pour établir ces

critères, l'organisme a adopté une approche prudente, expliquant que « ...des marges d'incertitude considérables sont associées aux seuils de toxicité, et c'est pourquoi des facteurs d'application prudents ont été appliqués ». Les valeurs des critères résultants sont donc basses (c.-à-d. 1 ng/g de pentaBDE dans le poisson) et sont souvent dépassées dans les cours d'eau de l'Estrie et de la Montérégie (MDDELCC, 2017c).

Deux types de critères de qualité relatifs aux concentrations de PBDE dans le poisson sont retenus ici : un pour la protection du poisson lui-même et un autre pour la protection de la faune terrestre piscivore. Ces critères sont par famille de PBDE : les tri, tétra, penta, hexa, hepta, octa, nona et décaBDE ayant chacun leurs valeurs seuil. Le tableau 6 présente la comparaison des concentrations mesurées dans les poissons de la présente étude aux critères pour les tétra, penta et hexaBDE. Pour les autres familles, il n'y a eu

aucun dépassement des critères. Comme le montre le tableau 6, les teneurs en pentaBDE mesurées dans les poissons de la présente étude dépassent, à toutes les stations d'échantillonnage, le critère de 1 ng/g pour la protection des poissons et celui de 3 ng/g l'égard des mammifères piscivores. Le critère de 13 ng/g en pentaBDE pour protéger les oiseaux piscivores est lui aussi dépassé à plusieurs stations. Les dépassements sont particulièrement

importants dans le doré jaune provenant de l'aval de Saint-Jérôme (NO2), dans le maskinongé provenant de l'aval de Lachute (NO3), dans le doré noir capturé en aval de Crabtree (OU1) et dans l'achigan à petite bouche provenant de l'aval de Terrebonne (MI3). Pour ces mêmes spécimens, notamment, s'ajoutent des dépassements pour les tétraBDE et les hexaBDE (tableau 6).

Tableau 6 Facteurs de dépassements des critères de qualité concernant les concentrations de PBDE dans le poisson

Famille de PBDE			tétraBDE		pentaBDE			hexaBDE	
Groupe animal protégé par le critère			poissons	mammifères	poissons	mammifères	oiseaux	poissons	mammifères
Critère (ng/g)			88	44	1	3	13	420	4
Station	Espèce	Taille							
NO1	Achigan à petite bouche	Moyenne		1,4	36	12	2,8		1,5
NO2	Doré jaune	Petite	3,1	6,3	320	107	25		4,9
NO2	Meunier noir	Grande	1,01	2,0	13	4,2			
NO3	Maskinongé	Petite		1,3	67	22	5,2		2,4
MA3	Maskinongé	Moyenne			14	4,8	1,1		
MA3	Doré noir	Moyenne			21	7,1	1,6		
AS1	Perchaude	Grande			3,4	1,1			
AS2	Perchaude	Grande			14	4,7	1,1		
OU1	Doré noir	Grande		1,9	74	25	5,7		2,6
MI1	Barbotte brune	Moyenne			12	3,9			
MI2	Barbotte brune	Grande			29	10	2,3		
MI2	Grand brochet	Moyenne			5,3	1,8			
MI3	Grand brochet	Petite			12	3,9			
MI3	Achigan à petite bouche	Grande	1,04	2,1	84	28	6,4		3,5

* : source des critères : Environnement Canada, 2013.

Les valeurs dans le tableau sont les facteurs de dépassement du critère. Par exemple, une valeur de 12 signifie que la concentration dans le poisson est 12 fois supérieure au critère. L'absence de valeur signifie que le critère n'est pas dépassé.

La figure 21 présente les résultats obtenus pour l'hexabromobiphényle (HBB), un retardateur de flamme bioaccumulable et persistant produit aux États-Unis durant les années 1970, dont la production a cessé en 1976 et dont il n'y a plus de production connue dans le monde depuis de nombreuses années (PNUE, 2011). Le graphique montre que ce produit est toujours détecté, à presque toutes les stations d'échantillonnage de la présente étude. Les teneurs, notamment celle de 1,2 ng/g dans la barbotte brune capturée à la station amont de la rivière des Mille Îles, sont un peu plus élevées que celles enregistrées en Estrie et en

Montérégie (MDDELCC, 2017c). Elles demeurent toutefois de 100 à 1 000 fois plus basses que les teneurs en PBDE. Il n'y a pas de critère de qualité auquel les résultats obtenus peuvent être comparés.

Les résultats ne montrent pas d'apport en HBB par les zones urbaines du territoire à l'étude. En effet, les teneurs mesurées dans les perchaudes aux stations AS1 et AS2, dans les barbottes brunes aux stations MI1 et MI2 ainsi que dans les grands brochets aux stations MI2 et MI3 ne sont pas vraiment plus élevées à la station aval qu'à la station amont (figure 21).

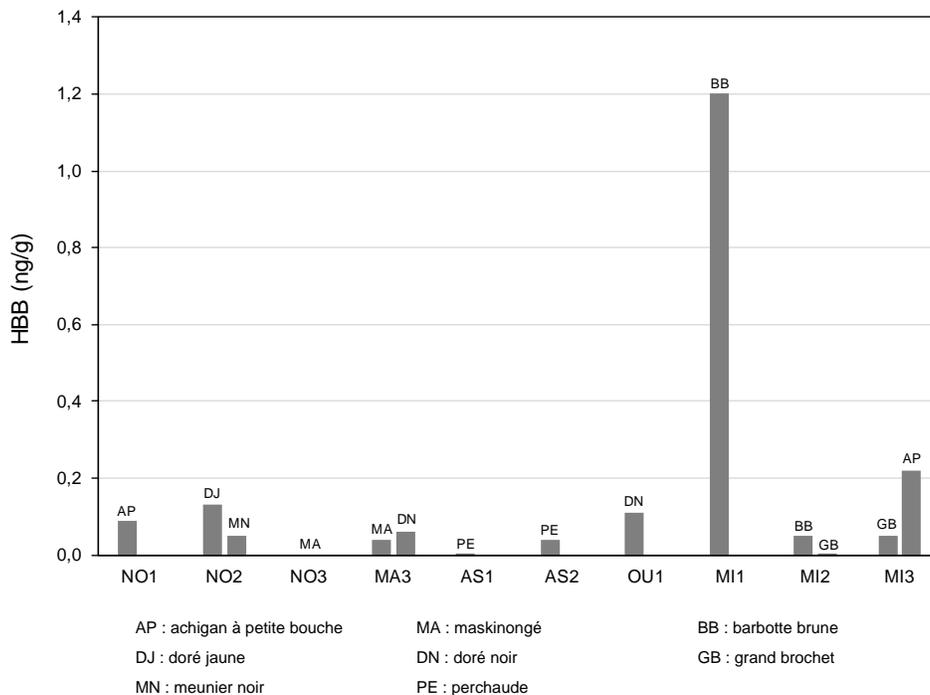


Figure 21 Concentrations d'hexabromobiphényle (HBB) dans les poissons

2.2.5 Polychloronaphtalènes

Les naphtalènes chlorés ou polychloronaphtalènes (PCN) sont des molécules constituées de deux noyaux benzéniques liés et d'un à huit atomes de chlore (figure 22). Il y a 75 PCN différents, selon le nombre et la position des atomes de chlore sur les noyaux benzéniques.

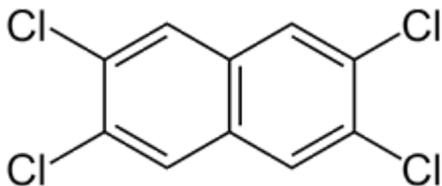


Figure 22 Exemple de polychloronaphtalènes

Les PCN ont été utilisés pour la fabrication de polymères, d'abrasifs, de composantes plastiques et de résines de synthèse. Ces produits organiques étaient utilisés à plusieurs fins : matériaux d'étanchéité, additifs de carter

de moteur, solvants, agents de préservation du bois, insecticides, matériaux d'enrobage en électronique, isolement et ignifugation de câbles, etc. La production commerciale des PCN a débuté vers 1910 et a cessé complètement aux États-Unis en 1980. Ces substances ne sont plus utilisées commercialement au Canada, mais elles peuvent être produites accidentellement par combustion dans différents procédés industriels et par les incinérateurs. Ces substances sont persistantes, bioaccumulables et toxiques au sens de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (Environnement Canada, 2011a). Le gouvernement fédéral a mis en place des mesures pour diminuer la production de ces substances et leur rejet dans l'environnement (Environnement Canada, 2011b).

La figure 23 montre les teneurs en polychloronaphtalènes totaux dans les poissons analysés. Les concentrations mesurées sont en picogramme par gramme (pg/g), ce qui est 1 000 fois moins que les teneurs en BPC et en PBDE, exprimées en nanogramme par gramme (ng/g). Il n'y a pas de critère de qualité auquel les résultats peuvent être comparés. Ces

derniers sont dans la même gamme de concentrations que ceux des cours d'eau de l'Estrie et de la Montérégie (MDDELCC, 2017c).

Comme pour les PBDE, des teneurs plus élevées ont été mesurées dans le doré jaune provenant de l'aval de Saint-Jérôme (NO2) et dans le doré noir pêché en aval de Crabtree (OU1). La teneur de 114 pg/g dans ce dernier est nettement supérieure à celle de 47 pg/g dans le spécimen de la même espèce provenant

de la rivière Mascouche (MA3). De plus, la teneur de 92 pg/g dans la perchaude de grande taille capturée en aval de Joliette (AS2) est plus élevée que celle de 25 ng/g obtenue en amont (AS1). Dans la rivière des Mille Îles, il n'y a pas de différence entre les résultats obtenus pour une même espèce aux stations MI1, MI2 et MI3. Il n'y en a pas non plus entre les maskinongés capturés en aval de Lachute (NO3) et dans la rivière Mascouche (MA3).

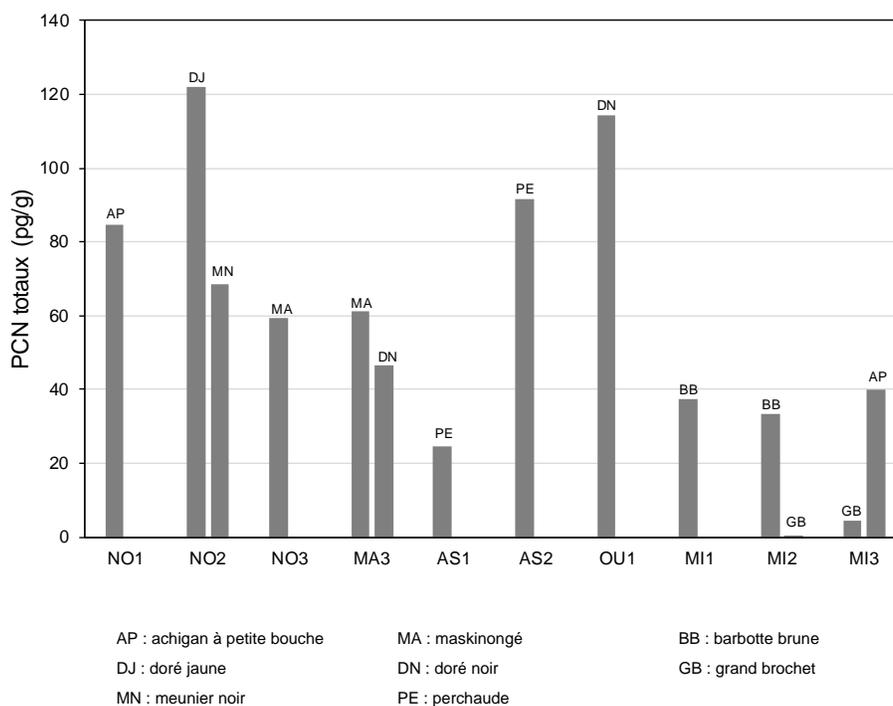


Figure 23 Concentrations de polychloronaphtalènes dans les poissons

2.3 État des communautés de poissons

L'abondance et la biomasse de chacune des espèces de poissons capturées, à chacune des stations d'échantillonnage, sont présentées à

l'annexe 4. Les valeurs des sept variables qui composent l'indice d'intégrité biotique (IIB) ainsi que la valeur résultante pour ce dernier sont présentées à l'annexe 5. Les valeurs de l'IIB et du pourcentage d'anomalies de type DELT, l'une des variables de l'IIB, sont illustrées respectivement aux figures 24 et 25.

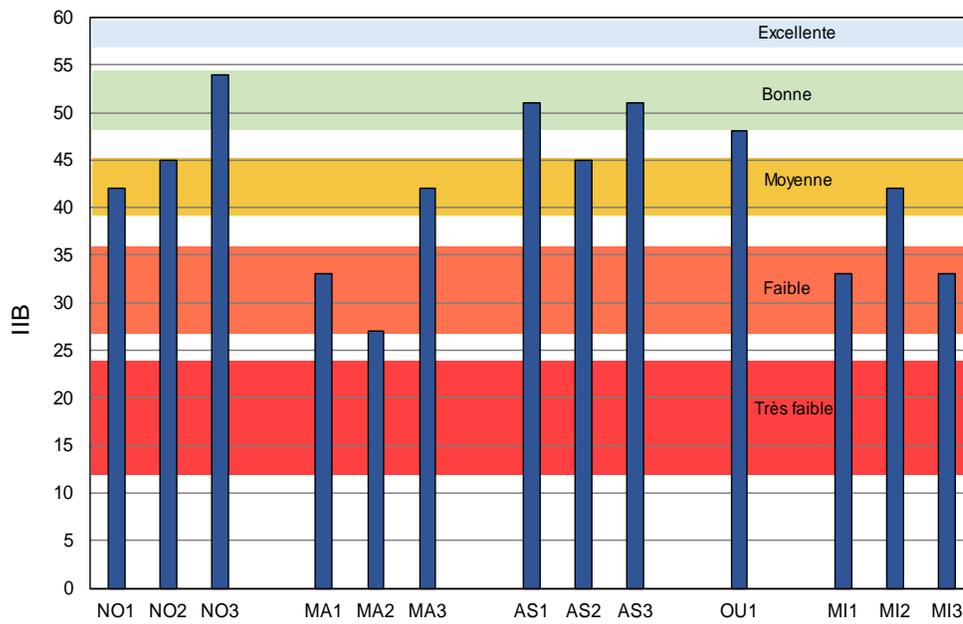


Figure 24 Valeurs de l'indice d'intégrité biotique (IIB) de la communauté de poissons

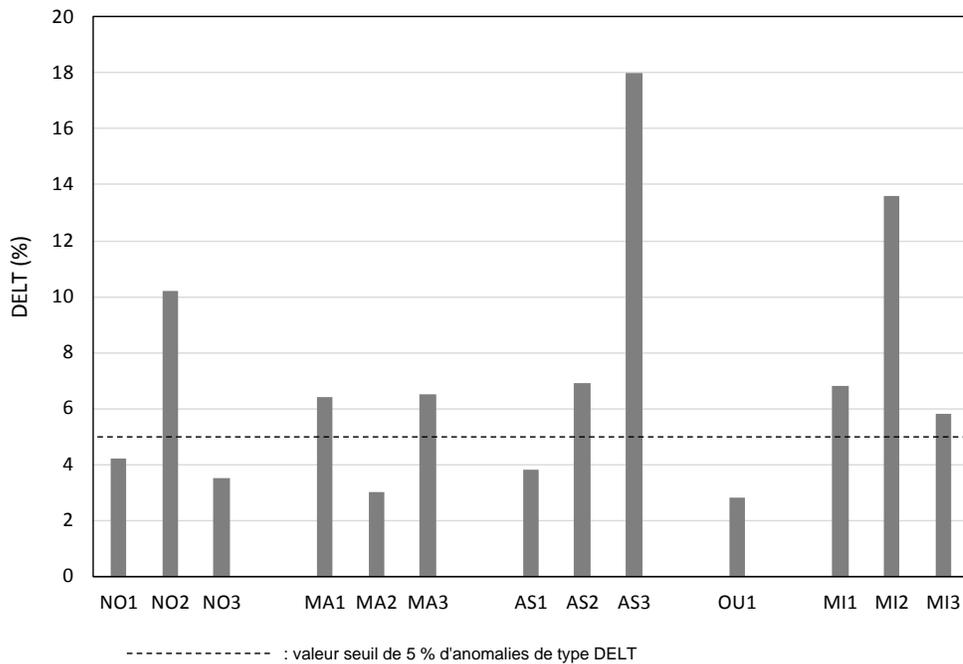


Figure 25 Taux d'anomalies de type DELT chez les poissons

L'intégrité biotique se situe dans les classes de qualité moyenne ou bonne aux stations des rivières du Nord, L'Assomption et Ouareau, et dans les classes de qualité faible ou moyenne aux stations des rivières Mascouche et des Mille Îles (figure 24). La meilleure qualité dans les rivières du Nord, L'Assomption et Ouareau tient fort probablement au fait qu'une bonne partie des bassins versants de ces cours d'eau se situent dans le Bouclier canadien, en territoire relativement peu développé. À l'inverse, le bassin de la rivière Mascouche est situé entièrement dans les basses terres du Saint-Laurent et est en grande partie couvert par des terres agricoles. Pour sa part, la rivière des Mille Îles coule en territoire urbanisé et reçoit les eaux usées de plusieurs municipalités.

Dans la rivière L'Assomption, à la station située en aval de Joliette (AS2), la valeur de l'IIB de 45 n'est inférieure que de six unités à celle de l'amont de la ville (51), mais cette baisse fait passer l'indice de la classe « bonne » à la classe « moyenne ». Les autres agglomérations urbaines le long des cours d'eau à l'étude n'ont pas un effet visible sur l'intégrité biotique. En effet :

- l'intégrité biotique en aval de Saint-Jérôme (station NO2) et de Lachute (station NO3) n'est pas inférieure à celle en amont (station NO1);
- en aval de Mirabel (Saint-Janvier), sur la rivière Mascouche (station MA1), l'intégrité a une valeur intermédiaire entre les valeurs mesurées aux deux autres stations sur cette rivière;
- dans la rivière des Mille Îles, il n'y a pas de gradient décroissant de l'intégrité biotique de la station MI1 à la station MI3.

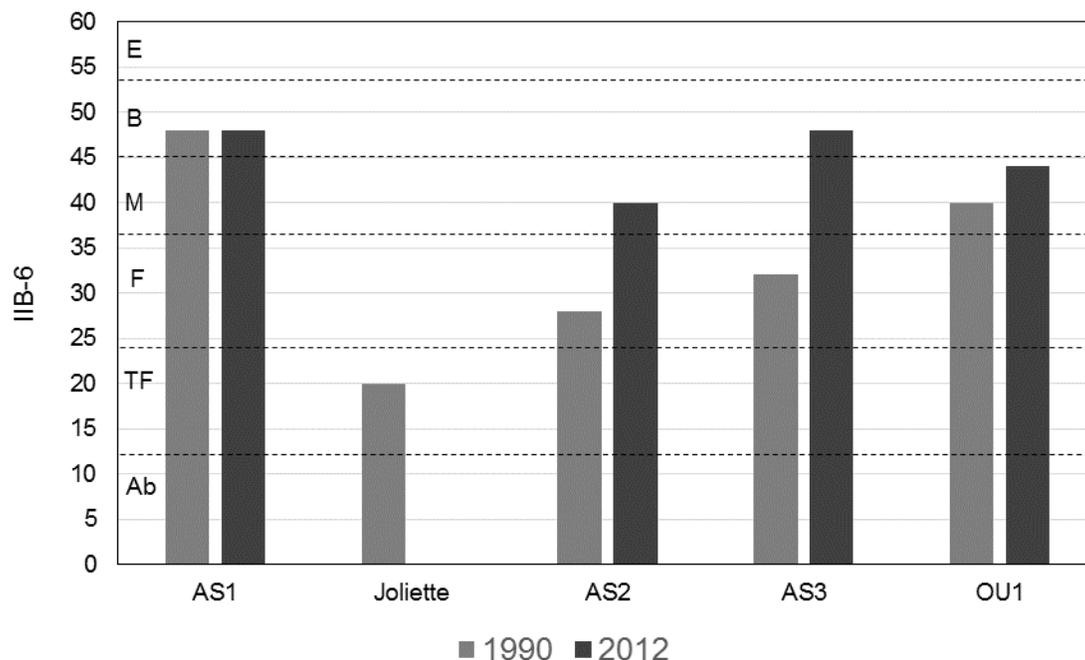
Dans leur ensemble, les valeurs d'IIB obtenues dans le cadre de la présente étude sont un peu supérieures à celles obtenues par l'étude équivalente réalisée en Estrie et en Montérégie (MDDELCC, 2017c). En effet, près de 70 % des

stations de la présente étude ont un IIB dans les classes de qualité moyenne ou bonne, alors que ce ratio a été de 42 % en Estrie et en Montérégie.

Les pourcentages d'anomalies de type DELT observés chez les poissons aux différentes stations d'échantillonnage varient de 2,8 à 18 % (figure 25). Les agglomérations de Saint-Jérôme et de Joliette semblent avoir un effet sur le taux d'anomalies, les valeurs de DELT étant inférieures à 5 % en amont de ces villes (stations NO1 et AS1) et supérieures à ce seuil en aval (stations NO2 et AS2). Des taux d'anomalies plus élevés sont observés dans la rivière L'Assomption en aval de l'Assomption (AS3) et à la station en position intermédiaire dans la rivière des Mille Îles (MI2).

Des taux d'anomalies un peu plus élevés ont été observés en Estrie et en Montérégie (MDDELCC, 2017c) : 75 % des stations affichaient un taux d'anomalies au-dessus de 5 %, alors que ce ratio a été de 62 % dans la présente étude. De plus, en Estrie et en Montérégie, des stations ont affiché des taux d'anomalies de 45 et 28 %, alors que le maximum de la présente étude est de 18 %. À l'inverse cependant, trois stations en Estrie et en Montérégie ont affiché des taux inférieurs à 2 %, alors que ce n'est le cas d'aucune station de la présente étude.

Des échantillonnages des communautés de poissons ont été réalisés en 1990 dans des cours d'eau du bassin de la rivière L'Assomption, avec les mêmes méthodes que celles de la présente étude (Richard, 1994). La figure 26 présente les résultats obtenus en 1990 et en 2012 aux sites échantillonnés lors des deux campagnes d'échantillonnage, ainsi qu'en aval immédiat de Joliette en 1990. Ce sont les valeurs d'une ancienne version de l'indice (IIB-6) qui sont présentées à la figure 26, à la fois pour les résultats de 1990 et ceux de 2012, car au début des années 1990, l'IIB ne comprenait pas la variable IWB-IWBm.



E: excellente B: bonne M: moyenne F: faible TF: très faible Ab: absence de poissons

Figure 26 Valeurs de l'indice d'intégrité biotique à six variables (IIB-6) en 1990 et en 2012 à des stations d'échantillonnage du bassin de la rivière L'Assomption

La figure 26 porte à croire que l'assainissement des eaux usées de Joliette a eu un effet positif sur la communauté de poissons de la rivière L'Assomption. En effet, en aval de Joliette (stations AS2 et AS3), il y a eu une augmentation de la valeur de l'indice de 1990 à 2012, alors qu'en amont (station AS1), les valeurs sont restées les mêmes (figure 26). En 1990, la station de traitement des eaux usées de Joliette n'était pas encore construite et les eaux usées étaient rejetées dans la rivière sans traitement préalable. Les égouts de la ville aboutissaient à la rivière à plusieurs endroits et la station identifiée « Joliette » dans la figure 26 était en aval immédiat de ces différents points de rejet. Le rejet de la station de traitement des eaux usées de Joliette est situé plus en aval, à environ 8,2 km en amont de la station d'échantillonnage AS2. Pour une plus juste évaluation de l'effet de l'assainissement des eaux usées de la ville, il faut donc comparer les résultats de la station AS2 en 2012 à ceux de la station « Joliette » en 1990, plutôt qu'à ceux à la station AS2 en 1990. Le gain environnemental est alors de 20 unités de l'IIB-6, qui passe de la classe de qualité très faible en 1990 à la classe de qualité moyenne en 2012 (figure 26). Le déplacement des rejets vers l'aval

n'a pas mené à une dégradation dans ce tronçon de la rivière puisque l'IIB-6 à la station AS2 en 2012 est supérieur à ce qui prévalait à cet endroit en 1990. Il en est de même en aval de L'Assomption, à la station AS3.

Des améliorations de l'état des communautés de poissons, de la décennie des années 1990 à celles des années 2000 et 2010, ont été observées dans d'autres cours d'eau du Québec (Richard, 2013; 2014). Ces améliorations sont principalement attribuables, selon toute vraisemblance, au traitement des eaux usées municipales.

Parmi les améliorations constatées de 1990 à 2012 dans la rivière L'Assomption, il y a le retour d'espèces sensibles à la pollution. Aucune espèce sensible n'était présente aux stations Joliette, AS2 et AS3 en 1990, alors qu'en 2012, on constate la présence du méné pâle aux stations AS2 et AS3, en plus de la laquaiche argentée à la station AS3. De 1990 à 2012, on constate aussi une baisse du taux d'anomalies à la station AS2, mais une hausse à la station AS3 (figure 27).

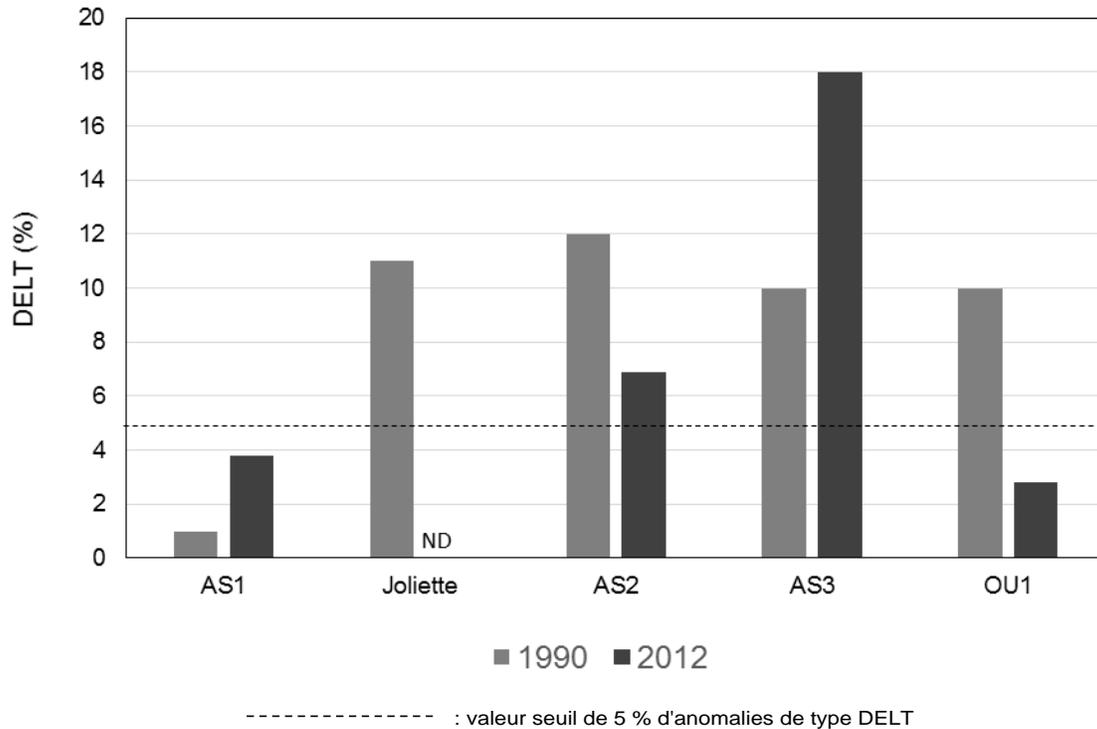


Figure 27 Pourcentage d'anomalies de type DELT en 1990 et en 2012 à des stations d'échantillonnage du bassin de la rivière L'Assomption

Les figures 26 et 27 présentent aussi des résultats de 1990 et de 2012 dans la rivière Ouareau, en aval de Crabtree (station OU1). L'IIB-6 y était dans la classe de qualité moyenne en 1990 et est resté au même niveau en 2012, malgré une baisse d'anomalies de type DELT, qui sont passées de 10 % en 1990 à moins de 5 % en 2012. L'amélioration moins marquée à Crabtree qu'à Joliette pour ce qui est de l'IIB-6 tient peut-être au fait qu'il y avait déjà un certain traitement des eaux usées à Crabtree en 1990, alors que les eaux usées de l'usine de papiers Scott faisaient l'objet d'un traitement primaire.

3. SYNTHÈSE ET FAITS SAILLANTS

Le tableau 7 présente une synthèse des résultats obtenus pour les différents paramètres d'évaluation de l'état des cours d'eau (colonnes) à chacune des 14 stations d'échantillonnage de la présente étude (lignes). Pour les stations où les contaminants ont été analysés dans deux espèces de poissons, ce sont les résultats dans l'espèce qui a les concentrations les plus élevées qui sont présentés. Les paragraphes qui suivent résument les principaux résultats présentés au tableau 7 pour chacun des cinq cours d'eau échantillonnés.

Tableau 7 Synthèse des résultats par site d'échantillonnage

Famille de substances Sous-famille de substances Groupe animal protégé par le critère ⁵ Critère (ng/g)	Communauté de poissons		Contamination du poisson - dépassements des critères ³										Contamination de l'eau ⁷	
	Intégrité ¹ (indice IIB)	Anomalies ² (%)	Espèce	BPC	diox. fur. plan. ⁴			PBDE						
					M	O		tétraBDE		pentaBDE				hexaBDE
	M - O	M	O	P	M	P	M	O	P	M				
160	0,66 ⁵	0,66 ⁵	88	44	1	3	13	420	4					
NO1 : riv. du Nord, amont de St-Jérôme	42	4,2	Achigan		5,6	15,3		1,4	36	12	2,8		1,5	
NO2 : riv. du Nord, aval de St-Jérôme	45	10,2	Doré jaune		5,8	13,6	3,1	6,3	320	107	25		4,9	
NO3 : riv. du Nord, aval Lachute	54	3,5	Maskinongé		2,1	5,0		1,3	67	22	5,2		2,4	
MA1 : riv. Mascouche, aval de St-Janvier	33	6,4	PAP ⁸										PÉE ⁸	
MA2 : riv. Mascouche, pont du chemin Ste-Marie	27	3	PAP ⁸										PÉE ⁸	
MA3 : riv. Mascouche, pont de l'autoroute 640	42	6,5	Doré noir			4,3			21	7,1	1,6			PFOA, PFHxS, PFNA
AS1 : riv. L'Assomption, amont de Joliette	51	3,8	Perchaude		1,2	4,0			3,4	1,1				
AS2 : riv. L'Assomption, aval de Joliette	45	6,9	Perchaude	9,4 ⁹	1,4	7,2			14	4,7	1,1			
AS3 : riv. L'Assomption, aval de L'Assomption	51	18	PAP ⁸										PÉE ⁸	
OU1 : riv. Ouareau, aval de Crabtree	48	2,8	Doré noir	1,7	1,2	24		1,9	74	25	5,7		2,6	Bisphénol-A ?
M1 : riv. des Mille-Îles, amont de St-Eustache	33	6,8	Barbotte brune		2,8	5,4			12	3,9				
M2 : riv. des Mille-Îles, aval de Blainville et Ste-Thérèse	42	13,6	Barbotte brune		1,1	3,0			29	9,8	2,3			PÉE ⁸
M3 : riv. des Mille-Îles, aval de Terrebonne	33	5,8	Achigan		5,0	12	1,04	2,1	84	28	6,4		3,5	PÉE ⁸
M4 : riv. des Mille-Îles, aval de Mascouche et Lachenaie	PÉP ⁸		PAP ⁸										Naproxène, caféine	

1 bleu : très bonne; vert : bonne; jaune : moyenne; orange : faible; rouge : très faible. Sources : Richard, 1994; Richard, 1996.

2 bleu : entre 0 % et 2 %; jaune : entre 2 % et 5 %; rouge > 5 %. Sources : Richard, 1994; Richard 1996; Karr, 1991.

3 bleu : teneur < critère; jaune : teneur = critère; rouge : teneur > critère. Les chiffres dans les cases sont les facteurs de dépassement du critère. Ex. : 2,2 signifie une teneur 2,2 fois plus élevée que le critère.

Sources des critères : BPC, dioxines, furannes et BPC planaires : MDELCC, 2017b; PBDE : Environnement Canada, 2013.

4 somme des dioxines chlorés, des furannes chlorés et des BPC planaires, en équivalents toxiques de la 2,3,7,8-TCDD

5 M : mammifères piscivores; O : oiseaux piscivores; P : poissons

6 pg/g

7 substances qui présentent dans l'eau des concentrations plus élevées qu'aux autres stations d'échantillonnage.

8 PÉP : station pas échantillonnée pour le poisson; PÉE : station pas échantillonnée pour l'eau; PAP : pas d'analyse de poisson.

9 Facteur de dépassement dans la perchaude capturée en 2012. Dans les espèces capturées en 2017, le facteur de dépassement maximum est 1,1.

Rivière du Nord

Les villes de Saint-Jérôme et de Lachute ne semblent pas avoir d'effet négatif sur l'état de santé global de la communauté de poissons de la rivière du Nord. En effet, l'indice d'intégrité biotique reste dans la classe « moyenne » en amont et en aval de Saint-Jérôme et monte dans la classe « bonne » en aval de Lachute. Toutefois, en aval de la ville de Saint-Jérôme, le taux d'anomalies de type DELT (10,2 %) est supérieur à celui observé en amont (4,2 %), à celui mesuré en aval de Lachute (3,5 %) et au seuil indicateur (5 %) d'une communauté exposée à des substances toxiques.

Aux trois sites d'échantillonnage, les teneurs en BPC dans les poissons analysés respectent le critère de qualité de 160 ng/g pour la protection de la faune terrestre piscivore, c'est-à-dire les oiseaux et les mammifères qui s'alimentent de poissons. Pour la somme des dioxines et furannes chlorés et des BPC planaires ainsi que pour les PBDE, les critères pour la protection de la faune terrestre piscivore sont dépassés à toutes les stations d'échantillonnage de la présente étude. C'était également le cas à presque toutes les stations d'une étude similaire en Estrie et en Montérégie (MDDELCC, 2017c).

Les résultats obtenus pour les contaminants chimiques mesurés dans le poisson aux trois stations d'échantillonnage de la rivière du Nord ne peuvent être comparés entre eux, car ce n'est pas la même espèce de poisson qui a été analysée à ces trois stations. Il faut toutefois signaler que le doré jaune provenant de l'aval de Saint-Jérôme présente des teneurs en PBDE (620 ng/g) nettement plus élevées que les spécimens de toutes les autres stations d'échantillonnage de la présente étude et de presque tous les autres sites échantillonnés au Québec.

Les apports provenant des agglomérations de Saint-Jérôme et de Lachute font augmenter légèrement les concentrations dans l'eau de certains contaminants émergents et de certains métaux, comme l'acide perfluorooctanoïque (PFOA), les nonylphénols carboxylés, l'antimoine, l'arsenic, le cadmium et d'autres métaux. Toutefois, ces hausses de concentrations sont faibles, ne mènent pas à des concentrations élevées en comparaison de ce qui a été mesuré ailleurs et, pour les substances pour lesquelles des critères de

qualité de l'eau existent, ne mènent pas à des dépassements de ces critères.

Rivière Mascouche

Par rapport aux trois autres cours d'eau à l'étude, la rivière Mascouche est un cours d'eau de petite taille, situé entièrement en territoire agricole. Il reçoit à sa tête les rejets du secteur Saint-Janvier de la ville de Mirabel, dont le débit est relativement important par rapport à celui de la rivière elle-même. Ces facteurs expliquent la faible intégrité biotique du cours d'eau aux deux stations les plus en amont (MA1 et MA2). Plus en aval, la taille du cours d'eau augmente et, à la hauteur du pont de l'autoroute 640, la cote de qualité est « moyenne ».

À la station la plus en amont et à celle située à la hauteur de l'autoroute 640, les taux d'anomalies de type DELT, qui sont respectivement de 6,4 et 6,5 %, dépassent légèrement le seuil indicateur d'une exposition à des substances toxiques (5 %). Des pourcentages plus élevés ont toutefois été observés à certaines stations dans les autres cours d'eau à l'étude.

Seule la station la plus en aval (MA3) a fait l'objet de mesures des contaminants dans le poisson. Un doré noir capturé à cette station présente des teneurs en dioxines chlorées, furannes chlorés et BPC planaires supérieures au critère de qualité de 0,66 pg/g pour la protection des oiseaux piscivores. De plus, les teneurs en pentaBDE (21 ng/g) sont supérieures aux critères de qualité établis par le fédéral pour protéger les poissons eux-mêmes (1 ng/g) ainsi que les oiseaux et les mammifères piscivores (respectivement 3 et 13 ng/g). Toutefois, des teneurs plus élevées ont été mesurées dans un spécimen de la même espèce provenant de la rivière Ouareau en aval de Crabtree, qui affichait également des dépassements de critères de qualité pour un plus grand nombre de substances.

La rivière Mascouche se distingue par des concentrations dans l'eau plus élevées pour quatre composés perfluorés : le PFOA, le PFOS, le PFNA et le PFHxS. Pour ce dernier, les concentrations à la station MA3 sont plus élevées que celles obtenues aux autres sites d'échantillonnage de la présente étude, ainsi qu'ailleurs au Québec où ces contaminants ont été mesurés. Les agglomérations urbaines et

certaines industries, notamment celle des textiles techniques, sont des sources fréquentes de composés perfluorés.

Rivière L'Assomption

L'agglomération de Joliette a des impacts sur la rivière L'Assomption. La communauté de poissons, en bon état en amont de la ville, est de qualité « moyenne » en aval. Le pourcentage de poissons avec des anomalies physiques de type DELT contribue à la baisse d'intégrité de la communauté : il passe de 3,8 % en amont de la ville à 6,9 % en aval, ce qui est supérieur au seuil de 5 % considéré comme étant indicateur d'une exposition à des substances nocives.

Les résultats de l'analyse des BPC dans des perchaudes de grande taille capturées en amont et en aval de Joliette en 2012 portaient à croire que cette agglomération urbaine était une source de BPC pour la rivière L'Assomption, comme c'était le cas durant les années 1980. La teneur de 110 ng/g en amont de la ville était normale, alors que les 1 500 ng/g obtenus en aval étaient très élevés, soit presque dix fois le critère de 160 ng/g pour la protection de la faune terrestre piscivore. Cette valeur de 1 500 est également élevée en comparaison des valeurs maintenant mesurées dans le poisson ailleurs au Québec. Toutefois, des dosages dans d'autres spécimens de poissons, réalisés en 2017, montrent que les concentrations de BPC en aval de Joliette sont normales. En effet, les quatre échantillons de 2017, constitués d'homogénats de deux ou trois spécimens chacun, présentent des teneurs de 43 à 170 ng/g de BPC, ce qui est comparable à ce qui est maintenant généralement rencontré au Québec.

Les autres familles de contaminants mesurées dans le poisson, soient la somme des dioxines chlorées, des furannes chlorés et des BPC planaires, les PBDE, l'hexabromobiphényle et les polychloronaphtalènes voient leurs teneurs augmenter en aval de Joliette. Pour les deux premières familles de contaminants, il en résulte des dépassements des critères de qualité un peu plus importants en aval de la ville. Pour les deux dernières, il n'y a pas de critères auxquels les teneurs mesurées peuvent être comparées.

Joliette fait aussi augmenter les concentrations de certaines substances mesurées dans l'eau de la rivière L'Assomption, soit les composés

perfluorés PFOA et PFNA, les nonylphénols éthoxylés et certains métaux (aluminium, arsenic, molybdène, nickel, strontium, uranium et vanadium). Toutefois, les hausses de concentrations pour ces substances sont faibles et ne mènent pas à des dépassements de critères de la qualité de l'eau.

La comparaison de résultats de la présente étude à des données datant de 1990 met en évidence des améliorations notables de l'état de la rivière L'Assomption, probablement attribuables à l'assainissement des eaux usées de Joliette. En aval des rejets de cette ville, l'indice d'intégrité biotique de la communauté de poissons (version à six variables) est passé d'une valeur de 20 (très faible) en 1990 à une valeur de 40 (moyenne) en 2012. Cette augmentation de la valeur de l'indice découle, notamment, d'une diminution des anomalies de type DELT et du retour d'une espèce de poisson sensible à la pollution (ménés pâle), absente de cette partie de la rivière en 1990.

Une amélioration similaire de l'état général de la communauté de poissons est observée plus bas sur la rivière, en aval de L'Assomption. À cet endroit, l'indice d'intégrité biotique a augmenté de 16 unités, passant de la classe de qualité « faible » en 1990 à la classe de qualité « bonne » en 2012. On y observe le retour de deux espèces de poissons sensibles à la pollution (ménés pâle et laquache argentée), mais le pourcentage de poissons présentant des anomalies de type DELT a augmenté jusqu'à 18 % en 2012, le plus élevé de tous les sites d'échantillonnage de la présente étude.

Rivière Ouareau

La communauté de poissons est en bon état dans la rivière Ouareau en aval de Crabtree. En effet, l'IIB est dans la classe de qualité « bonne » et le taux d'anomalies de type DELT y est bas, à 2,8 %. Par rapport aux données de 1990, l'indice d'intégrité biotique n'a que peu augmenté, restant dans la même classe de qualité, mais le pourcentage de poissons avec des anomalies a diminué, passant de 10 à 2,8 %, c'est-à-dire sous le seuil problématique de 5 %.

La situation est moins positive en ce qui a trait à la présence de contaminants dans le poisson. En aval de Crabtree, la teneur en BPC de 270 ng/g dans un doré noir dépasse le critère de

160 ng/g pour la protection de la faune terrestre piscivore. Un spécimen de la même espèce provenant de la rivière Mascouche titrait à seulement 67 ng/g. Par rapport à l'ensemble des stations de la présente étude, la station de la rivière Ouareau se situe au premier rang pour la somme des teneurs dans le poisson en dioxines chlorées, furannes chlorés et BPC planaires, transformées en équivalents toxiques pour les oiseaux piscivores, au second rang pour ce qui est des BPC et des polychloronaphtalènes et au troisième rang pour les PBDE.

Parmi les substances mesurées dans l'eau, seul le bisphénol A a présenté dans la rivière Ouareau des concentrations qui semblent plus élevées qu'aux autres sites d'échantillonnage. Une possible contamination des échantillons sur le terrain ou en laboratoire rend toutefois ce résultat incertain.

Rivière des Mille Îles

La rivière des Mille Îles est très exposée aux rejets urbains : neuf stations municipales de traitement des eaux usées s'y déversent sur seulement 37 km. Malgré le cumul de ces apports, il n'y a pas de gradient décroissant de l'intégrité biotique de la communauté de poissons de la station MI1 à la station MI3. En fait, la communauté de poissons n'est pas en bon état aux trois sites échantillonnés : les stations en amont de Saint-Eustache et en aval de Terrebonne ont une faible intégrité biotique, alors que celle en position intermédiaire, en aval de Blainville et de Sainte-Thérèse, a une intégrité dite « moyenne ». De plus, le pourcentage d'anomalies de type DELT est

supérieur au seuil de 5 % aux trois stations. À la station située en aval de Blainville et de Sainte-Thérèse, le taux d'anomalies atteint 13,6 %, le deuxième taux le plus élevé de tous les sites échantillonnés dans le cadre de la présente étude.

Pour les contaminants analysés dans le poisson, il n'a pas été possible de tracer un gradient d'ensemble de Saint-Eustache à Terrebonne, car il n'y a pas d'espèce commune aux trois stations d'échantillonnage. Il y a une certaine hausse des teneurs en PBDE dans la barbotte brune de la station MI1 à la station MI2, ainsi que dans les grands brochets de la station MI2 à la station MI3, mais ces hausses sont modestes et les niveaux atteints ne sont pas très élevés. Dans la rivière des Mille Îles, en ce qui a trait à la contamination du poisson, les seuls résultats qui se démarquent concernent les PBDE dans un achigan à la station MI3 et l'hexabromobiphényle dans une barbotte brune provenant de la station MI1.

L'augmentation de la contamination de l'amont à l'aval de la rivière des Mille Îles est un peu plus visible pour les contaminants mesurés dans l'eau. Pour le naproxène, la caféine, le triclosan, les composés perfluorés, les nonylphénols éthoxylés et leurs produits de dégradation ainsi que pour plusieurs métaux, les concentrations sont un peu plus élevées à la station MI4, située en aval de Lachenaie, qu'à la station MI1, située en amont de Saint-Eustache. Pour le naproxène et la caféine, les hausses sont plus marquées, mais les concentrations demeurent inférieures à celles qui sont reconnues comme étant nocives pour les organismes aquatiques.

CONCLUSION

L'objectif de la présente étude était de vérifier la présence de contaminants d'intérêt émergent et de substances toxiques ainsi qu'évaluer l'état des communautés de poissons dans cinq cours d'eau des régions de Lanaudière et des Laurentides où les pressions sur le milieu aquatique sont élevées. La section *Synthèse et faits saillants* résume les principaux résultats obtenus pour chacun des cours d'eau. Ces constats permettent de tirer les généralités suivantes.

- Des contaminants d'intérêt émergent sont détectés dans l'eau à tous les sites à l'étude, mais en concentrations qui ne sont pas particulièrement élevées en comparaison de celles mesurées dans d'autres cours d'eau au Québec, au Canada et aux États-Unis. Certains sites d'échantillonnage présentent tout de même des concentrations plus élevées que les autres pour certains contaminants. C'est le cas des composés perfluorés dans la rivière Mascouche, du naproxène dans la rivière des Mille Îles en aval de Lachenaie et possiblement du bisphénol A dans la rivière Ouareau à Crabtree. Au Québec comme ailleurs, il y a peu de contaminants émergents pour lesquels des critères de qualité de l'eau sont disponibles, ce qui limite la capacité d'interprétation des résultats. Il faut aussi rappeler que dans une eau où plusieurs contaminants sont présents en même temps, même en concentrations qui respectent les critères de qualité de chacun d'entre eux, des effets sur les organismes vivants peuvent résulter de l'action combinée des différentes substances. De plus, des substances non visées par la présente étude, comme les pesticides, pourraient contribuer à des effets sur les organismes aquatiques.
- Plusieurs des sites à l'étude causent une augmentation des concentrations de métaux dans les cours d'eau récepteurs, sans toutefois que les concentrations résultantes dépassent les critères de qualité de l'eau de façon préoccupante.
- L'eau des tronçons de cours d'eau à l'étude n'est pas toxique pour les algues, selon les résultats des essais de toxicité réalisés avec l'algue *P. subcapitata*. Si des contaminants sont présents dans l'eau des secteurs à l'étude en concentrations suffisantes pour avoir des effets toxiques pour les algues, les nutriments semblent en concentrations suffisantes pour contrebalancer ces éventuels effets toxiques.
- La contamination du poisson par les BPC respecte le critère de qualité pour la protection de la faune terrestre piscivore (160 ng/g) à toutes les stations d'échantillonnage où le poisson a été analysé, sauf dans la rivière Ouareau en aval de Crabtree. Dans la rivière L'Assomption en aval de Joliette, une contamination importante observée en 2012 n'était plus présente en 2017, lors d'échantillonnages de confirmation.
- La contamination du poisson par les dioxines et furannes chlorés et les BPC planaires dépasse le critère de qualité pour la protection des oiseaux piscivores aux 11 stations d'échantillonnage où le poisson a été analysé. Le critère de qualité pour ces substances est également très souvent dépassé ailleurs au Québec. Le BPC planaire n° 77 contribue pour une large part à ces dépassements de critère.
- La contamination du poisson par les PBDE à cinq atomes de brome (pentaPBDE) dépasse les critères de qualité pour la protection des poissons eux-mêmes et ceux établis pour la protection de mammifères piscivores, et ce, à tous les sites d'échantillonnage. À huit des dix sites d'échantillonnage, elle dépasse aussi le critère de qualité pour la protection des oiseaux piscivores. Les critères de qualité pour les PBDE dans le poisson sont dépassés en de nombreux endroits au Québec, dans les régions de Laurentides et de Lanaudière comme ailleurs. Dans le territoire de la présente étude, les dépassements sont plus importants dans la rivière du Nord en aval de Saint-Jérôme, dans la rivière Ouareau en aval de Crabtree et dans la rivière des Mille îles en aval de

Lachenaie. Les deux premiers de ces endroits ainsi que la partie de la rivière L'Assomption en aval de Joliette présentent aussi des teneurs plus élevées en polychloronaphtalènes, pour lesquels il n'existe pas de critères pour la contamination du poisson.

- L'indice d'intégrité biotique (IIB) permet d'évaluer l'état de la communauté de poissons sur la base de variables telles que l'abondance et la diversité des espèces de poissons, plutôt que par leurs teneurs en produits chimiques. Sur ce plan, les communautés de poissons se situent dans les classes de qualité moyenne ou bonne aux stations des rivières du Nord, L'Assomption et Ouareau, et dans les classes de qualité faible ou moyenne aux

stations des rivières Mascouche et des Mille Îles. La meilleure intégrité biotique observée dans les rivières du Nord, L'Assomption et Ouareau tient fort probablement au fait qu'une bonne partie des bassins versants de ces cours d'eau se situent dans le Bouclier canadien, en territoire relativement peu développé.

- L'une des variables de l'IIB est le pourcentage de poissons avec des anomalies de type DELT : déformations, érosion des nageoires, lésions et tumeurs. Plus de la moitié des sites à l'étude présentent un pourcentage de DELT supérieure au seuil de 5 %, indicateur d'un milieu affecté par des produits toxiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERRYMAN, D., B. SARRASIN ET C. DEBLOIS, 2005. *Un suivi des nonylphénols éthoxylés dans sept cours d'eau recevant des eaux usées traitées d'entreprises de textiles*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 2-550-45721-8 (PDF), 20 p.
- BERRYMAN, D., M. RONDEAU ET V. TRUDEAU, 2014. *Concentrations de médicaments, d'hormones et de quelques autres contaminants d'intérêt émergent dans le Saint-Laurent et dans trois de ses tributaires*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec et Environnement Canada, ISBN 978-2-550-69814-2 (PDF), 15 p.
- BERRYMAN, D., C. SALHI, A. BOLDUC, C. DEBLOIS ET H. TREMBLAY, 2012a. *Les composés perfluorés dans les cours d'eau et l'eau potable du Québec méridional*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-65565-7 (PDF), 35 p. et 2 annexes.
- BERRYMAN, D., B. SARRASIN ET C. DEBLOIS, 2012b. *Diminution des concentrations de nonylphénols éthoxylés dans les cours d'eau du Québec méridional de 2000 à 2010*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-65652-4 (PDF), 20 p.
- BERRYMAN, D., I. GUAY ET J. BEAUDOIN, 2012c. *Concentrations de métaux et toxicité de l'eau de la rivière Charest en aval de l'ancien site de Notre-Dame-de-Montauban*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-63953-4 (PDF), 40 p.
- CCME, 2015. « Dioxines et furannes ». Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME), [En ligne], [http://www.ccme.ca/fr/resources/air/dioxins_furans.html]. Page consultée le 22 octobre 2015.
- CEAEQ, 2012. *Modes de conservation pour l'échantillonnage des eaux de surface, DR-09-10*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, 7 p.
- CORCORAN, J., M. J. WINTER ET C. R. TYLES, 2010. « Pharmaceuticals in the aquatic environment: A critical review of the evidence for health effects in fish ». *Critical Reviews in Toxicology*, vol. 40, n° 4, p. 287-304.
- CROTEAU, G., M. GOULET ET D. LALIBERTÉ, 1983. *Biphényles polychlorés : contamination du milieu aquatique au Québec méridional en 1980*. Québec, ministère de l'Environnement, Service de la qualité des eaux, rapport n° 84-17, 75 p.
- DUCHEMIN, M. 2013. *Communications personnelles sur les concentrations de métaux dans les rivières du Québec, à partir de la Banque de données sur la qualité du milieu aquatique*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, du 11 juillet au 23 octobre 2013.
- DUCHEMIN, M., ET S. HÉBERT, 2014. *Les métaux dans les rivières du sud-ouest du Québec (2008-2011)*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-71296-1 (PDF), 24 p. et 17 annexes.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2004a. « Rapport d'évaluation préalable des effets sur l'environnement du sulfonate de perfluorooctane, de ses sels et de ses précurseurs contenant les groupes fonctionnels $C_8F_{17}SO_2$ ou $C_8F_{17}SO_3$ ». [En ligne], [http://www.ec.gc.ca/RegistreLCPE/document/s/subs_list/PFOS/PFOS_TOC.cfm]. Page consultée le 4 février 2009.

- ENVIRONNEMENT CANADA, 2004b. *Stratégie de gestion du risque concernant le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés en vertu de la LCPE (1999)*. [En ligne], [\[http://publications.gc.ca/collections/collection_2014/ec/En14-139-2004-fra.pdf\]](http://publications.gc.ca/collections/collection_2014/ec/En14-139-2004-fra.pdf). Document consulté le 24 février 2012.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2004c. *Rapport d'évaluation environnementale préalable des polybromodiphényléthers (PBDE)*. [En ligne], [\[http://www.ec.gc.ca/RegistreLCPE/document/s/subs_list/PBDE_draft/PBDE_TOC.cfm\]](http://www.ec.gc.ca/RegistreLCPE/document/s/subs_list/PBDE_draft/PBDE_TOC.cfm). Page consultée le 3 juin 2008.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2011a. *Évaluation écologique préalable – Naphtalènes chlorés*. 53 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2011b. *Approche de gestion des risques pour les naphtalènes polychlorés (NPC)*. 17 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2013. *Recommandations fédérales pour la qualité de l'environnement – Polybromodiphényléthers (PBDE)*. 28 p.
- ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA, 2017. *Projet d'avis de planification de la prévention de la pollution pour le triclosan – Document de consultation*. 19 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA ET SANTÉ CANADA, 2008. *Évaluation préalable finale pour le Défi concernant le phénol 4,4' – (1méthyléthylidène)bis (Bisphénol-A) – Numéro de registre du Chemical Abstracts Service 80-05-7*. [En ligne], 120 p. [\[https://www.ec.gc.ca/ese-ees/3C756383-BEB3-45D5-B8D3-E8C800F35243/batch2_80-05-7_fr.pdf\]](https://www.ec.gc.ca/ese-ees/3C756383-BEB3-45D5-B8D3-E8C800F35243/batch2_80-05-7_fr.pdf).
- EPA, 2015. *ECOTOX User Guide: ECOTOXicology Database System, Version 4.0*. Environmental Protection Agency, États-Unis, [En ligne], [\[http://www.epa.gov/ecotox\]](http://www.epa.gov/ecotox). Page consultée le 1^{er} octobre 2015.
- EPA, 2008. *Framework for Application of the Toxicity Equivalence Methodology for Polychlorinated Dioxins, Furans, and Biphenyls in Ecological Risk Assessment*. EPA/100/R-08/004, Environmental Protection Agency, États-Unis, 92 p.
- GAUTHIER, K., D. BERRYMAN, G. DUBREUIL, B. SARRASIN, C. DEBLOIS ET R. VAN COILLIE, 2013. « Le nonylphénol et ses dérivés éthoxylés – Une réussite dans leur élimination du milieu récepteur ». *Vecteur Environnement*, vol. 46, n° 1, p. 44-49.
- GOULET, M., ET D. LALIBERTÉ, 1982. *BPC : contamination du milieu aquatique au Québec méridional*. Québec, ministère de l'Environnement, Service de la qualité des eaux, Publication Q.E.-53, Envirodoq ND-83-0018, 57 p.
- GOVERNEMENT DU CANADA, 2008a. « Règlement sur les polybromodiphényléthers ». *Gazette du Canada*, partie II, vol. 142, n° 14, p. 1663-1664.
- GOVERNEMENT DU CANADA, 2008b. « Règlement sur le sulfonate de perfluorooctane et ses sels et certains autres composés ». *Gazette du Canada*, partie II, vol. 142, n° 12, p. 1306-1387.
- GOVERNEMENT DU CANADA, 2015. *Acide pentadécafluorooctanoïque (APFO), ses sels et ses précurseurs*. [En ligne], [\[http://www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca/plan/approach-proche/pfao-pfoa-fra.php\]](http://www.chemicalsubstanceschimiques.gc.ca/plan/approach-proche/pfao-pfoa-fra.php). Page consultée le 16 octobre 2015.
- GOVERNEMENT DU CANADA, 2016. *Approche de gestion du risque pour le 5-chloro-2-(2,4-dichlorophénoxy)phénol (triclosan)*. Environnement et Changement climatique Canada, 13 p.
- KARR, J.R., 1991. « Biological integrity: A long-neglected aspect of water resource management ». *Ecological Application*, vol. 1, n° 1, p. 66-84.
- KLEYWEGT, S., ET COLL., 2011. « Pharmaceuticals, hormones and bisphenol A in untreated source and finished drinking water in Ontario, Canada – Occurrence and treatment efficiency ». *Science of the Total Environment*, vol. 409, n° 8, p. 1481-1488.
- KOLPIN, D. W., ET COLL., 2002. « Pharmaceuticals, Hormones, and Other Organic Wastewater Contaminants in US Streams, 1999-2000: A National Reconnaissance ». *Environmental Science & Technology*, vol. 36, n° 6, p. 1202-1211.

- LALIBERTÉ, D., 2003. *Évolution des teneurs en mercure et en BPC de quatre espèces de poissons du Saint-Laurent, 1976-1997*. Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Envirodoq n° EN/2003/0287, 85 p. et 6 annexes.
- LALIBERTÉ, D., 2011. *Teneurs en polybromodiphényléthers (PBDE) dans les poissons du fleuve Saint-Laurent et des lacs et rivières du Québec (2002-2008)*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-60987-2 (PDF), 48 p.
- LALIBERTÉ, D., 2016. *La contamination des poissons d'eau douce par les substances toxiques – 3^e édition*. Fiche produite dans le cadre du Programme de suivi de l'état du Saint-Laurent du Plan d'action Saint-Laurent 2011-2026. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 6 p.
- MDDELCC, 2011. *Protocole de préparation des échantillons de poisson pour l'analyse des métaux et composés toxiques*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 7 p. et 3 annexes.
- MDDELCC, 2017a. *Protocole d'échantillonnage pour le suivi des substances toxiques dans la chair de poisson de pêche sportive en eau douce*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 7 p.
- MDDELCC, 2017b. *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm].
- MDDELCC, 2017c. *Contaminants d'intérêt émergent, substances toxiques et état des communautés de poissons dans des cours d'eau de la Montérégie et de l'Estrie*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 62 p.
- MDDELCC, 2018a. *Données sur les concentrations de métaux en rivière extraites de la Banque de données sur la qualité du milieu aquatique*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement. Communication personnelle.
- MDDELCC, 2018b. *Biphényles polychlorés (BPC)*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, [En ligne], [<http://www.environnement.gouv.qc.ca/matieres/bpc/>].
- METCALFE, C. D., X. S. MIAO, B. G. KOENIG ET S. STRUGER, 2003. « Distribution of acidic and neutral drugs in surface waters near sewage treatment plants in the lower Great Lakes, Canada ». *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol. 22, n° 12, p. 2881-2889.
- NAGPAL, N. K., ET C. L. MEAYS, 2009. *Water quality guidelines for pharmaceutically-active compounds (PhACs): 17 α -ethynylestradiol (EE2) – Overview report*. Colombie-Britannique, ministère de l'Environnement, 6 p.
- PAUL, M, ET D. LALIBERTÉ, 1986a. *Réseau-toxiques 1981: Contamination du milieu aquatique du Québec méridional par les BPC, le pp'DDE, le HCB, l'heptachlore, l'aldrine et le mirex*. Québec, ministère de l'Environnement, Direction des relevés aquatiques, rapport n° 85-11, 70 p.
- PAUL, M, ET D. LALIBERTÉ, 1986b. *Réseau de surveillance des substances toxiques 1983: teneurs en BPC, pp'DDE, HCB, heptachlore, aldrine, mirex et HAP de six bassins versants du Québec méridional*. Québec, ministère de l'Environnement, Direction des relevés aquatiques, rapport n° 85-12, 78 p.

- PAUL, M, ET D. LALIBERTÉ, 1989. *Teneurs en BPC, HAP et pesticides organochlorés dans les sédiments et les poissons des rivières L'Assomption, Richelieu, Yamaska, Saint-François, et du lac Saint-Pierre en 1986*. Québec, ministère de l'Environnement, Direction de la qualité du milieu aquatique, rapport n° 89-2, 101 p.
- PNUE, 2011. *Évaluation pour les pays méditerranéens des nouveaux POP ajoutés à la liste de la Convention de Stockholm*. Programme des Nations Unies pour l'environnement, UNEP(DEPI)MED WG.352/1 nf.5, 175 p. + annexes.
- RICHARD, Y., 1994. *Les communautés ichtyologiques du bassin de la rivière L'Assomption et l'intégrité biotique des écosystèmes fluviaux*. Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, rapport n° QE-89, 153 p. et 12 annexes.
- RICHARD, Y., 1996. *Le bassin versant de la rivière Saint-François : les communautés ichtyologiques et l'intégrité biotique du milieu*. Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq n° EN960254, rapport n° EA-3, 70 p. et 10 annexes.
- RICHARD, Y., 2013. *Évolution de l'intégrité biotique des communautés piscicoles de la rivière Saint-François en réponse aux travaux d'assainissement des eaux usées municipales et industrielles*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-66422-2 (PDF), 10 p. et 3 annexes.
- RICHARD, Y., 2014. *Évolution de l'intégrité biotique des communautés piscicoles du bassin versant de la rivière Yamaska entre 1995 et 2011*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, ISBN 978-2-550-71553-5 (PDF), 18 p. et 6 annexes.
- SANTOS, L.H., A. N. ARAUJO, A. FACHINI, A. PENA, C. DELERUE-MATOS ET M.C. MONTENEGRO, 2010. « Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment ». *Journal of Hazardous Materials*, vol. 175, n° 1-3, p. 45-95.
- SCHER, 2011. *Chemicals and the water framework directive: draft environmental quality standards – Ethinylestradiol (EE2)*. Scientific Committee on Health and Environmental Risks (SCHER), Commission européenne, 9 p.
- TERNES, T. A., 1998. « Occurrence of drugs in German sewage treatment plants and rivers ». *Water Research*, vol. 32, n° 11, p. 3245-3260.
- UE, 2011. « Règlement (UE) n° 1259/2011 de la Commission du 2 décembre 2011 modifiant le règlement (CE) n° 1881/2006 en ce qui concerne les teneurs maximales en dioxines, en PCB de type dioxine et en PCB autres que ceux de type dioxine des denrées alimentaires ». *Journal officiel de l'Union européenne*, p. L 320/18-L 320/23.

ANNEXES

Annexe 1 Informations sur les stations d'échantillonnage

Rivière	Endroit	Localisation	Numéro de station		Coordonnées		Composante échantillonnée		Effort de pêche (sec)	Longueur de rive (m)	Méthode
			Projet	BQMA	Latitude	Longitude	Eau	Poissons			
du Nord	Amont de St-Jérôme	pont Bélanger, au centre-ville (pont amont)	NO1	04010295	45,823150	-74,055080		x	1069	1000	bateau
	Amont de St-Jérôme	usine d'eau potable de Saint-Jérôme	NO1	04010298	45,812280	-74,043446	x				
	Aval de St-Jérôme	pont dans la partie amont du village de St-Canut	NO2	04010296	45,747860	-74,023490	x				
	Aval de St-Jérôme	en aval de Saint-Jérôme	NO2	04010296	45,743976	-74,027066		x	1252	1000	bateau
	Aval de Lachute	pont de l'île aux Chats	NO3	04010297	45,597610	-74,387240	x				
	Aval de Lachute	en aval du pont de l'autoroute 50	NO3	04010297	45,624337	-74,372488		x	1510	1300	bateau
Mascouche	Aval de Mirabel (Saint-Janvier)	pont de la montée Drouin	MA1	04640038	45,721980	-73,904080		x	597	100	à gué
	Pont du chemin Sainte-Marie	pont du chemin Ste-Marie, au nord-ouest de Mascouche	MA2	04640039	45,760900	-73,638820		x	1052	106	à gué
	Pont de l'autoroute 640	à 1,6 km m en aval du pont de l'autoroute 640	MA3	04640040	45,704410	-73,586060	x				
	Pont de l'autoroute 640	à 180 m en aval du pont de l'autoroute 640	MA3	04640040	45,714776	-73,585340		x	825	114	à gué
L'Assomption	Amont de Joliette	pont de la rue Principale de Notre-Dame-de-Lourdes	AS1	05220396	46,113220	-73,482480		x	1295	1100	bateau
	Amont de Joliette	usine d'eau potable de Saint-Charles-Borromée	AS1	05220467	46,059739	-73,478248	x				
	Aval de Joliette	à 4,7 km en amont du pont de la route 343 à Saint-Paul	AS2	05220397	45,953250	-73,391650		x	1218	1000	bateau
	Aval de Joliette	au bout de la rue Dagenais à Saint-Paul	AS2	05220397	45,948294	-73,388950	x				
	Aval de L'Assomption	pont de la route 341 à l'Assomption	AS3	05220400	45,810700	-73,427510		x	1792	1650	bateau
Ouareau	Aval de Crabtree	pont du chemin Guibeault à St-Paul	OU1	05220401	45,945980	-73,411860		x	993	1000	bateau
	Aval de Crabtree	rue de la pointe à Forget	OU1	05220401	45,940510	-73,410341	x				
des Mille Îles	Amont de Saint-Eustache	à 540 m en aval du pont Arthur-Sauvé, route 148	MI1	04320071	45,561900	-73,879670		x	1019	1030	bateau
	Amont de Saint-Eustache	usine d'eau potable de Saint-Eustache	MI1	04320071	45,553762	-73,886276	x				
	Aval de Blainville - Ste-Thérèse	à 630 m en aval du pont ferroviaire	MI2	04320072	45,634300	-73,781400		x	1001	1000	bateau
	Aval de Terrebonne	chenal au nord de l'île Saint-Joseph	MI3	04320073	45,683360	-73,701100		x	1047	1000(G)	bateau
	Aval de Mascouche - Lachenaie	au centre du parc en aval de l'hôtel de ville de Lachenaie	MI4	04320074	45,699828	-73,562812	x				

G : rive gauche seulement

Annexe 2 Substances analysées et limites de détection

Famille de substances	Limite de détection*
Substance	
<u>Analyse de l'eau</u>	
Médicaments, triclosan et caféine	(ng/l)
Acide salicylique	55
Acide clofibrique	5
Ibuprofène	6
Gemfibrozil	5
Caféine	13
Chlorophène	7
Fénoprofène	11
Naproxène	20
Triclosan	6
Kétoprofène	6
Acide diclofénacé	5
Carbamazépine	5
Pentoxifylline	23
Fénofibrate	11
Mestranol	8
Bezafibrate	9
Indométhacine	10
Hormones, bisphénol A et autres	(ng/l)
4-ter-Octylphénol	3
Nonylphénol grade technique	80
p-n-Nonylphénol	2
Bisphénol A	2
Estrone	0,5
Estradiol-17b	1
Testostérone	4
17A-Éthinylestradiol	2
Coprostan	1
Estriol	2
Coprostan-3-ol	4
Coprostan-3-one	4
Cholestérol	80
Composés perfluorés	(ng/l)
Perfluorohexanesulfonate (PFHxS)	1
Perfluorooctane sulfonate (PFOS)	1
Acide perfluorooctanoïque (PFOA)	1
Perfluorodécane sulfonate (PFDS)	4
Acide perfluorononanoïque (PFNA)	1
Acide perfluorodécanoïque (PFDA)	2
Acide perfluoroundécanoïque (PFUdA)	2
Acide 2H-perfluoro-octénoïque (FHUEA)	2
Acide 2H-perfluoro-décénoïque (FOUEA)	1
Acide 2H-perfluoro-dodécénoïque (FDUEA)	2
Perfluorooctane sulfonamide (PFOSA)	1
N-méthyle perfluorooctane sulfonamide (N-me PFOSA)	6
N-éthyle perfluorosulfonamide (N-Et PFOSA)	6

Annexe 2 Substances analysées et limites de détection (suite)

Famille de substances	Limite de détection*
Substance	

Analyse de l'eau

Métaux dissous	(µg/l)
Argent	0,002
Aluminium	0,4
Arsenic	0,03
Bore	0,3
Baryum	0,02
Béryllium	0,008
Cadmium	0,006
Cobalt	0,007
Chrome	0,04
Cuivre	0,05
Fer	0,5
Manganèse	0,004
Molybdène	0,003
Nickel	0,03
Plomb	0,03
Antimoine	0,004
Sélénium	0,2
Strontium	0,005
Uranium	0,001
Vanadium	0,01
Zinc	0,3

Toxicité pour l'algue <i>P. subcapitata</i>	(unités toxiques)
CI25-96 h	1

Analyse des poissons

BPC	(ng/g)
Trichlorobiphényles	
IUPAC # 18	0,002
IUPAC # 17	0,002
IUPAC # 31	0,001
IUPAC # 28	0,001
IUPAC # 33	0,001
Tétrachlorobiphényles	
IUPAC # 52	0,001
IUPAC # 49	0,001
IUPAC # 44	0,001
IUPAC # 74	0,002
IUPAC # 70	0,002
Pentachlorobiphényles	
IUPAC # 95	0,002
IUPAC # 101	0,002
IUPAC # 99	0,001
IUPAC # 87	0,002
IUPAC # 110	0,001
IUPAC # 82	0,002
IUPAC # 118	0,001
IUPAC # 105	0,001

Annexe 2 Substances analysées et limites de détection (suite)

Famille de substances	Limite de détection*
Substance	
<u>Analyse des poissons</u>	
BPC	(ng/g)
Hexachlorobiphényles	
IUPAC # 151	0,001
IUPAC # 149	0,001
IUPAC # 153	0,001
IUPAC # 132	0,002
IUPAC # 138	0,001
IUPAC # 158*	0,001
IUPAC # 128	0,002
IUPAC # 156	0,001
IUPAC # 169	0,001
Heptachlorobiphényles	
IUPAC # 187*	0,001
IUPAC # 183	0,001
IUPAC # 177	0,001
IUPAC # 171	0,001
IUPAC # 180	0,001
IUPAC # 191*	0,001
IUPAC # 170*	0,001
Octachlorobiphényles	
IUPAC # 199	0,001
IUPAC # 195	0,001
IUPAC # 194	0,001
IUPAC # 205	0,001
Nonachlorobiphényles	
IUPAC # 208	0,002
IUPAC # 206	0,003
Décachlorobiphényles	
IUPAC # 209	0,001
TRI-CB totaux	0,001
TETRA-CB totaux	0,001
PENTA-CB totaux	0,001
HEXA-CB totaux	0,001
HEPTA-CB totaux	0,001
OCTA-CB totaux	0,001
NONA-CB totaux	0,002

Annexe 2 Substances analysées et limites de détection (suite)

Famille de substances	Limite de détection*
Substance	
<u>Analyse des poissons</u>	
Dioxines et furannes chlorés	(pg/g)
2,3,7,8-TCDD	0,1
1,2,3,7,8-PeCDD	0,1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,1
OCDD	0,1
2,3,7,8-TCDF	0,1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,1
2,3,4,7,8-PeCDF	0,1
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,2
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,2
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,1
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,1
OCDF	0,1
Tétra dioxines totaux	0,1
Penta dioxines totaux	0,1
Hexa dioxines totaux	0,1
Hepta dioxines totaux	0,1
Tétra furannes totaux	0,1
Penta furannes totaux	0,1
Hexa furannes totaux	0,1
Hepta furannes totaux	0,1
BPC planaires	(ng/g)
Tétrachlorobiphényles	
IUPAC # 77	0,001 à 0,003
IUPAC # 81	0,001 à 0,004
Pentachlorobiphényles	
IUPAC # 105	0,001 à 0,002
IUPAC # 114 et # 122	0,001 à 0,002
IUPAC # 118	0,001 à 0,002
IUPAC # 123	0,001 à 0,002
IUPAC # 126	0,001 à 0,002
Hexachlorobiphényles	
IUPAC # 156	0,001 à 0,005
IUPAC # 157	0,001 à 0,005
IUPAC # 167	0,001 à 0,002
IUPAC # 169	0,001 à 0,005
Heptachlorobiphényles	
IUPAC # 170	0,001 à 0,005
IUPAC # 189	0,001 à 0,005

Annexe 2 Substances analysées et limites de détection (suite)

Famille de substances	Limite de détection*
Substance	
<u>Analyse des poissons</u>	
Polybromodiphényles éthers (PBDE)	(ng/g)
IUPAC #17	0,01
IUPAC #28	0,01
Tétrabromodiphényles éther	
IUPAC #47	0,01
IUPAC #49	0,01
IUPAC #66	0,01
IUPAC #71	0,01
IUPAC #77	0,01
Pentabromodiphényles éther	
IUPAC#85	0,01 à 0,03
IUPAC#99	0,01
IUPAC#87	0,01
IUPAC#100	0,01
IUPAC#119	0,01
IUPAC#126	
Hexabromodiphényles éther	
IUPAC#138	0,01
IUPAC#153	0,01
IUPAC#154	0,01
IUPAC#156	0,01 à 0,02
Heptabromodiphényles éther	
IUPAC#183	0,01 à 0,02
IUPAC#184	0,01 à 0,02
IUPAC#191	0,01 à 0,02
Octabromodiphényles éther	
IUPAC#196	0,02 à 0,07
IUPAC#197	0,02 à 0,06
Nonabromodiphényles éther	
IUPAC #206	0,03 à 1
IUPAC #207	0,03 à 1
Décabromodiphényles éther	
IUPAC #209	0,05 à 0,8
Hexabromobiphényles	
IUPAC #153	0,01
Polychloronaphtalènes	(pg/g)
Trichloronaphtalènes	
1,2,3-Tri CN (IUPAC # 13)	0,2 à 2
Tétrachloronaphtalènes	
1,2,3,4-Tétra CN (IUPAC # 27)	0,3 à 1
1,2,3,5-Tétra CN (IUPAC # 28)	0,3 à 1
1,2,3,8-Tétra CN (IUPAC # 31)	0,3 à 1
1,2,5,6-Tétra CN (IUPAC # 36)	0,3 à 1
1,3,5,7-Tétra CN (IUPAC # 42)	0,3 à 1
1,4,5,8-Tétra CN (IUPAC # 46)	0,3 à 1
2,3,6,7-Tétra CN (IUPAC # 48)	0,3 à 1

Annexe 2 Substances analysées et limites de détection (suite)

Famille de substances Substance	Limite de détection*
<u>Analyse des poissons</u>	
Polychloronaphtalènes	(pg/g)
Trichloronaphtalènes	
1,2,3-Tri CN (IUPAC # 13)	0,2 à 2
Tétrachloronaphtalènes	
1,2,3,4-Tétra CN (IUPAC # 27)	0,3 à 1
1,2,3,5-Tétra CN (IUPAC # 28)	0,3 à 1
1,2,3,8-Tétra CN (IUPAC # 31)	0,3 à 1
1,2,5,6-Tétra CN (IUPAC # 36)	0,3 à 1
1,3,5,7-Tétra CN (IUPAC # 42)	0,3 à 1
1,4,5,8-Tétra CN (IUPAC # 46)	0,3 à 1
2,3,6,7-Tétra CN (IUPAC # 48)	0,3 à 1
Pentachloronaphtalènes	
1,2,3,4,5-Penta CN (IUPAC # 49)	0,3 à 1
1,2,3,4,6-Penta CN (IUPAC # 50)	0,3 à 1
1,2,3,5,7-Penta CN (IUPAC # 52)	0,3 à 1
1,2,3,5,8-Penta CN (IUPAC # 53)	0,3 à 1
1,2,3,6,7-Penta CN (IUPAC # 54)	0,3 à 1
Hexachloronaphtalènes	
1,2,3,4,6,7 et 5,6,7-Hexa CN (IUPAC # 66 et 67)	0,1 à 0,2
1,2,3,5,6,8-Hexa CN (IUPAC # 68)	0,1 à 0,2
1,2,3,5,7,8-Hexa CN (IUPAC # 69)	0,1 à 0,2
1,2,3,6,7,8-Hexa CN (IUPAC # 70)	0,1 à 0,6
1,2,4,5,6,8 et 7,8-Hexa CN (IUPAC # 71 et 68)	0,1 à 0,3
Heptachloronaphtalènes	
1,2,3,4,5,6,7-Hepta CN (IUPAC # 73)	0,09 à 0,1
1,2,3,4,5,6,8-Hepta CN (IUPAC # 74)	0,09 à 0,1
Octachloronaphtalène	
Octa CN (IUPAC # 75)	0,4 à 0,7

* un intervalle (x à x) signifie que la limite varie selon l'échantillon

Annexe 3 Facteurs d'équivalence toxique pour les dioxines et les furannes chlorés et les BPC planaires

Substance	Facteur d'équivalence toxique	
	Mammifères	Oiseaux
Dioxines		
2,3,7,8-TCDD	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	1	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	0,05
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	0,01
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	0,0005
OCDD	0,0003	0,0001
Furannes		
2,3,7,8-TCDF	0,1	1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,03	1
2,3,4,7,8-PeCDF	0,3	1
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	0,01
OCDF	0,0003	0,0001
BPC planaires		
Tétrachlorobiphényles (IUPAC # 77)	0,0001	0,05
Tétrachlorobiphényles (IUPAC # 81)	0,0003	0,1
Pentachlorobiphényles (IUPAC # 105)	0,00003	0,0001
Pentachlorobiphényles (IUPAC # 114)	0,00003	0,0001
Pentachlorobiphényles (IUPAC # 118)	0,00003	0,00001
Pentachlorobiphényles (IUPAC # 123)	0,00003	0,00001
Pentachlorobiphényles (IUPAC # 126)	0,1	0,1
Hexachlorobiphényles (IUPAC # 156)	0,00003	0,0001
Hexachlorobiphényles (IUPAC # 157)	0,00003	0,0001
Hexachlorobiphényles (IUPAC # 167)	0,00003	0,00001
Hexachlorobiphényles (IUPAC # 169)	0,03	0,001
Heptachlorobiphényles (IUPAC # 189)	0,00003	0,00001

* source : EPA, 2008.

Annexe 4 Abondance et biomasse des espèces de poissons capturées

Espèces	Niveau de tolérance	Niveau trophique	L'Assomption			du Nord			Mascouche			des Milles Îles			Ouareau
			AS1	AS2	AS3	NO1	NO2	NO3	MA1	MA2	MA3	MI1	MI2	MI3	OU1
Anguillidae															
ANGUILLE D'AMÉRIQUE	INR	PIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Anguilla rostrata</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1067,6)	-	-
Amiidae															
POISSON-CASTOR	INR	PIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Amia calva</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(7017,2)	-	-
Atherinopsidae															
CRAYON-D'ARGENT	INR	INS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Labidesthes sicculus</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1,9)
Catostomidae															
CHEVALIER BLANC	INR	INS	29	2	3	-	-	2	-	-	5	-	1	-	1
<i>Moxostoma anisurum</i>			(1186)	(2190,8)	(2749,2)	-	-	(1505)	-	-	(2514,3)	-	(1788,6)	-	(307,6)
CHEVALIER ROUGE	INR	INS	-	1	3	-	1	-	-	-	5	-	-	-	-
<i>Moxostoma macrolepidotum</i>			-	(4,4)	(15)	-	(1089,9)	-	-	-	(1406,5)	-	-	-	-
COUETTE	INR	OMN	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carpiodes cyprinus</i>			-	-	(1347,1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MEUNIER NOIR	TOL	OMN	3	30	-	5	11	1	24	30	14	-	-	-	3
<i>Catostomus commersonii</i>			(740,3)	(402,8)	-	(763,5)	(4004,4)	(5,7)	(556,9)	(2794)	(620,3)	-	-	-	(11,2)
Centrarchidae															
ACHIGAN À GRANDE BOUCHE	TOL	PIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3	-	-
<i>Micropterus salmoides</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	(65)	(29,6)	-	-
ACHIGAN À PETITE BOUCHE	INR	PIS	12	50	6	16	6	9	-	-	40	-	6	6	18
<i>Micropterus dolomieu</i>			(221,6)	(689,1)	(333,5)	(1965,1)	(92)	(213,4)	-	-	(449,4)	-	(250,1)	(693)	(212,9)
CRAPET DE ROCHE	INR	INS	10	5	2	5	4	5	-	2	11	3	-	17	5
<i>Ambloplites rupestris</i>			(237,6)	(217,7)	(54,7)	(166,5)	(334,5)	(34,1)	-	(4,5)	(454,4)	(109,1)	-	(47,8)	(111,3)
CRAPET SOLEIL	INR	INS	-	1	1	7	10	6	1	13	9	124	29	27	-
<i>Lepomis gibbosus</i>			-	(10)	(8,7)	(228,5)	(343,4)	(68,4)	15,9	(283,8)	(171)	(1574,5)	(794,5)	(52,9)	-
MARIGANE NOIRE	INR	INS/PIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	2	-	-
<i>Pomoxis nigromaculatus</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	(24,8)	(62,9)	-	-
Cyprinidae															
CARPE	TOL	OMN	-	-	3	-	-	1	-	-	-	-	1	1	-
<i>Cyprinus carpio</i>			-	-	(12950)	-	-	(5150)	-	-	-	-	(2242)	(4800)	-
MÉNÉ À GROSSE TÊTE	TOL	OMN	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Pimephales promelas</i>			-	(1,5)	-	-	-	-	-	(0,9)	-	-	-	-	-
MÉNÉ À MUSEAU ARRONDI	TOL	OMN	-	1	-	7	2	-	1	-	18	5	-	10	-
<i>Pimephales notatus</i>			-	(3)	-	(17,4)	(5,1)	-	(2)	-	(32,8)	(8,1)	-	(20,1)	-
MÉNÉ À NAGEOIRES ROUGES	INR	INS	30	18	-	11	39	-	12	4	1	-	-	-	8
<i>Luxilus cornutus</i>			(118,3)	(1301,1)	-	(103,3)	(91,9)	-	(67,7)	(18,7)	(1,1)	-	-	-	(1,2)

Annexe 4 Abondance et biomasse des espèces de poissons capturées (suite)

Espèces	Niveau de tolérance	Niveau trophique	L'Assomption			du Nord			Mascouche			des Milles Îles			Ouareau
			AS1	AS2	AS3	NO1	NO2	NO3	MA1	MA2	MA3	MI1	MI2	MI3	OU1
Cyprinidae (suite)															
MÉNÉ À TACHE NOIRE	INR	INS	-	5	10	-	-	-	-	-	1	4	2	-	-
<i>Notropis hudsonius</i>			-	(12,6)	(23,8)	-	-	-	-	-	(2,5)	(6)	(2,2)	-	-
MÉNÉ BLEU	INR	INS	-	15	7	-	-	1	-	-	25	-	-	-	10
<i>Cyprinella spiloptera</i>			-	(62,6)	(16,6)	-	-	(6,1)	-	-	(54,3)	-	-	-	(39,1)
MÉNÉ ÉMERAUDE	INR	INS	-	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
<i>Notropis atherinoides</i>			-	(17,5)	(9,9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(14,3)
MÉNÉ JAUNE	TOL	OMN	-	-	-	-	7	-	-	3	-	5	17	2	-
<i>Notemigonus crysoleucas</i>			-	-	-	-	(7,3)	-	-	(1,1)	-	(47,3)	(78,7)	(1)	-
MÉNÉ PAILLE	INR	INS	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Notropis stramineus</i>			-	-	(8,2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MÉNÉ PÂLE	INTO	INS	82	3	2	-	-	54	3	-	-	-	1	1	2
<i>Notropis volucellus</i>			(163,1)	(6,6)	(3,1)	-	-	(58,6)	(3,9)	-	-	-	(0,8)	(1,1)	(4,4)
MULET À CORNES	TOL	OMN	-	-	-	-	-	-	45	2	-	-	-	-	-
<i>Semotilus atromaculatus</i>			-	-	-	-	-	-	(413,1)	(13)	-	-	-	-	-
MULET PERLÉ	TOL	INS	-	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-
<i>Margariscus margarita</i>			-	-	-	-	-	-	(206,5)	-	-	-	-	-	-
NASEUX DES RAPIDES	INR	INS	-	-	-	-	-	-	132	-	1	-	-	-	-
<i>Rhinichthys cataractae</i>			-	-	-	-	-	-	(462)	-	(6,9)	-	-	-	-
NASEUX NOIR DE L'EST	TOL	OMN	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
<i>Rhinichthys atratulus</i>			-	-	-	-	-	-	(2,3)	-	-	-	-	-	-
QUITOUCHE	INR	OMN	47	74	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	33
<i>Semotilus corporalis</i>			(654,7)	(186,9)	(3,4)	-	(21,3)	-	-	-	-	-	-	-	(84,5)
Esocidae															
GRAND BROCHET	INR	PIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3	-
<i>Esox lucius</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(3626,3)	(974,3)	-
MASKINONGÉ	INR	PIS	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-
<i>Esox masquinongy</i>			-	-	(1754,5)	-	-	(746)	-	-	(990,9)	-	-	-	-
Gasterosteidae															
ÉPINOÛCHE À CINQ ÉPINES	TOL	INS	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
<i>Culaea inconstans</i>			-	-	-	-	-	-	(16,2)	-	-	-	-	-	-
Hiodontidae															
LAQUAICHE ARGENTÉE	INTO	INS	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hiodon tergisus</i>			-	-	(205)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ictaluridae															
BARBOTTE BRUNE	TOL	INS	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8	17	1	-
<i>Ameiurus nebulosus</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	(15,6)	(1030,5)	(2278,7)	(95,7)	-
BARBUE DE RIVIÈRE	INR	OMN	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ictalurus punctatus</i>			-	-	(1143,7)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CHAT-FOU DES RAPIDES	INTO	INS	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Noturus flavus</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	(15)	-	-	-	-

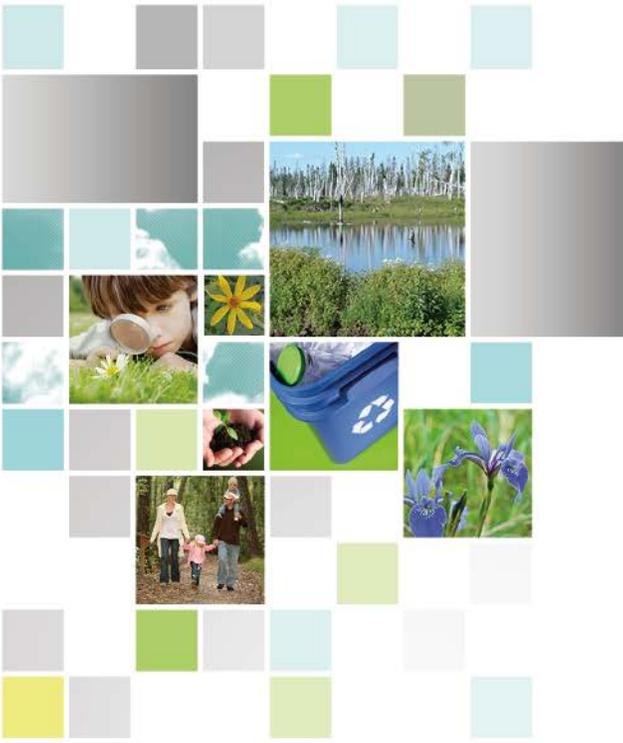
Annexe 4 Abondance et biomasse des espèces de poissons capturées (suite)

Espèces	Niveau de tolérance	Niveau trophique	L'Assomption			du Nord			Mascouche			des Milles Îles			Ouareau
			AS1	AS2	AS3	NO1	NO2	NO3	MA1	MA2	MA3	MI1	MI2	MI3	OUI
Lepisosteidae															
LÉPISOSTÉ OSSEUX	INR	PIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-
<i>Lepisosteus osseus</i>			-	-	-	-	-	-	-	-	-	(776)	(59,9)	-	-
Percidae															
DORÉ JAUNE	INR	PIS	-	-	-	1	2	1	-	-	1	1	1	2	1
<i>Sander vitreus</i>			-	-	-	(70,6)	(579)	(286,6)	-	-	(130,4)	(101,3)	(15,6)	(388,7)	(13,2)
DORÉ NOIR	INR	PIS	-	1	1	-	-	-	-	-	2	-	-	2	1
<i>Sander canadensis</i>			-	(582,1)	(500,1)	-	-	-	-	-	(251,1)	-	-	(1107,4)	(362,5)
FOUILLE-ROCHE GRIS	INTO	INS	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Percina copelandi</i>			-	-	-	-	(2)	-	-	-	-	-	-	-	(1,8)
FOUILLE-ROCHE ZÉBRÉ	INR	INS	1	10	-	19	10	3	6	-	6	-	1	3	8
<i>Percina caprodes</i>			(10,1)	(34,5)	-	(246,8)	(54)	(15,1)	(53,4)	-	(63,3)	-	(8,1)	(7,9)	(34)
PERCHAUDE	INR	INS	1	8	2	-	10	1	-	-	-	39	13	-	3
<i>Perca flavescens</i>			(226,3)	(268,8)	(18,1)	-	(1112,7)	(77,2)	-	-	-	(1350,1)	(945,6)	-	(16,5)
RASEUX-DE-TERRE GRIS	TOL	INS	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Etheostoma olmstedii</i>			-	(9,6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(1,7)
RASEUX-DE-TERRE NOIR	INR	INS	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Etheostoma nigrum</i>			-	-	-	-	(0,5)	-	-	-	-	-	-	-	-
Percopsidae															
OMISCO	INR	INS	-	-	-	-	-	-	1	78	10	-	-	-	-
<i>Percopsis omiscomaycus</i>			-	-	-	-	-	-	(8,3)	(526,9)	(26,6)	-	-	-	-
Umbridae															
UMBRE DE VASE	TOL	INS	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
<i>Umbra limi</i>			-	-	-	-	-	-	(45,5)	-	-	-	-	-	-
Nombre total d'espèces			9	18	18	8	14	12	13	8	18	11	17	12	16
Abondance totale			215	238	61	71	108	85	292	134	152	211	103	75	107
Biomasse totale (g)			3558	6001,6	21144,6	3561,7	7738	8166,2	1853,7	3642,9	7206,4	5092,7	20268,4	8189,9	1218,1
PUE totale			10	11,7	2	4	5,2	3,4	29,3	7,6	11,1	12,4	6,2	4,3	6,5
BUE totale			164,8	295,6	708	199,9	370,8	324,5	186,3	207,8	524,1	299,9	1214,9	469,3	73,6

TOL : tolérant; INR : intermédiaire; INTO : intolérant; OMN : omnivore; INS : insectivore; PIS : piscivore; PUE : prises par unité d'effort; BUE : biomasse par unité d'effort
Les valeurs entre parenthèses sont les biomasses en grammes.

Annexe 5 Valeurs de chacune des variables et cote associée pour le calcul de l'indice d'intégrité biotique (IIB)

Rivière	Station	Densité relative des omnivores		Densité relative des cyprinidés insectivores		Densité relative des piscivores		Proportion des poissons avec des anomalies		Nombre d'espèces intolérantes		Nombre d'espèces de catostomid		IWB-IWBm cote	Indice d'intégrité biotique (IIB) (x 1,5)	Classe d'intégrité biotique	
		(%)	cote	(%)	cote	(%)	cote	(%)	cote	N	cote	N	cote				
l'Assomption	AS1	23	[3]	52	[5]	6	[5]	3,8	[3]	1	[3]	2	[5]	0,12	[10]	51	bonne
	AS2	45	[3]	21	[3]	21	[5]	6,9	[1]	1	[3]	3	[5]	0,12	[10]	45	moyenne
	AS3	10	[5]	56	[5]	13	[5]	18,0	[1]	2	[3]	3	[5]	0,50	[10]	51	bonne
du Nord	NO1	17	[5]	16	[1]	24	[5]	4,2	[3]	0	[1]	1	[3]	0,22	[10]	42	moyenne
	NO2	21	[3]	36	[3]	7	[5]	10,2	[1]	1	[3]	2	[5]	0,45	[10]	45	moyenne
	NO3	2	[5]	65	[5]	13	[5]	3,5	[3]	1	[3]	2	[5]	0,51	[10]	54	bonne
Mascouche	MA1	26	[3]	66	[5]	0	[1]	6,4	[1]	1	[3]	1	[3]	0,87	[6]	33	faible
	MA2	28	[3]	3	[1]	0	[1]	3,0	[3]	0	[1]	1	[3]	0,90	[6]	27	faible
	MA3	21	[3]	18	[1]	29	[5]	6,5	[1]	1	[3]	3	[5]	0,17	[10]	42	moyenne
des Mille îles	MI1	5	[5]	2	[1]	5	[3]	6,8	[1]	0	[1]	0	[1]	0,19	[10]	33	faible
	MI2	18	[5]	3	[1]	18	[5]	13,6	[1]	1	[3]	1	[3]	0,36	[10]	42	moyenne
	MI3	17	[5]	1	[1]	17	[5]	5,8	[1]	1	[3]	0	[1]	0,56	[6]	33	faible
Ouareau	OU1	34	[3]	28	[3]	19	[5]	2,8	[3]	2	[3]	2	[5]	0,02	[10]	48	bonne



**Environnement
et Lutte contre
les changements
climatiques**

Québec 