

LE BASSIN DE LA RIVIÈRE RICHELIEU : CONTAMINATION DU POISSON PAR DES MÉTAUX ET CERTAINES SUBSTANCES ORGANIQUES TOXIQUES

Isabelle Piché¹

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

PICHÉ, I., 1998. « Le bassin de la rivière Richelieu :
contamination du poisson par des métaux et certaines
substances organiques toxiques », dans *Le bassin versant
de la rivière Richelieu : l'état de l'écosystème aquatique —
1995*, ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.),
Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq
n° EN980604, rapport n° EA-13, section 3.

¹ Auteur pour correspondance

RÉSUMÉ

En 1995, la contamination des poissons a été étudiée
à huit stations réparties sur le tronçon principal de
la rivière Richelieu ainsi qu'à une station dans la
baie Missisquoi et une station à l'embouchure de la rivière
L'Acadie. Les espèces de poissons dont la chair (sans la
peau) a été analysée sont : le doré jaune, le grand brochet,
l'achigan à petite bouche, la perchaude, le barbu de
rivière, la barbotte brune et le meunier noir (à deux stations
seulement). Le meunier noir est l'espèce dont le poisson
entier (non étêté et avec la peau) a été analysé pour évaluer
les effets sur la faune terrestre susceptibles d'être affectée
par la consommation de poissons contaminés.

Trois espèces de poissons d'intérêt sportif, tous piscivores,
ont des teneurs en mercure dépassant la directive de Santé
Canada (0,50 mg/kg). Les sites des poissons contaminés
sont : la baie Missisquoi pour le doré jaune et le grand
brochet, près du ruisseau de la Barbotte pour le grand
brochet, dans le bassin de Chambly rive gauche, pour le
doré jaune et le grand brochet, à l'embouchure de la rivière
L'Acadie pour le doré jaune et, finalement, en amont de
Saint-Marc-sur-Richelieu pour le doré jaune et l'achigan à
petite bouche. Les teneurs en mercure excèdent la
directive de Santé Canada, surtout chez les poissons de
grande taille. Pour le meunier noir entier, elles sont
supérieures au critère de faune terrestre (0,057 mg/kg) à

toutes les stations où il a été capturé et analysé. Ce critère
a été établi en fonction des organismes les plus sensibles.

De l'ensemble des métaux lourds analysés dans le poisson
entier, seul le plomb présente un patron de contamination
élevé. Les teneurs jugées supérieures (0,50 mg/kg) sont
enregistrées dans le bassin de Chambly rive gauche, à
l'embouchure de la rivière L'Acadie et à Beloeil. Les
teneurs en plomb mesurées en 1995 sont plus élevées que
celles évaluées en 1980. Certaines industries de Saint-
Jean-sur-Richelieu en activité dans les années 1980-1990,
mais qui ont fermé depuis, sont soupçonnées d'avoir
contaminé le milieu aquatique en plomb. Cependant, les
meuniers noirs étant faiblement contaminés dans ce
secteur, une étude plus approfondie des sédiments et des
poissons serait nécessaire pour mieux déterminer la
provenance du plomb dans les secteurs plus
problématiques.

Les teneurs en BPC dans la chair des poissons analysés
(doré jaune, grand brochet) sont toutes très au-dessous de
la directive de Santé Canada (2 000 µg/kg), et elles ne
dépassent pas le seuil des valeurs jugées supérieures
(100 µg/kg). La présence des BPC dans la chair des
poissons est plus importante aux sites du bassin de
Chambly rive gauche et en amont de Saint-Marc-sur-
Richelieu. L'analyse des congénères de BPC démontre
que les sources en BPC sont vieilles et dégradées dans la
rivière Richelieu. Par ailleurs, on signale l'apparition de
congénères moins persistants donc de source plus récente
dans le bassin de Chambly. Le secteur de Saint-Jean-sur-
Richelieu, avec ses rejets urbains non traités en 1995, est
soupçonné d'être la source des BPC, car leur
concentration dans les mousses aquatiques (Berryman,
1998) est significativement plus importante dans ce
secteur. Pour l'ensemble des espèces, la contamination en
BPC semble à la baisse aux stations où les données
historiques (1981, 1983, 1986) sont disponibles. Pour le
meunier noir entier, les teneurs en BPC dépassent le critère
de faune terrestre aux sites du bassin de Chambly rive
gauche, à Beloeil, en amont de Saint-Marc-sur-Richelieu et
en amont de Saint-Ours. À cette dernière station, les
analyses effectuées sur les foies de meuniers noirs
démontrent la présence de BPC à des teneurs moyennes de
452 µg/kg. On a dû annuler les analyses sur les foies des
poissons capturés en amont de Lacolle à cause de leur très
petit poids, malgré la taille respectable des poissons. Ce
phénomène demeure inexplicé.

Seuls les pesticides organochlorés ont été détectés dans la
chair et le poisson entier. Les pesticides tels que le
lindane, le méthoxychlore, le pentachlorobenzène et

l'hexachlorobenzène ont des teneurs près du seuil de détection. Dans la chair des poissons, les teneurs en p,p' DDE sont très au-dessous de la directive de Santé Canada (5000 µg/kg); dans le poisson entier (meunier noir), les teneurs en p,p'-DDE et p,p'-TDE sont au-dessous du critère de faune terrestre établi à 39 µg/kg. L'évolution de la contamination pour l'ensemble des pesticides organochlorés dans la chair des poissons semble relativement stable ou à la baisse d'une année d'échantillonnage à l'autre.

Mots clés : rivière, Richelieu, contamination, poisson, qualité du milieu aquatique, mercure, BPC, Aroclor 1254, congénères, substances toxiques, pesticides organochlorés, DDE, DDT, plomb, cadmium, chrome, arsenic, sélénium.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction.....	3.2
Aire d'étude.....	3.2
Matériel et méthodes.....	3.3
Échantillonnage.....	3.3
Préparation des poissons.....	3.3
Substances toxiques analysées.....	3.6
Analyse statistique.....	3.6
Contamination par le mercure.....	3.8
Chair des poissons.....	3.8
Poisson entier (meunier noir).....	3.15
Contamination par les autres métaux lourds.....	3.17
Poisson entier (meunier noir).....	3.17
Foie (meunier noir).....	3.20
Contamination par les biphenyles polychlores (BPC).....	3.22
Chair des poissons.....	3.22
Poisson entier (meunier noir).....	3.28
Foie (meunier noir).....	3.28
Contamination par les chlorobenzènes et les pesticides.....	3.28
Chair des poissons.....	3.28
Poisson entier (meunier noir).....	3.30
Foie (meunier noir).....	3.30
Conclusion.....	3.33
Remerciements.....	3.34
Références bibliographiques.....	3.34
Annexes	

INTRODUCTION

Le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEF), par l'entremise de la Direction des écosystèmes aquatiques, procède depuis 1978 au suivi des substances toxiques dans différents écosystèmes lacustres et fluviaux.

Ce programme de suivi vise à tracer un portrait de la contamination, par les substances toxiques, du milieu aquatique dans les régions les plus industrialisées du territoire québécois. Il permet notamment de déterminer la contamination des poissons et d'en établir les règles de consommation pour la protection de la santé publique. De plus, les effets sur l'avifaune et les mammifères les plus susceptibles d'être affectés par la consommation d'espèces contaminées sont aussi considérés. Ces données peuvent servir de support aux programmes de réduction des substances toxiques émises par les industries.

Des études réalisées en 1978, 1980, 1981, 1983 et 1986 sur le bassin de la rivière Richelieu ont démontré une contamination des poissons et de l'eau par diverses substances toxiques (Croteau et al., 1983; Goulet et Laliberté, 1983; Paul et Laliberté, 1984; 1985; 1988; 1989). Les teneurs en mercure dans la chair ou dans le poisson entier excédaient alors la directive administrative pour la mise en marché des produits de la pêche de Santé Canada.

À la suite de la mise sur pied de divers programmes d'assainissement des eaux (PAEQ, PADEM), de réduction à la source des apports en divers contaminants, et de l'interdiction d'utiliser de certaines substances, il est important de faire le point sur la contamination du poisson par les substances toxiques du bassin de la rivière Richelieu.

Cette étude a pour objectifs de :

- 1) déterminer le degré de la contamination des poissons du bassin de la rivière Richelieu par le mercure, le plomb, l'arsenic, le cadmium, le chrome, les BPC et les pesticides organochlorés en 1995;
- 2) comparer les teneurs en contaminants dans les poissons du bassin de la rivière Richelieu entre 1978 et 1995;
- 3) déterminer si les contaminants retrouvés dans les poissons de la rivière Richelieu excèdent les directives et les critères établis pour la santé humaine et les critères de protection de la faune terrestre.

AIRE D'ÉTUDE

La rivière Richelieu prend sa source au sud du lac Champlain, situé dans les États américains de New York et du Vermont. Elle draine un bassin versant d'une superficie de 23 720 km². Au total, près de 84 % de cette superficie se situe en territoire américain. La portion

québécoise du tronçon draine une région de 3 874 km² et s'inscrit à l'intérieur d'un quadrilatère dont les coordonnées géographiques vont du 72° 15' au 73° 37' de longitude ouest et du 45° 00' au 46° 05' de latitude nord.

Il est difficile de quantifier les substances toxiques provenant des industries situées dans le secteur américain (lac Champlain) et qui atteignent la rivière Richelieu, mais puisque cette rivière est l'exutoire du bassin du lac Champlain, la qualité de son eau est influencée par les activités anthropiques de ce bassin. Entre la frontière canado-américaine et l'embouchure de la Richelieu dans le fleuve Saint-Laurent, il existe de nombreuses sources de substances toxiques (pour plus de détails, voir la section traitant des pressions). Les terres cultivées occupent 56 % de la superficie totale du bassin (Statistique Canada, 1992). Cette vocation agricole s'explique par des caractéristiques pédologiques exceptionnelles et des conditions climatiques favorables. La densité animale est de 0,55 U.A. par superficie cultivée. Certains contaminants peuvent provenir de pesticides (herbicides, insecticides) utilisés en agriculture. En 1996, on comptait près de 276 000 habitants répartis dans les 54 municipalités situées entre Lacolle et Sorel. Plusieurs villes ne traitaient par leurs eaux usées, telles que Sainte-Marie-Madeleine, Saint-Jean-sur-Richelieu, Saint-Luc, Iberville, L'Acadie, Carignan, Saint-Bruno-de-Montarville, Saint-Basile-le-Grand, Ottenburn Park, McMasterville, Mont Saint-Hilaire, Beloeil, Saint-Marc-sur-Richelieu, Saint-Charles-sur-Richelieu, Saint-Antoine-sur-Richelieu et Saint-Denis. Au total, les eaux usées de 70 % de la population raccordée n'étaient toujours pas traitées. Cinquante établissements industriels étaient retenues pour effectuer des interventions d'assainissement. Entre 1995 et 1997, 5 industries ont fermé et 39 autres ont terminé leur travaux d'assainissement. Il faut mentionner que 18 de ces industries rejettent leurs eaux de procédés dans les réseaux d'égout municipaux non desservis par une station d'épuration. Il reste 6 industries qui n'ont pas complété leurs travaux d'assainissement. Parmi les établissements industriels, la majorité des établissements non agro-alimentaires se concentrent autour de Saint-Jean-sur-Richelieu et Iberville, sur le cours principal de la rivière Richelieu. Par ailleurs, du point de vue des sols contaminés, la plupart des sites sont situés aux environs de Saint-Jean-sur-Richelieu, dont un à Napierville dans le sous-bassin de la rivière L'Acadie. Dix-sept lieux d'enfouissement de déchets dangereux ont été recensés dans le bassin versant de la rivière Richelieu dont treize dans le Bas Richelieu (Piché et Simoneau, 1998).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage

L'échantillonnage des poissons a été réalisé en 1995 par la firme Pro-Faune, dans le cadre de SLV 2000, pour le compte du ministère de l'Environnement et de la Faune. La campagne d'échantillonnage a permis d'inventorier dix stations : huit sur la rivière Richelieu, une sur la rivière L'Acadie et une dans la Baie Missisquoi, à l'embouchure de la rivière aux Brochets. La liste de ces stations apparaît au tableau 1 et leur emplacement est donné à la figure 1.

L'emplacement des stations est choisi de façon à déterminer des différences entre les années dans les niveaux de contamination des poissons par les substances toxiques, et entre les stations pour une même année. Ainsi, la contamination des poissons en 1995 est comparée, lorsque les espèces capturées et les stations concordent, aux stations échantillonnées en 1978 et en 1980 (Goulet et Laliberté, 1983; Croteau *et al.*, 1983), en 1981 (Paul et Laliberté, 1984; 1985) et en 1986 (Paul et Laliberté, 1988 et 1989). L'emplacement des stations peut différer quelque peu entre les années.

Préparation des poissons

En 1995, le filet maillant a servi à la capture des poissons à chacune des 10 stations d'échantillonnage. Les filets maillants mesurent 30 m de longueur sur 2 m de largeur, avec des mailles étirées de 5 cm, de 7,5 cm et de 10 cm.

La taille (longueur totale) et le poids sont mesurés sur chaque poisson récolté. Les mêmes données ont été prises lors des échantillonnages antérieurs (1978, 1981, 1983, 1986). Le sexe de chaque spécimen a aussi été déterminé.

Pour le doré jaune (*Stizostedion vitreum*), le grand brochet (*Esox lucius*), la barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*), la barbut de rivière (*Ictalurus punctatus*) et l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*), entre 100 et 200 grammes de chair sans la peau sont prélevés, de préférence sous la nageoire dorsale. Chez les plus petits spécimens, tels que la barbotte brune et la perchaude, toute la chair des filets est prélevée. La chair de chaque spécimen est enveloppée dans un papier d'aluminium rincé à l'hexane et ensuite congelé.

Tableau 1 Situation géographique des stations échantillonnées dans la rivière Richelieu en 1995

N° de la station (N° de station de la BQMA)	Identification de la station	Année	Latitude (nord) UTM	Longitude (ouest) UTM
Bm (03040006)	Baie Missiquoi, près de l'embouchure de la rivière aux Brochets, à Philipsburg	1995	5080110	643050
120,5 (03040104)	Rivière Richelieu, en amont de Lacolle	1995	4987370	631310
92 (03040101)	Rivière Richelieu, en amont de Saint-Jean-sur-Richelieu, près du ruisseau à la Barbotte	1995	5014140	637780
78,7 (03040098)	Rivière Richelieu, en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu (Ile Saint-Thérèse)	1995	5027120	636880
69,3 (03040031)	Rivière Richelieu, au bassin de Chambly, rive ouest	1995	5035290	633690
68,8 (03040030)	Rivière Richelieu, au bassin de Chambly près de l'embouchure Des Hurons, rive est	1995	5035510	635750
L1,5 (03040032)	Rivière L'Acadie, près de l'embouchure	1995	5036760	633230
55,7 (03040093)	Rivière Richelieu, à Beloeil	1995	5047430	640690
45,3 (03040091)	Rivière Richelieu, en amont de Saint-Marc près du ruisseau Beloeil	1995	5057780	640640
22,2 (03040087)	Rivière Richelieu, en amont de Saint-Ours	1995	5080110	643950

BQMA = banque de données sur la qualité du milieu aquatique

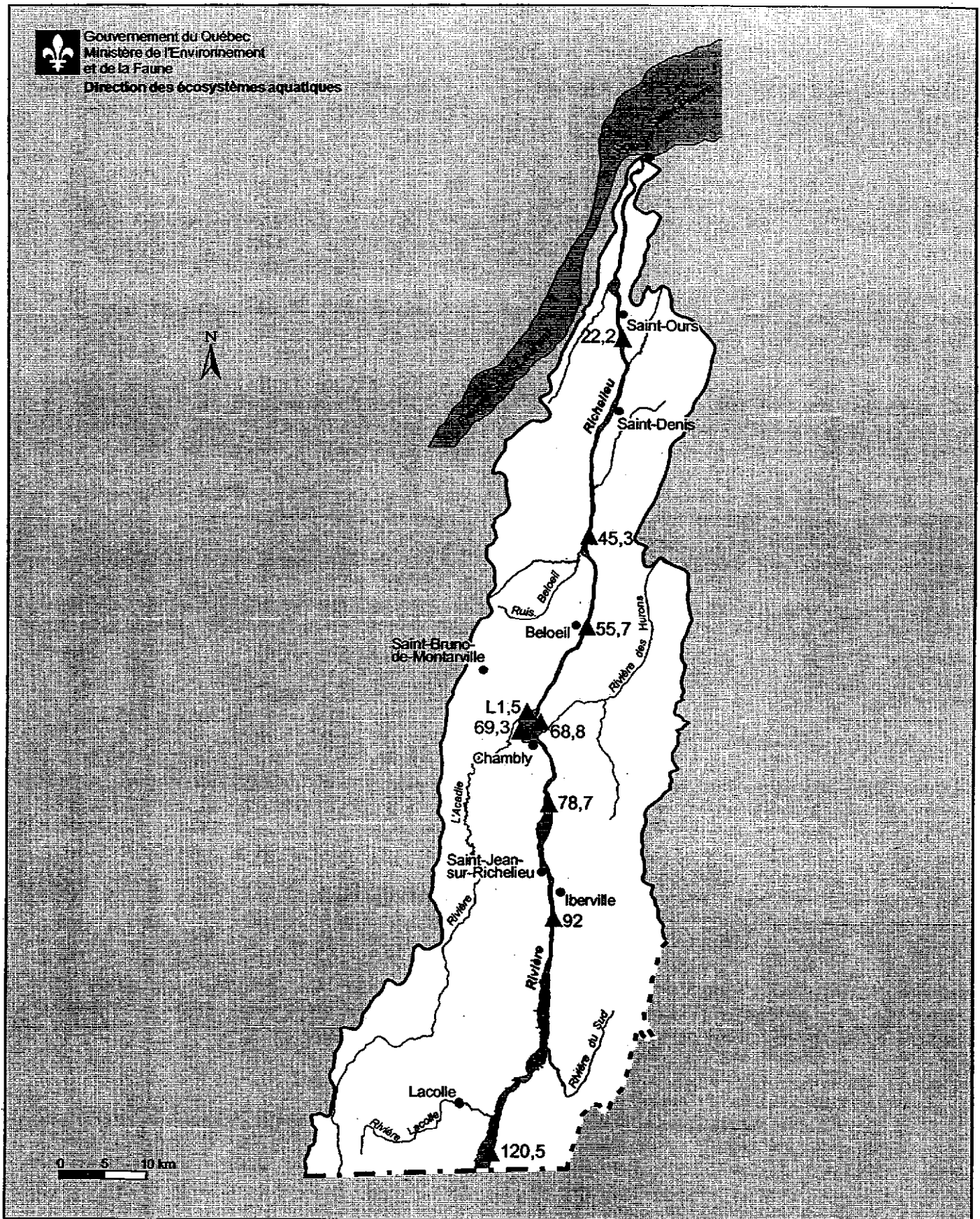


Figure 1 Localisation des stations d'échantillonnage sur la rivière Richelieu en 1995 (chair de poissons)

Pour le meunier noir, les poissons entiers sont enveloppés de papier d'aluminium rincé à l'hexane. En amont de Lacolle et de Saint-Ours, la chair ainsi que le foie du meunier noir ont aussi été prélevés et analysés sur des poissons individuellement; ces prélèvements ont été faits à la demande de la Direction régionale de la Montérégie, afin de compléter leur étude sur le chevalier (suceur) cuivré.

Au laboratoire, on homogénéise les spécimens (poisson entier ou chair, selon l'espèce) en les broyant au moyen d'un hache-viande en acier inoxydable et en mélangeant manuellement la pâte résultante. On répète deux fois cette opération. Pour le mercure, les analyses de la chair de poisson sans la peau sont effectuées individuellement dans le cas du doré jaune, du grand brochet et du meunier noir (deux stations seulement), alors que des homogénats sont constitués d'un nombre variable de spécimens dans le cas de la barbotte brune, de la barbotte de rivière, de la perchaude et de l'achigan à petite bouche. Les classes de taille par espèce sont présentées à l'annexe 1. Pour les autres substances toxiques analysées, les échantillons proviennent d'homogénats de plusieurs spécimens, tous de taille moyenne. Dans le cas du meunier noir entier, le mercure et les autres substances ont été analysées sur des homogénats de deux à dix poissons, tous de taille moyenne. En 1986, les poissons étaient aussi homogénéisés de cette façon.

Substances toxiques analysées

En 1995, la chair des dorés jaunes et des grands brochets est analysée pour le mercure, les BPC, le pourcentage en lipides, les chlorobenzènes et les pesticides organochlorés. Pour l'achigan à petite bouche, une seule analyse de BPC est effectuée, à la station de la baie Missisquoi. Pour la chair de perchaude, de barbotte brune et de barbotte de rivière, seul le mercure est analysé. Les homogénats de meuniers noirs entiers sont analysés pour le mercure, le plomb, l'arsenic, le sélénium, le cadmium, le chrome, les BPC, les chlorobenzènes (7 substances), les pesticides organochlorés et le pourcentage de lipides. Les BPC totaux sont mesurés de deux façons, soit au moyen des six pics majeurs de l'Aroclor 1254 et en analysant 45 congénères individuels. Pour les BPC, la somme des congénères est également effectuée. L'annexe 2 présente l'ensemble des substances dosées, par espèce de poisson, ainsi que les limites de détection pour chacune des substances analysées. Les annexes 3, 4, 5, 6 et 7 donnent les résultats de toutes les analyses effectuées sur la chair, le foie et le poisson entier des différentes espèces dans la

rivière Richelieu en 1995. Les données historiques disponibles sur cette rivière sont présentées à l'annexe 8.

Le mercure est analysé par spectrométrie d'absorption atomique, formation de vapeur (méthode MENVIQ 86.11/207 Hg 1.1). En 1986, les BPC étaient analysés par extraction avec un mélange d'hexane-acétone, purification sur colonne Florisil et dosage par chromatographie en phase gazeuse (méthode MENVIQ 89.07/407 BPC 1.2).

En 1995, les BPC, les pesticides organochlorés et les chlorobenzènes ont été analysés de la façon suivante (Marc Gignac, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, MEF, comm. pers.) : l'échantillon déshydraté est homogénéisé en présence d'un mélange hexane-dichlorométhane. L'extrait est filtré, concentré et purifié par chromatographie en perméation de gel et sur colonne de florisil. Après concentration, l'extrait est injecté dans un chromatographe en phase gazeuse muni d'un détecteur à capture d'électron (GC-ECD).

Les BPC sont déterminés au moyen des six pics majeurs de l'Aroclor 1254. Les différents congénères individuels de BPC sont également dosés par injection de l'extrait dans un chromatographe en phase gazeuse muni d'un détecteur en spectrométrie de masse (GC-MSD). En mode d'ion sélectif, 45 congénères sont quantifiés individuellement à l'aide d'une solution étalon de concentration connue. En plus des éléments usuels du contrôle de qualité (réplicats, blancs de colonne, détermination de l'erreur d'analyse), la validation de l'analyse pour chaque échantillon est effectuée à l'aide de trois étalons ajoutés avant l'extraction et de quatre étalons ajoutés avant l'injection. Les différents congénères de BPC sont identifiés au moyen de leur numéro IUPAC.

Analyse statistique

Les analyses statistiques sont réalisées à l'aide des applications « General linear Models (GLM) » et « Least-Squares Means (LS MEANS) », du logiciel SAS (Statistical Analyses System, 1984). Le seuil de probabilité retenu est $P \leq 0,05$.

Mercure

Afin de comparer les teneurs mesurées pour les différentes stations et années échantillonnées, nous utilisons plusieurs approches. La première consiste à considérer les teneurs dans la chair de poisson (homogénat ou individu) par classe de taille, afin de permettre la comparaison des données disponibles pour les autres stations et les autres

années. Puisqu'il existe une corrélation positive entre la teneur en mercure dans la chair d'un poisson et sa longueur (Lévesque et Pomerleau, 1986a, 1986b; Paul et Laliberté, 1989), les différences dans la taille des poissons capturés entre les sites et les années peuvent causer un biais dans les teneurs moyennes de mercure. Des régressions sont recherchées entre les teneurs en mercure et la longueur totale pour chaque espèce, à chaque station et pour chaque année analysée, lorsque les effectifs d'échantillons le permettent. Dans les cas où des relations significatives sont constatées, les comparaisons effectuées tiennent compte de ces relations afin d'éliminer le biais dû à la taille. Les teneurs moyennes en mercure sont alors ajustées pour la taille par l'analyse de covariance, avec la teneur en mercure comme variable dépendante et la longueur totale comme covariable. L'analyse de covariance non paramétrique (rang ANCOVA) s'avère utile, puisque les hypothèses de base du test paramétrique ne peuvent être vérifiées pour un petit nombre d'échantillons (distribution normale et égalité de la variance).

Dans certains cas, l'analyse de covariance n'est pas applicable, en raison de régressions non significatives ou d'effectifs trop petits dans les blocs de données à comparer. L'homogénéité de la distribution de la longueur des spécimens dans les groupes à comparer est vérifiée à l'aide du test non paramétrique de Tukey. Lorsque la taille des spécimens diffère entre les groupes, les teneurs en mercure sont comparées dans un domaine limité de longueur commun aux différents groupes. Des tests non paramétriques (Kruskal-Wallis ou Wilcoxon) sont utilisés pour comparer les teneurs en mercure des différentes stations pour une même année ou entre les années pour une même station. Dans les cas où les analyses statistiques portent sur plus de deux stations, celles qui décèlent des différences significatives sont suivies de comparaisons multiples (test de Tukey pour effectifs inégaux).

Biphényles polychlorés (BPC)

Contrairement au mercure, les relations entre les teneurs en BPC dans la chair ou le poisson entier et la taille (longueur) des spécimens ne sont généralement pas significatives ($p > 0,05$). Il existe cependant une corrélation significative entre le pourcentage de gras et la concentration de BPC (Simmons, 1984; Lévesque et Pomerleau, 1986 a). Cette relation s'explique facilement par le fait que les BPC sont solubles dans les lipides. Idéalement, la variabilité associée au paramètre « pourcentage de gras » devrait être éliminée par une

analyse de covariance, mais les effectifs par station (un seul homogénat) et par année sont trop petits pour effectuer une telle analyse. Les teneurs en BPC sont donc normalisées à 1 % de gras, pour faciliter les comparaisons spatio-temporelles. Malheureusement, les pourcentages en gras ne sont pas toujours disponibles pour les données historiques.

Évaluation du niveau de contamination

Dans la chair des poissons, les teneurs en mercure et en BPC sont d'abord comparées aux directives pour la mise en marché des produits de la pêche de Santé Canada. Lorsqu'elles sont dépassées, ces directives signalent un danger pour la santé humaine; la consommation des poissons doit donc être restreinte. *Le guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce*, édité par le MEF en collaboration avec le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, apporte des précisions sur les règles de consommation du poisson en fonction du niveau de contamination et des différentes populations concernées (enfants, pêcheurs assidus, etc.). Par la suite, les teneurs en mercure, en BPC et en DDT/p,p'-DDE dans la chair des poissons sont comparées aux critères de l'U.S. EPA pour la santé humaine (critères nationaux, U.S. EPA 1992). Ces critères plus sévères sont établis afin d'intervenir le plus tôt possible sur les sources de contamination dans le milieu. Les valeurs supérieures aux critères révèlent un potentiel de risque pour la santé. Lorsqu'elles atteignent les directives de mises en marché, le consommateur doit diminuer sa ration quotidienne de poisson. Le niveau de contamination par le mercure et les BPC est également comparé aux catégories de contamination (Paul et Laliberté, 1985, 1986, 1989; Laliberté, 1990; Brouard et Laliberté, 1992). Il est :

- évident, si trois espèces de poisson ont une concentration en mercure jugée supérieure (0,50 à 1,0 mg/kg) ou très supérieure ($> 1,0$ mg/kg); dans le cas des BPC, 3 espèces ayant une concentration en BPC supérieure (100 à 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$) ou très supérieure (> 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$);
- apparent, si deux espèces de poisson ont une concentration jugée supérieure ou très supérieure;
- discret, si une espèce de poisson a une concentration jugée supérieure ou très supérieure;
- non apparent, si aucune espèce de poisson n'a de concentration supérieure au critère.

Parmi les classes de taille déterminées pour chaque espèce, la classe moyenne ou, à défaut d'individus, la classe petite

est retenue afin d'évaluer le niveau de contamination des poissons. Ce choix a pour but d'utiliser la même base d'évaluation comparative à chaque station. Dans le cas des BPC, il a fallu proposer des seuils de référence beaucoup plus sévères que la directive de mise en marché de 2000 µg/kg, pour mettre en évidence les sites plus contaminés.

Dans le cas du meunier noir (poisson entier), les teneurs en mercure, en BPC, en p,p'-DDT et en p,p'-DDE sont comparées aux critères de faune terrestre (U.S. EPA, 1995). Ces valeurs sont déterminées en considérant les effets sur les espèces d'avifaune ou de mammifères les plus susceptibles d'être affectés par la consommation d'espèces aquatiques contaminées. L'évaluation de la contamination, établi selon ces critères, permet d'offrir un support aux programmes de réduction des substances toxiques émises par les industries. Une évaluation plus rigoureuse du risque selon les habitudes alimentaires et le cycle de vie des divers animaux terrestres consommant le poisson ne fait pas partie des objectifs de cette étude.

CONTAMINATION PAR LE MERCURE

Le mercure est un métal lourd qui se retrouve à l'état naturel dans le milieu. Les activités humaines altèrent de différentes façons le cycle naturel du mercure, par exemple l'extraction du minerai à des fins industrielles ou la modification de certaines conditions physico-chimiques du milieu. Il peut aussi provenir de l'incinération de déchets, des procédés d'usine de chlore-alkali ou de la combustion de produits pétroliers. De plus en plus d'études démontrent qu'une partie du mercure voyage par la voie des airs et se dépose sur les écosystèmes aquatiques (Fitzgerald, 1995 ; Munthe et al., 1995). Une réduction des teneurs passe aussi par la réduction des sources d'émissions atmosphériques. Le méthylmercure traverse très rapidement la membrane cellulaire des organismes aquatiques et s'accumule dans leurs tissus. Il est la forme la plus dangereuse de mercure pour les humains.

Chair des poissons

Consommation humaine de poisson

Certains poissons d'intérêt sportif présentent des teneurs en mercure (Hg) dépassant la directive de mise en marché des produits de la pêche de Santé Canada établie à 0,50 mg/kg de Hg (annexe 3). Ces poissons, tous piscivores, sont les dorés jaunes (teneurs plus élevées), les grands brochets et les achigans à petite bouche (tableau 2). Cela s'explique

par le fait que le mercure est bioamplifié le long de la chaîne alimentaire. Ainsi, le poisson piscivore (doré, brochet, achigan) emmagasine davantage de mercure que les poissons insectivores (perchaude, meunier). L'augmentation du mercure d'un niveau trophique à un autre peut varier de 3 à 5 (Schetagne *et al.*, 1996). Le mercure s'accumule généralement dans la chair, puis le foie et les reins. Pour chaque espèce, les teneurs les plus importantes se retrouvent surtout dans les poissons de grande taille. Les autres espèces, telles que la perchaude, la barbotte brune, le meunier noir et la barbue de rivière, qui occupent un niveau trophique plus bas, ont des teneurs en mercure inférieures à la directive.

Les stations de la baie Missisquoi, du bassin de Chambly rive gauche, de la rivière L'Acadie et de l'amont de Saint-Marc possèdent toutes des dorés jaunes dont la chair est contaminée par des teneurs en mercure supérieures à la directive de Santé Canada (0,50 mg/kg) (tableau 2). Ces dépassements sont observés dans les dorés de grande taille; pour la rivière L'Acadie, dans les dorés de grande et moyenne taille. Pour les grands brochets, les teneurs en mercure dépassent la directive chez les poissons de grande taille dans la baie Missisquoi, en aval du ruisseau de la Barbotte et dans le bassin de Chambly rive gauche. De plus, les achigans à petite bouche de grande taille, en amont de Saint-Marc, ont aussi des teneurs en mercure plus élevées que la directive. Ainsi, à l'été 1995, pour l'ensemble du bassin versant de la rivière Richelieu, la chair de 14,6 % des espèces capturées dépassait la directive de consommation humaine établie à 0,50 mg/kg, soit 27 % des dorés jaunes, 15 % des grands brochets et près de 7 % des achigans à petite bouche (figure 2). Aucun dépassement n'a été observé chez les autres espèces capturées.

Selon la méthode de classification des niveaux de contamination, seulement deux stations présentent en 1995 une contamination discrète (une seule espèce contaminée).

Elles sont situées à l'embouchure de la rivière L'Acadie et en amont de Saint-Marc-sur-Richelieu (tableau 3). Dans la rivière L'Acadie, l'espèce ayant une concentration supérieure de mercure est le doré jaune, tandis qu'à Saint-Marc-sur-Richelieu, c'est l'achigan à petite bouche. Les autres stations échantillonnées ont une contamination non apparente.

La contamination de la chair des poissons par le mercure peut également être comparée au critère de santé humaine des Grands Lacs (U.S. EPA, 1995), soit 0,21 mg/kg pour une consommation de 15g/jour, la vie durant. Ce critère plus sévère, a été établi afin d'intervenir le plus tôt possible

Tableau 2 Teneurs moyennes en mercure (mg/kg) dans la chair des grands brochets, des dorés jaunes et des achigans à petite bouche capturés dans la rivière Richelieu en 1995

CLASSE DE TAILLE (mm)			Grand brochet			Doré jaune			Achigan à petite bouche		
			400-550	551-700	>700	300-400	401-500	>500	249-300	301-350	351-400
DOMAINE DE VARIATION (mg/kg)			0,10-0,28	0,21-0,42	0,27-0,65	0,13-0,29	0,26-0,76	0,41-0,98	0,10-0,50	0,16-0,58	0,22-0,41
Année	Station										
1995	Baie	Baie Missisquoi	0,23 (3)	0,32 (5)	0,52 (5)	0,13 (5)	0,32 (5)	0,65 (4)		0,24 (1/5)	0,41 (1/5)
1995	120,5	Amont de Lacolle	0,28 (2)	0,35 (5)	0,27 (1)						
1995	92	Amont Ruisseau Barbotte	0,27 (8)	0,42 (5)	0,65 (1)						
1995	78,7	Aval de St-Jean (barrage Fryer)	0,19 (6)	0,21 (6)					0,29 (1)	0,26 (1/5)	0,34 (1/2)
1995	Bassin à ouest	Bassin de Chambly à ouest		0,35 (4)	0,63 (3)	0,16 (3)	0,34 (5)	0,66 (2)		0,16 (1)	0,32 (1/5)
1995	Bassin à droite	Bassin de Chambly près des Hurons	0,10(5)	0,29(5)	0,43(1)	0,19 (2)	0,26(5)	0,41 (5)	0,10 (1/2)		0,22 (1)
1995	Acadie	A l'embouchure de la rivière L'Acadie	0,10 (2)	0,45 (3)		0,29 (5)	0,76 (5)	0,98 (4)	0,27 (1)	0,48 (1/2)	0,38 (1)
1995	55,7	A Beloeil	0,10 (3)			0,27 (5)	0,37 (5)		0,19 (1/5)	0,29 (1/2)	
1995	45,3	Amont de Saint-Marc				0,17 (5)	0,46 (3)	0,81 (1)		0,58 (1)	
1995	22,2	Amont de Saint-Ours		0,29 (2)		0,19 (5)	0,32 (4)	0,47 (4)			

1995 () = nombre de poissons analysés individuellement ou (y/x) = y homogénats de x poissons

La directive pour la chair de poisson est fixée à 0,5 mg/kg de Hg par Santé et Bien-être social Canada. Les teneurs dépassant la directive sont en caractère gras.

Tableau 2 Teneurs moyennes en mercure (mg/kg) dans la chair des perchaudes, des barbottes brunes, des barbus de rivière et des meuniers noirs capturés dans la rivière Richelieu en 1995

CLASSE DE TAILLE (mm)			Perchaude			Barbotte Brune			Barbue de rivière			Meunier noir
			150-200	201-250	>250	200-250	251-300	>300	200-250	251-300	>300	>401 (gros)
DOMAINE DE VARIATION (mg/kg)			0,04-0,20	0,09-0,18	0,21-0,36	0,05-0,07	0,07-0,15	0,08-0,29	0,13	0,08	0,13-0,14	0,16-0,25
Année	Station											
1995	Baie	Baie Missisquoi	0,15 (1/2)	0,17 (1/6)	0,27 (1/2)	0,05 (1/2)	0,11 (1/2)	0,14 (1/5)				
1995	120,5	Amont de Lacolle	0,11 (1/10)	0,13 (1/7)	0,31 (1/2)		0,08 (1/5)	0,13 (1/6)				0,16 (5)
1995	92	Amont Ruisseau Barbotte	0,14 (1/15)	0,11 (1/13)	0,21 (1/6)		0,15 (1)	0,29 (1)				
1995	78,7	Aval de St-Jean (barrage Fryer)	0,14 (1/14)	0,10 (1/12)	0,20 (1/9)	0,07(1/3)	0,11 (1/2)					
1995	Bassin à l'ouest	Bassin de Chambly à ouest	0,15 (1)	0,18 (1/2)	0,36 (1/4)		0,06 (1/2)	0,08(1/2)	0,13 (1/2)	0,08 (1/5)	0,14 (1/5)	
1995	Bassin à l'est	Bassin de Chambly près des Hurons		0,09 (1)			0,07 (1)				0,13 (1/5)	
1995	Acadie	A l'embouchure de la rivière L'Acadie	0,20 (1/4)				0,13 (1)					
1995	55,7	A Beloeil	0,06 (1/3)	0,13 (1/3)			0,12 (1)					
1995	45,3	Amont de Saint-Marc	0,04 (1)				0,06 (1/2)					
1995	22,2	Amont de Saint-Ours	0,05 (1)	0,15 (1/2)								0,25 (10)

1995 () = nombre de poissons analysés individuellement ou (y/x) = y homogénats de x poissons

La directive pour la chair de poisson est fixée à 0,5 mg/kg de Hg par Santé et Bien-être social Canada. Les teneurs dépassant la directive sont en caractère gras.

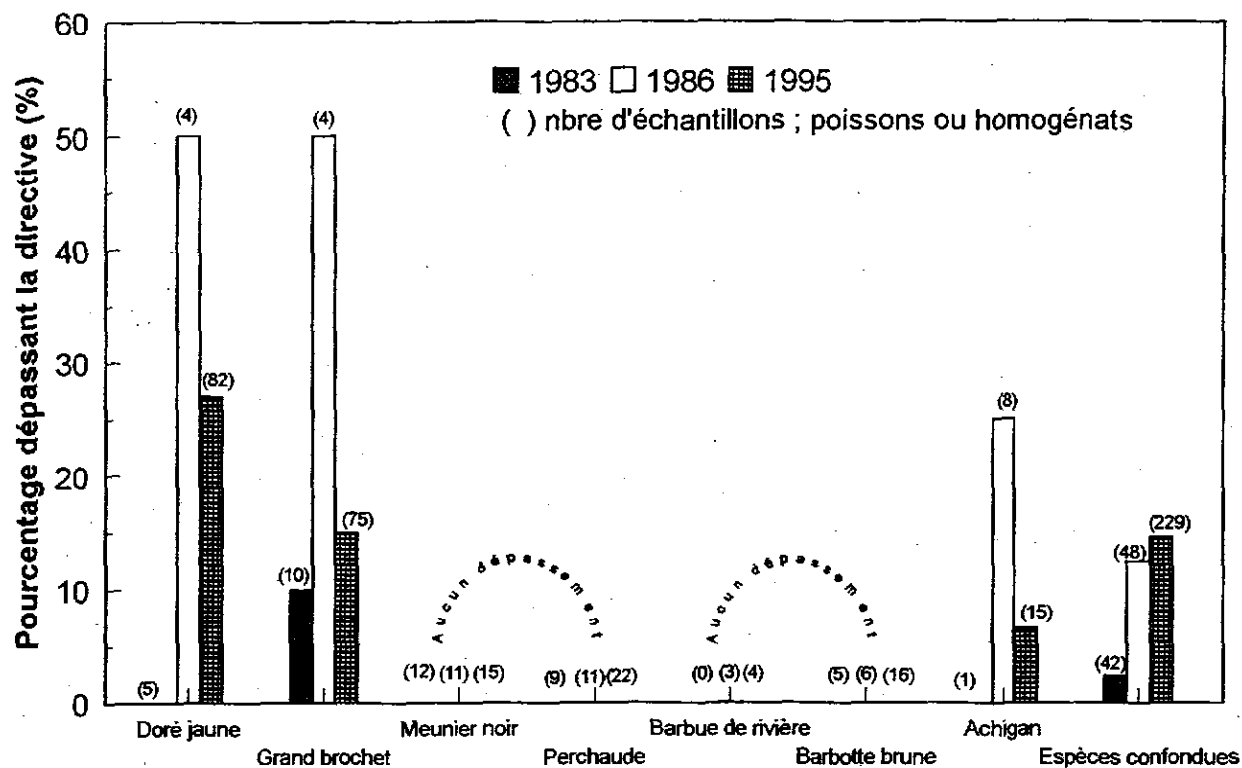


Figure 2 Fréquence de dépassement de la directive administrative de 0,5 mg/kg de mercure dans la chair de certaines espèces de poisson dans la rivière Richelieu (1995)

Tableau 3 Catégorie de contamination du mercure (poissons de taille moyenne ou à défaut de petite taille) pour les stations de la rivière Richelieu ; année 1983, 1986 et 1995

Stations	Niveau de contamination ¹ (nombre et espèces ² de poisson capturé)		
	Année 1983	Année 1986	Année 1995
Baie Missisquoi (bm)	nd ³	discrète (3 espèces: <u>eslu</u> ⁴ , icne, mido)	non-apparente (5 espèces: eslu, icne, mido, pefl, stvi)
Amont de Lacolle (120,5)	non-apparente (3 espèces: eslu, icne, pefl)	non-apparente (2 espèces: caco, pefl)	non-apparente (4 espèces: caco, eslu, icne, pefl)
Amont du ruisseau de la Barbotte (92)	discrète (3 espèces: <u>eslu</u> , icne, pefl)	nd	non-apparente (3 espèces: eslu, icne, pefl)
Aval de Saint-Jean-sur-Richelieu (78,7)	non-apparente (2 espèces: eslu, pefl)	non-apparente (5 espèces: caco, eslu, icne, mido, pefl)	non-apparente (4 espèces: eslu, icne, mido, pefl)
Bassin de Chambly ouest (69,3)	non-apparente (3 espèces: caco, pefl, stvi)	nd	non-apparente (6 espèces: eslu, icne, icpu, mido, pefl, stvi)
Bassin de Chambly des Hurons (68,8)	non-apparente (5 espèces: caco, eslu, icne, pefl, stvi)	non-apparente (4 espèces: caco, icne, mido, pefl)	non-apparente (6 espèces: eslu, icne, icpu, mido, pefl, stvi)
Embouchure de L'Acadie (L1,5)	nd	nd	discrète (5 espèces: eslu, icne, mido, pefl, <u>stvi</u>)
Amont de Beloeil (55,7)	nd	discrète (4 espèces: eslu, icpu, pefl, <u>stvi</u>)	non-apparente (5 espèces: eslu, icne, mido, pefl, stvi)
Amont de Saint-Marc-sur-Richelieu (45,3)	non-apparente (6 espèces: caco, eslu, icne, mido, pefl, stvi)	discrète (3 espèces: icne, <u>mido</u> , pefl)	discrète (4 espèces: icne, <u>mido</u> , pefl, stvi)
Amont de Saint-Ours (22,2)	nd	discrète (4 espèces: caco, icpu, mido, <u>stvi</u>)	non-apparente (4 espèces: caco, eslu, pefl, stvi)

¹ Contamination non-apparente = aucune espèce n'a des concentrations en mercure supérieures à 0,50 mg/kg ;
discrète = 1 espèce ayant des concentrations supérieures (0,50 à 1,0 mg/kg) ou très supérieures (> 1,0 mg/kg),
apparente = 3 espèces...concentrations supérieures ou très supérieures, évidente = 4 espèces...

² Nom des espèces : caco = meunier noir, eslu = grand brochet, icne = barbotte brune, icpu = barbu de rivière,
mido = achigan à petite bouche, pefl = perchaude, stvi = doré jaune

³ Aucun poisson capturé

⁴ Espèce soulignée : espèce ayant des concentrations en mercure jugées supérieures (0,50 à 1,0 mg/kg) ou très supérieures (> 1,0mg/kg).

sur les sources de contamination dans le milieu. Les valeurs supérieures ont un potentiel de risque pour la santé, jusqu'à ce qu'elles atteignent les directives de mise en marché, niveau à partir duquel le consommateur doit diminuer sa ration quotidienne de poisson, comme il est indiqué dans le guide de consommation du poisson. Pour le doré jaune, l'achigan à petite bouche et le grand brochet, la totalité des valeurs moyennes en mercure dépassent ce critère chez les poissons de grande ou moyenne taille, à l'exception de l'achigan de taille moyenne dans le bassin de Chambly (tableau 2). Les dépassements du critère sont moins fréquents pour les poissons de petite taille chez ces mêmes espèces. Pour la barbotte brune, seuls les poissons de grande taille à la station en amont du ruisseau de la barbotte dépassent ce critère. Les stations situées dans la baie Missisquoi, en amont de Lacolle et dans le bassin de Chambly rive gauche possèdent des perchaudes de grande taille ayant des teneurs en mercure supérieures au critère (0,21 mg/kg). Aucune perchaude de grande taille n'a été capturée aux stations en aval de Chambly. Pour la barbotte de rivière, aucune des teneurs en mercure ne dépasse ce critère.

Variation spatiale

Il convient de comparer les teneurs en mercure des différentes stations en minimisant l'influence de la longueur des poissons. Pour ce faire, les différentes mesures des poissons seront considérées dans les analyses statistiques en utilisant les tests ANCOVA.

Doré jaune

Pour le doré jaune, il n'y a aucune différence significative dans la taille des poissons entre les stations d'échantillonnage. Par contre, il existe des régressions significatives entre la teneur en mercure et la longueur des poissons à chacune des stations où ils ont été capturés, sauf à la station en amont de Beloeil (annexes 9 et 10a). Il convient donc de prendre la longueur en covariance pour effectuer les comparaisons spatiales (ANCOVA) sur la contamination du doré par le mercure (tableau 4). Ainsi, la station de la rivière L'Acadie (L1,5) renferme les dorés jaunes les plus contaminés du bassin versant de la rivière Richelieu, avec des teneurs moyennes en mercure de 0,65 mg/kg. Une étude effectuée dans le Nord québécois (Schetagne *et al.*, 1996) démontre une relation entre la teneur en mercure dans les poissons et la concentration en matières organiques dans l'eau. En fait, la matière organique favorise la prolifération bactérienne; le mercure inorganique peut être méthylyé par ces micro-organismes et

se lier ainsi facilement aux organismes tels que les poissons. Simoneau (1993) signale des concentrations particulièrement élevées de matières organiques dans la rivière L'Acadie, comparativement à la rivière Richelieu, ce qui pourrait expliquer en partie les teneurs en mercure plus élevées enregistrées dans ce tributaire du Richelieu. La station 68,8 dans le bassin de Chambly (près de la rivière des Hurons) est la moins contaminée, avec des teneurs en mercure de 0,31 mg/kg.

Grand brochet

Pour le grand brochet, on note des différences entre les stations dans la taille des poissons capturés. Les poissons les plus grands ont été pêchés dans le bassin de Chambly, rive gauche, et les plus petits, à Beloeil. Par ailleurs, certaines stations présentent une régression significative entre la teneur en mercure et la longueur des poissons (annexes 9 et 10b). Ainsi, le test de comparaison ANCOVA démontre que les teneurs en mercure du grand brochet sont plus élevées à la station située près du ruisseau à la Barbotte qu'aux stations en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu et dans le bassin de Chambly, près de la rivière des Hurons, où l'on note les plus faibles teneurs en mercure (tableau 4). Les autres stations ont des teneurs intermédiaires.

Meunier noir

Aucune relation n'a pu être établie entre la teneur en mercure dans la chair des meuniers noirs et la longueur totale de ces poissons pour les deux stations où les données sont disponibles (annexe 9), la taille des spécimens pêchés offrant peu de variation à l'intérieur d'une même station. Par contre, les poissons capturés à la station en amont de Saint-Ours sont significativement plus petits que ceux pris à la station de Lacolle, et leurs teneurs en mercure sont plus élevées. En effectuant une analyse de comparaison ANCOVA qui tient compte de la longueur des poissons, le site de Saint-Ours semble donc le plus contaminé des deux (tableau 5).

La perchaude, l'achigan et la barbotte

Pour la perchaude, seule la station du bassin de Chambly rive gauche démontre une régression significative entre la longueur et le mercure (annexes 9 et 10). Pour l'achigan à petite bouche et la barbotte brune, ce type de régression n'est pas significatif (annexes 9). Dans tous les cas, les effectifs sont trop petits pour effectuer des analyses

Tableau 4 Comparaison spatiale des teneurs en mercure (mg/kg) dans la chair des dorés jaunes et des grands brochets de la rivière Richelieu en 1995 avec la longueur totale en covariant

DORÉ JAUNE

Station	Année	N	Teneur moyenne en mercure (mg/kg)		Rang moyen	Niveau de signification observé	Conclusion
			Non ajustée pour la longueur totale	Ajustée pour la longueur totale ¹			
			Ajusté pour la longueur		rangs ²		
BM	1995	14	0,35 *	0,34	35,6	0,0001	CD ³
69,3	1995	10	0,35 *	0,37	35,9		CD
68,8	1995	12	0,31 *	0,24	28,6		D
L1,5	1995	14	0,65 *	0,61	58,6		A
55,7	1995	10	0,32	0,41	51,5		AB
45,3	1995	9	0,34 *	0,39	42,6		BC
22,2	1995	13	0,32 *	0,32	37,2		CD

¹ Moyenne des teneurs en mercure ajustée avec la longueur des poissons en covariant

² Probabilité : analyse de variance sur les rangs avec la longueur totale en covariant

³ Les échantillons significativement différents sont identifiés par une lettre différente. Le rang moyen ajusté le plus élevé est identifié par un A, le deuxième par un B ainsi de suite.

* Régression entre la teneur en mercure et la longueur totale est significative (annexe 9)

GRAND BROCHET

Station	Année	N	Teneur moyenne en mercure (mg/kg)		Rang moyen	Niveau de signification observé	Conclusion
			Non ajustée pour la longueur totale	Ajustée pour la longueur totale ¹			
			Ajusté pour la longueur		rangs ²		
BM	1995	13	0,38 *	0,31	40,0	,0001	ABC ³
120,5	1995	8	0,32	0,32	41,6		AB
92	1995	14	0,35 *	0,39	49,3		A
78,7	1995	12	0,20	0,24	28,7		C
69,3	1995	7	0,47	0,35	41,5		ABC
68,8	1995	11	0,22 *	0,23	26,5		C
L1,5	1995	5	0,31	0,35	34,7		ABC
55,7	1995	3	0,10	0,26	23,3		BC
22,2 ⁴	1995	2	0,29	-	-		-

¹ Moyenne des teneurs en mercure ajustée pour la longueur totale en covariant

² Probabilité : analyse de variance sur les rangs avec la longueur totale en covariant

³ Les échantillons significativement différents sont identifiés par une lettre différente. Le rang moyen ajusté le plus élevé est identifié par un A, le deuxième par un B ainsi de suite.

⁴ Les effectifs de la station 22,2 sont trop faibles, ces résultats n'ont pas servi aux comparaisons statistiques

* Régression entre la teneur en mercure et la longueur totale est significative (annexe 9)

Tableau 5 Comparaison spatiale des teneurs en mercure (mg/kg) dans la chair des meuniers noirs avec la longueur totale en covariant pour la rivière Richelieu en 1995

MEUNIER NOIR

Station	Année	N	Teneur moyenne en mercure (mg/kg) Ajustée pour la longueur totale	Rang moyen Ajusté pour la longueur	Niveau de signification observé rangs ¹	Conclusion
120,5	1995	5	0,16	2,2	0,40 A ²	Les teneurs en mercure des meuniers noirs capturés à St-Ours sont plus élevées qu'à Lacolle.
22,2	1995	10	0,25	10,9	B	

¹ Probabilité : analyse de variance sur les rangs avec la longueur totale en covariant

² Les échantillons significativement différents sont identifiés par une lettre différente. Le rang moyen ajusté le plus élevé est identifié par un A, le deuxième par un B ainsi de suite.

statistiques permettant de faire une comparaison spatiale de la contamination.

Comparaison temporelle de la contamination

Il n'y a aucun dépassement de la directive de Santé Canada (0,50 mg/kg) chez les poissons tels que la perchaude, la barbotte brune, la barbotte de rivière et le meunier noir dans la rivière Richelieu, pour l'ensemble des données historiques disponibles (figure 2, annexe 8). Quant aux achigans à petite bouche, aux dorés jaunes et aux grands brochets, ils présentent des fréquences de dépassement en mercure plus élevées en 1986 qu'en 1995 avec respectivement 33 %, 50 % et 50 % en 1986, comparativement à 6,6 %, 27 % et 15 % en 1995 (figure 2). Malheureusement, les données historiques (1983 et 1986) correspondent à des effectifs par station trop faibles pour effectuer des comparaisons sur une base statistique. En utilisant l'approche par catégorie de contamination (Laliberté, 1984), qui porte sur des poissons de classe moyenne ou, par défaut, de petite taille, on note qu'en 1983 seule la station en amont du ruisseau de la Barbotte affichait une contamination discrète (tableau 3). Ainsi, une seule espèce de poisson, dans ce cas le grand

brochet, avait des valeurs en mercure supérieures ou très supérieures. En 1986, les stations de la baie Missisquoi (grand brochet), en amont de Beloeil (doré jaune), en amont de Saint-Marc-sur-Richelieu (achigan à petite bouche) et en amont de Saint Ours (doré jaune) affichaient une contamination discrète; en 1995, seules les stations de L'Acadie et de Saint-Marc-sur-Richelieu ont une contamination discrète.

Poisson entier (meunier noir)

Critère de consommation pour la faune terrestre

La contamination au mercure dans le meunier noir entier varie de 0,06 à 0,12 mg/kg. La teneur la plus élevée est observée dans le bassin de Chambly rive gauche (69,3) (figure 3). Puisque certaines espèces d'oiseaux et de mammifères sont susceptibles de consommer du poisson, le critère de faune terrestre de 0,057 mg/kg est considéré. Ce critère vise à protéger les organismes les plus sensibles et dont la consommation de poisson est importante. L'évaluation de la contamination du poisson à l'aide de ce critère peut aussi servir de support aux programmes de

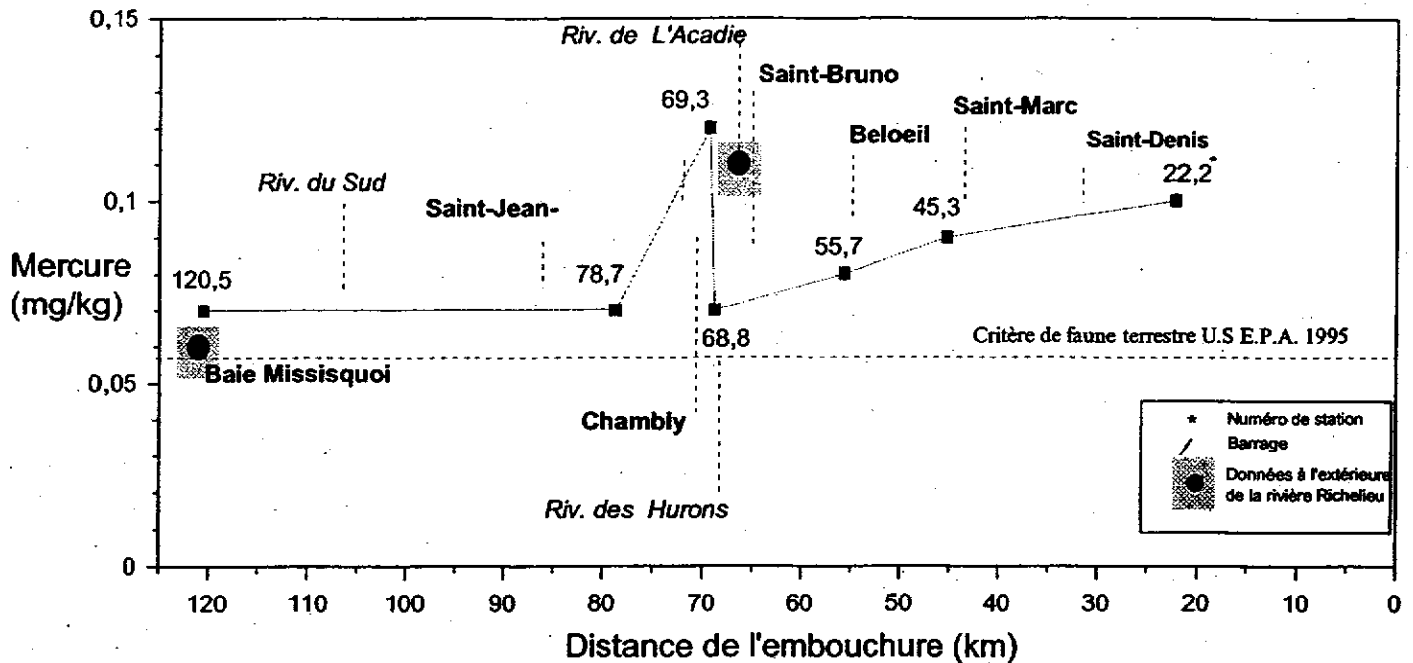


Figure 3 Teneurs en mercure des meuniers noirs entiers de la rivière Richelieu (1995)

Tableau 6 Comparaison des rangs des longueurs totales des meuniers noirs entiers inclut dans les homogénats analysés dans la rivière Richelieu en 1995

Station	Année	N	Longueur (mm) moyenne	Test de Tukey sur les rangs		Résultat	Conclusion
				R ²	Probabilité		
BM	1995	3	363	0,28	0,005 **	B	Les longueurs des poissons inclus dans l'homogénat en amont de Lacolle sont plus élevées que ceux de la Baie Missisquoi et de Saint-Ours. Les autres stations ont des meuniers noirs de longueurs similaires.
120,5	1995	4	389,3			A	
92	1995	nd	nd				
78,7	1995	6	382,8			AB	
69,3	1995	11	376,6			AB	
68,8	1995	9	382			AB	
L1,5	1995	11	370,5			AB	
55,7	1995	10	370,9			AB	
45,3	1995	9	374,1			AB	
22,2	1995	11	364,9			B	

R² = coefficient de détermination.

*** p < 0,001 **p < 0,01 *p < 0,05 ns équation non significative

nd : aucune capture de meunier noir.

réduction des substances toxiques émises par les industries. Ainsi, tous les homogénats de meuniers noirs entiers (neuf) contiennent des teneurs en mercure supérieures au critère. Ces teneurs varient de 0,06 à 0,12 mg/kg, dépassant de une à deux fois le critère. Puisqu'un seul homogénat de poissons est analysé par station, on ne peut établir de relation entre la longueur et la teneur en mercure pour le meunier entier. Par contre, en comparant les différentes stations pour ce qui est de la longueur des poissons inclus dans les homogénats, on s'aperçoit que les poissons de la station de Lacolle (120,5 cm) sont plus longs que ceux des stations de la baie Missisquoi et de Saint-Ours (22,2 cm); les autres stations ont des poissons de taille similaire (tableau 6). Dans les homogénats analysés, les teneurs en mercure les plus élevées se retrouvent aux stations du bassin de Chambly rive gauche (69,3) et dans la rivière L'Acadie. Ce phénomène n'est pas attribuable à la taille des poissons, puisque la longueur des spécimens utilisés pour l'analyse est similaire.

Aux stations en amont de Lacolle et de Saint-Marc-sur-Richelieu, les teneurs en mercure semblent légèrement plus élevées dans les homogénats de 1980 et 1981 (0,11, 0,16 et 0,12 mg/kg) que dans ceux de 1995 (0,07 et 0,09 mg/kg). Malheureusement, le biais pouvant découler de la taille des poissons étant inconnu, ces différences temporelles peuvent être aléatoires. À la station de la rivière L'Acadie, l'homogénat des meuniers noirs entiers de 1980 (0,09 mg/kg) est comparable à celui de 1995 (0,11 mg/kg).

CONTAMINATION PAR LES AUTRES MÉTAUX LOURDS

Poisson entier (meunier noir)

Les teneurs en métaux lourds dans le meunier noir entier sont analysées sur des homogénats de deux à dix poissons, tous de taille moyenne. Il n'y a qu'un seul homogénat par station.

Arsenic

Les teneurs en arsenic dans le meunier noir entier sont relativement stables le long de la rivière Richelieu et se rapprochent de la limite de détection de 0,05 mg/kg (figure 4). Ces teneurs paraissent légèrement plus élevées aux stations de la baie Missisquoi (0,11 mg/kg) et en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu (0,07 mg/kg) qu'aux autres stations (0,05 mg/kg). La directive de Santé Canada est établie à 3,5 mg/kg, mais elle concerne les protéines de

poisson et non le poisson entier. Les teneurs dans le meunier noir entier sont bien au-dessous de cette directive.

Les analyses d'arsenic dans le poisson remonte à 1980 pour la rivière Richelieu. Les teneurs en arsenic dans le meunier noir entier sont alors toutes à la limite de détection de cette époque (0,02 mg/kg), mais il faut préciser qu'aucun meunier noir n'avait été capturé dans la baie Missisquoi et en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu. L'évolution de la contamination des poissons par l'arsenic est donc évaluée partiellement.

Cadmium

Les teneurs en cadmium dans le meunier noir entier varient de 0,005 à 0,026 mg/kg (figure 4). Il n'y a pas de directive concernant la contamination du poisson par ce métal lourd. Les teneurs en cadmium tendent à diminuer ou à rester stables entre 1980 et 1995 pour les stations en amont de Lacolle et de Saint-Marc-sur-Richelieu. En 1981 par contre, à la station de Saint-Marc, elles atteignaient 0,18 mg/kg, comparativement à 0,007 mg/kg en 1995. Dans la rivière L'Acadie, on observe une légère hausse du cadmium, de 0,010 mg/kg en 1980 à 0,026 mg/kg en 1995. Ces comparaisons ne sont pas basées sur des analyses statistiques; elles peuvent donc être aléatoires.

Chrome

Les teneurs en chrome varient de 0,05 à 0,23 mg/kg en 1995 (figure 4). Il n'y a aucune donnée historique concernant la contamination du meunier noir entier par le chrome pour la rivière Richelieu. Les valeurs les plus élevées se retrouvent dans la rivière L'Acadie et en aval de Beloeil. Ces teneurs sont néanmoins au-dessous des valeurs considérées comme supérieures (0,5 mg/kg) par Paul et Laliberté (1984).

Plomb

Les teneurs en plomb dans le meunier noir entier varient de 0,025 à 0,750 mg/kg, et présentant un patron en dents de scie de l'amont vers l'aval du bassin de la rivière Richelieu (figure 5). Les stations ayant des valeurs très supérieures (> 0,50 mg/kg, selon Paul et Laliberté, 1984) sont situées dans le bassin de Chambly (69,3), dans la rivière L'Acadie et à Beloeil. La teneur en plomb la plus importante (0,75 mg/kg) est enregistrée dans la rivière L'Acadie et compte parmi les plus élevées du Québec. Par contre, il faut être prudent avec de telles comparaisons, puisqu'un seul homogénat de poissons par station a été

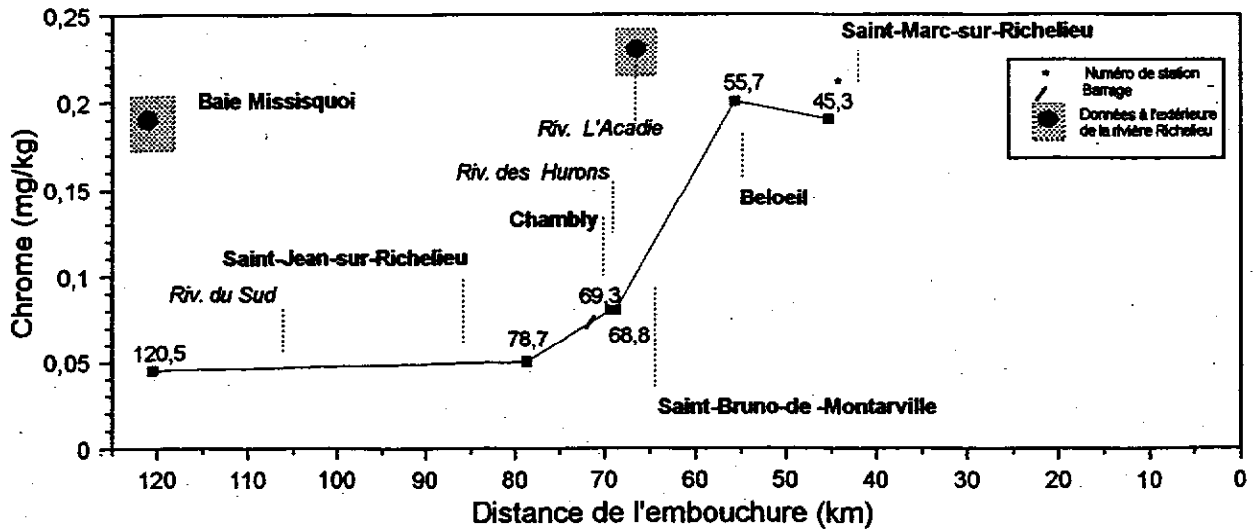
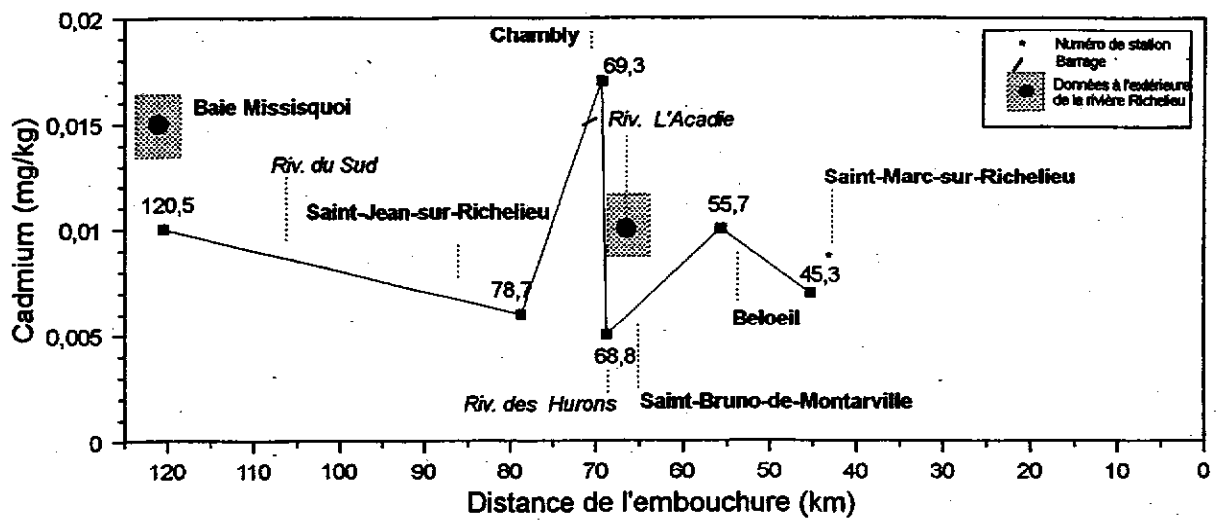
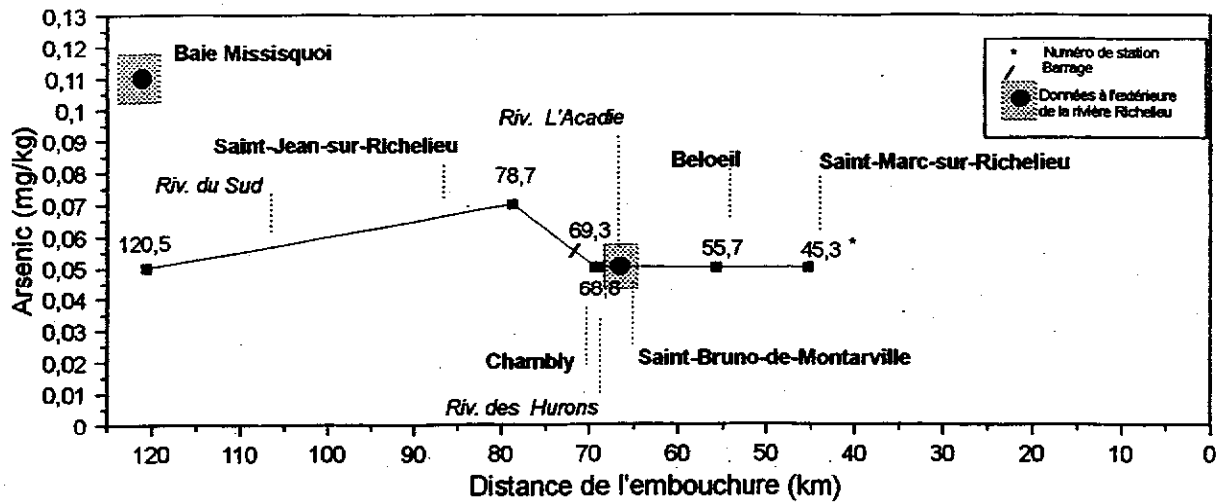


Figure 4 Teneurs en arsenic, en cadmium et en chrome des meuniers noirs entiers de la rivière Richelieu (1995)

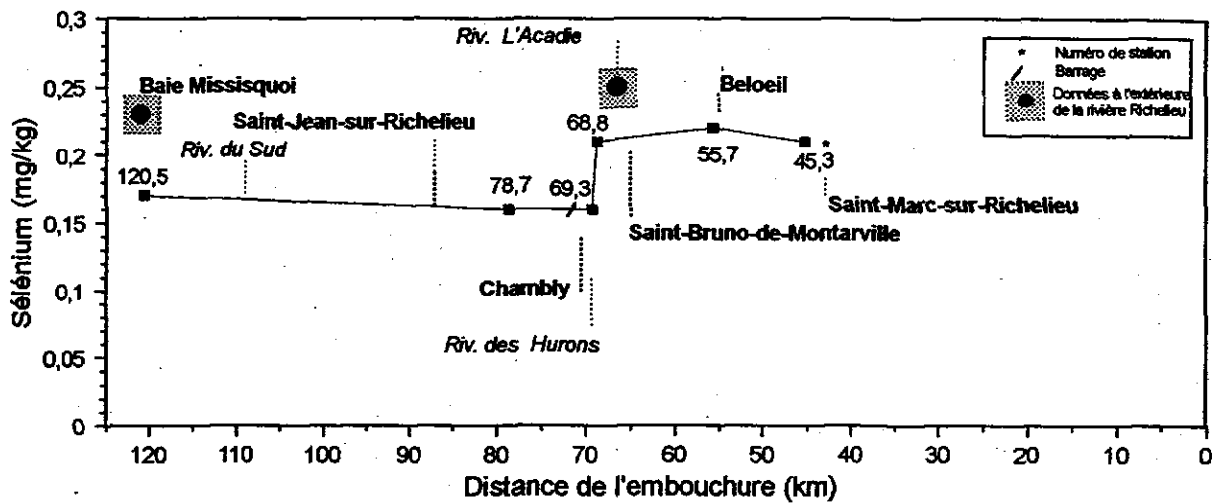
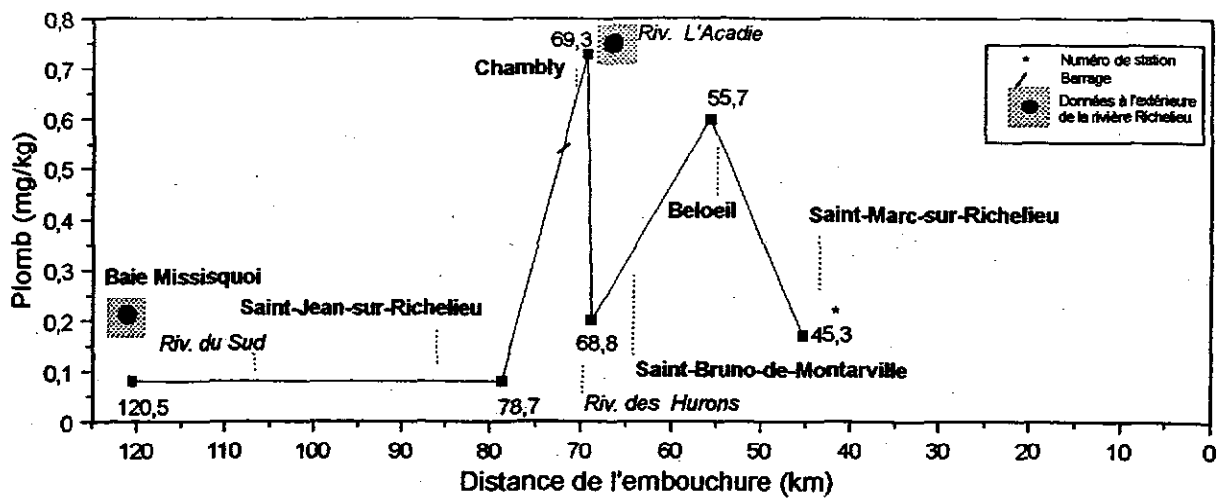


Figure 5 Teneurs en plomb et en sélénium des meuniers noirs entiers de la rivière Richelieu (1995).

analysé. Certaines industries de Saint-Jean-sur-Richelieu en activité dans les années 1980-1995, mais qui ont fermé depuis, sont soupçonnées d'avoir contaminé le milieu aquatique avec du plomb. D'ailleurs, leurs terrains sont toujours contaminés (Ministère de l'Environnement et de la Faune, 1997). Les données historiques de 1980, 1981 et 1986 démontrent que les sédiments du milieu aquatique étaient contaminés par le plomb en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu (Paul et Laliberté 1984 ; 1985). Pendant ces années, aucune analyse de plomb n'a été effectuée pour les meuniers noirs entiers lesquels vivent à même les sédiments et sont donc plus susceptibles d'être contaminés. Néanmoins, en 1995, les meuniers noirs sont faiblement contaminés dans ce secteur (figure 5). Dans le secteur du bassin de Chambly, déjà en 1986 les sédiments étaient contaminés par le plomb. En 1995, une étude effectuée par Gendron et Branchaud signale une contamination des sédiments par le plomb dans le bassin de Chambly rive droite et aussi dans le bassin de la rivière des Hurons, tributaire qui se déverse dans le bassin de Chambly. Ces deux secteurs sont les seuls dont les sédiments ont été analysés. Cette même année, la contamination par le plomb des meuniers est importante. En 1980, 1981 et 1986, les sédiments étaient peu contaminés dans la rivière L'Acadie, et les meuniers noirs pêchés seulement en 1980 étaient peu contaminés (0,08 mg/kg), ce qui concorde avec les analyses de sédiments. Pour les secteurs de Chambly, L'Acadie et Beloeil, il est peu probable que la contamination des meuniers par le plomb provienne uniquement des activités reliées au champ de tir de la municipalité de L'Acadie et à la chasse aux canards près de Chambly. C'est pourquoi le secteur de Saint-Jean-sur-Richelieu est aussi pointé du doigt. Une étude faite par Berryman (1998), à l'aide de mousses aquatiques, signale une contamination par le plomb à l'exutoire de Chambly mais aussi en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu. En fait, il faudrait faire une étude plus spécifique sur la contamination actuelle des sédiments en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu et dans les secteurs problématiques du bassin de Chambly, de L'Acadie et de Beloeil pour établir la provenance du plomb et mieux comprendre la contamination du meunier noir entier par ce métal.

On note une augmentation du plomb dans la rivière de L'Acadie, la teneur passant de 0,08 mg/kg en 1980 à 0,75 mg/kg en 1995. À la station située en amont de Lacolle, les teneurs en plomb des années 1980 sont comparables à celles de 1995. À celle qui se trouve en amont de Saint-Marc-sur-Richelieu, par contre, la contamination par le plomb semble avoir diminué, puisque les teneurs étaient plus élevées en 1981 (0,49 mg/kg) qu'en

1995 (0,17 mg/kg) et dépassaient le critère pour le poisson entier, établi à 0,20 mg/kg. Ces comparaisons ne peuvent faire l'objet d'analyses statistiques, car il n'y a qu'un seul homogénat par station.

Sélénium

Les teneurs en sélénium dans le meunier noir entier sont plus élevées à partir du bassin de Chambly (figure 5). Certaines études démontrent que plus les concentrations en sélénium augmentent, plus l'absorption du mercure par le poisson diminue. Cette constatation n'est pas observée dans notre étude. En effet, aucune relation n'a été trouvée entre les teneurs en sélénium et en mercure dans le meunier noir entier ($n=9$, $r^2 = -0,01$, $p=0,98$). Les teneurs en sélénium dans le meunier noir entier varient peu, soit de 0,16 à 0,25 mg/kg. Aucun échantillon ne dépasse le critère de Colombie Britannique, établi à 3 mg/kg, pour la protection de la faune terrestre susceptible de consommer le poisson. Il n'y a aucune donnée historique sur la contamination du meunier noir entier de la rivière Richelieu par le sélénium.

Foie (meunier noir)

Seulement deux stations ont fait l'objet d'une étude sur le foie des meuniers noirs, soit celle que si trouve en amont de Lacolle (120,5) et celle située près de Saint-Ours (22,2). Les foies prélevés à la station 102,5 (en amont de Lacolle) étaient trop petits, malgré la taille respectable des poissons capturés, pour effectuer toutes les analyses prescrites; ils ne pesaient que quelques grammes. Ce phénomène reste sans explication. Seules les analyses d'arsenic et de sélénium ont été complétées. Il serait intéressant de faire une étude plus spécifique sur la contamination des poissons dans ce secteur.

Arsenic

En amont de Lacolle, les teneurs en arsenic retrouvées dans le foie du meunier noir varient de 0,06 à 0,10 mg/kg (tableau 7). Ces valeurs sont bien au-dessous de la directive de Santé Canada, établie à 3,5 mg/kg pour les protéines de poisson et non de foie. De même, à Saint-Ours, les teneurs en arsenic varient de non détectées à 0,30 mg/kg.

Sélénium

Les données sur les teneurs en sélénium dans le foie du meunier noir sont disponibles pour Lacolle et Saint-Ours. Ces teneurs varient de 0,69 à 1,10 mg/kg en amont de Lacolle et de 0,90 à 1,3 mg/kg en amont de Saint-Ours.

Tableau 7 Résultats des analyses effectuées sur les foies de meunier noir à la station en amont de Saint-Ours (22,2) dans la rivière Richelieu en 1995

Substances toxiques	Moyenne	Variation
BPC (biphényles polychlorés) ¹	452 µg/kg	40 ² à 1750 µg/kg
Pourcentage de gras	5,1 %	2,8 à 10,8 %
Somme des congénères	257,3 µg/kg (Numéros IUPAC : 28- <u>31</u> , 70, 66, 95, <u>101</u> , <u>99</u> , 87, 110, 118, 105, <u>151</u> , 149, <u>153</u> , <u>138</u> , <u>128</u> , 187, <u>180</u>)	17 à 1576 µg/kg
HCB (hexachlorobenzènes)	2,5 µg/kg	1,0 ² à 3,0 µg/kg
p,p'-DDE	77,2 µg/kg	2,0 ² à 170 µg/kg
p,p'-TDE	24,5 µg/kg	6,0 ² à 32 µg/kg
Arsenic (As)	0,185 mg/kg	0,05 ² à 0,30 µg/kg
Selenium (Se)	1,13 mg/kg	0,90 à 1,3 mg/kg

¹ BPC totaux calculés au moyen des six pics majeurs de l'aroclor 1254

Caractère gras : congénère persistant

souligné : congénère inducteur de phénobarbital ou de 3-méthylcholanthrène

² Seuil de détection des méthodes analytiques

CONTAMINATION PAR LES BIPHÉNYLES POLYCHLORES (BPC)

Les BPC sont liposolubles et possèdent une stabilité chimique très élevée, ce qui accroît leur persistance dans l'environnement. Par ces caractéristiques, les BPC se concentrent principalement dans les sédiments, les tissus adipeux, les gonades et le foie des poissons, où leur taux d'accumulation surpasse leur taux de dégradation (C.N.R.C., 1980). Les BPC ont été analysés au moyen des six pics majeurs de l'Aroclor 1254 et aussi à partir de 45 des 209 congénères qui les forment. Les congénères sont composés d'un nombre variable d'atomes de chlore. Moins le nombre d'atomes chlorés est élevé, moins les congénères persistent dans l'environnement et leur présence dans le poisson signale une source de BPC proche. Ainsi, lorsque les congénères trichlorobiphényles (3 atomes chlorés) et les tétrachlorobiphényles (4 atomes chlorés) dominent sur les autres groupes homologues de congénères (les hexachlorobiphényles, les hepta..., les penta..., les octa..., etc.), les sources de BPC sont considérées comme récentes et donc encore présentes dans l'environnement. Par contre, la présence des tri et tétrachlorobiphényles peut aussi être de source atmosphérique. Muir et al (1990) démontraient en effet que 14 % à 20 % des congénères étaient représentés par les tri et les tetra dans l'Arctique canadien, dans lequel cas les concentrations sont faibles. Lorsque les hexachlorobiphényles (6 atomes chlorés) dominent sur les tri et tetra, les sources sont considérées comme vieilles ou dégradées. On est en présence d'un bruit de fond. Dans la plupart des stations de la rivière Richelieu, les pentachlorobiphényles dominent sur les hexa, les tri et les tétrachlorobiphényles en ce qui concerne la chair du doré jaune, du grand brochet et de l'achigan à petite bouche et aussi pour le poisson entier (meunier noir) (annexes 11 et 12). Aux autres stations, les hexa et les heptachlorobiphényles dominent. Dans les deux cas, les sources de BPC sont non récentes et dégradées. Par ailleurs, on signale la présence de congénères tétrachlorobiphényles chez les dorés jaunes dans le bassin de Chambly ainsi qu'à Beloeil, ce qui indique l'existence de sources récentes de BPC dans ces secteurs.

Chair des poissons

Consommation humaine de poisson

En 1995, des BPC sont détectés dans trois espèces de poissons prisées par les adeptes de pêche sportive : le doré jaune (six stations), le grand brochet (cinq stations) et l'achigan à petite bouche (baie Missisquoi - seule station

où les BPC ont été analysés pour l'achigan), mais ces valeurs sont au-dessous de la directive de Santé Canada de 2000 µg/kg et jugées comme valeurs inférieures (< 100 µg/kg; Laliberté, 1986).

Doré jaune

Des teneurs en BPC (Aroclor 1254) ont été détectées dans la chair de cinq des sept homogénats analysés; elles varient de 30 à 40 µg/kg (tableau 8). Les poissons contaminés sont situés dans le bassin de Chambly (68,6 et 69,3), dans la rivière L'Acadie, à Beloeil et en amont de Saint-Marc. Aucune de ces valeurs enregistrées n'excède la directive de Santé Canada, établie à 2000 µg/kg. Les teneurs en BPC les plus élevées sont détectées dans le bassin de Chambly. Par contre, lorsqu'on tient compte des teneurs en gras des poissons en normalisant les teneurs en BPC à 1 % de gras, la station en amont de Saint-Marc devient la plus contaminée, suivie de la station L'Acadie.

Les congénères des BPC ont été détectés dans six des sept stations étudiées (tableau 8). Il s'agit des stations du bassin de Chambly (69,3 et 68,8), de la rivière L'Acadie, de Beloeil, de Saint-Marc-sur-Richelieu et de Saint-Ours. En fait, seuls les dorés de la baie Missisquoi sont exempts de BPC. Aucun doré n'a été capturé en amont de Lacolle, du ruisseau de la Barbotte et en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu. L'évaluation spatiale de la contamination par les BPC pour le doré est donc partielle. Le nombre et le type de congénères détectés varient selon les stations. On retrouve de six à seize types de congénères différents. Parmi les congénères analysés, neuf sont inducteurs de type phénobarbital ou 3-méthylcholanthrène (101, 52, 99, 87, 118, 153, 138, 180, 66) et neuf sont persistants parmi lesquels on retrouve certains inducteurs (52, 49, 44, 95, 101, 99, 153, 138, 180). La somme des congénères, par station, atteint de 12 à 38 µg/kg de BPC (figure 6). Ainsi, aucune des teneurs mesurées ne dépasse la directive canadienne de 2000 µg/kg. Le critère de 1,4 µg/kg de U.S. EPA est cependant dépassé à toutes les stations où l'on détecte des congénères dans la chair du doré jaune. Ce critère plus sévère a été établi afin d'intervenir le plus tôt possible sur les sources de contamination du milieu par les BPC. Les dépassements de ce critère constituent un potentiel de risque pour la santé, mais puisque les teneurs en BPC sont au-dessous de la directive de Santé Canada, le consommateur n'est pas contraint de diminuer sa ration quotidienne de poisson. Les taux de consommation du poisson contaminé par les BPC sont précisés dans le guide de consommation du poisson. L'homogénat analysé dans le bassin de Chambly rive gauche (69,3) obtient la somme de congénères la plus élevée du bassin, avec 38 µg/kg de

Tableau 8 Teneurs moyennes en BPC ($\mu\text{g}/\text{kg}$) déterminés à l'aide des six pics majeurs de l'Aroclor 1254 et de la somme des congénères (45 analysés) détectés dans la chair des poissons capturés dans la rivière Richelieu en 1995

Poissons de taille moyenne			Grand brochet (551-700 mm)			Doré jaune (401-500 mm)			Achigan à petite bouche (301-350 mm)	
			Aroclor 1254 $\mu\text{g}/\text{kg}$	congénères détectés	somme $\mu\text{g}/\text{kg}$	Aroclor 1254 $\mu\text{g}/\text{kg}$	congénères détectés	somme $\mu\text{g}/\text{kg}$	congénères détectés	somme $\mu\text{g}/\text{kg}$
Année	Station									
1995	bm	Baie Missisquoi	< 20(1/5)	0/45	0	< 20 (1/5)	0/45	0	2/45	<u>4</u>
1995	120,5	Amont de Lacolle	< 20 (1/5)	0/45	0					
1995	92	Amont Ruisseau Barbotte	< 20 (1/5)	0/45	0					
1995	78,7	Aval de St-Jean (barrage Fryer)	20 (1/6)	0/45	0					
1995	69,3	Bassin de Chambly à l'ouest	30 (1/4)	6/45	<u>11</u>	60 (1/5)	16/45	<u>38</u>		
1995	68,8	Bassin de Chambly près des Hurons	20 (1/5)	2/45	<u>2</u>	60 (1/5)	16/45	<u>17</u>		
1995	L1,5	A l'embouchure de la rivière L'Acadie	< 20 (1/3)	0/45	0	50 (1/5)	9/45	<u>22</u>		
1995	55,7	A Beloeil	< 20 (1)	1/45	<u>1</u>	30 (1/5)	9/45	<u>23</u>		
1995	45,3	Amont de Saint-Marc				40 (1/3)	6/45	<u>12</u>		
1995	22,2	Amont de Saint-Ours	< 20 (1/2)	1/45	<u>1</u>	< 20 (1/4)	6/45	<u>21</u>		

1995 (y/x) = y homogénats de x poissons

y/x = y congénères détectés sur x congénères analysés

La directive pour la chair de poisson est fixée à 2000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de BPC par Santé Canada; aucune des teneurs ne dépassent sur critère.

Congénères en caractère gras : dépassement du critère de santé humaine pour la chair d'organismes aquatiques de 1,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (critère national, U.S. EPA, 1992).

Congénères soulignés : dépassement du critère de santé humaine pour la chair d'organismes aquatiques de 0,61 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Grands Lacs, U.S. EPA, 1995)

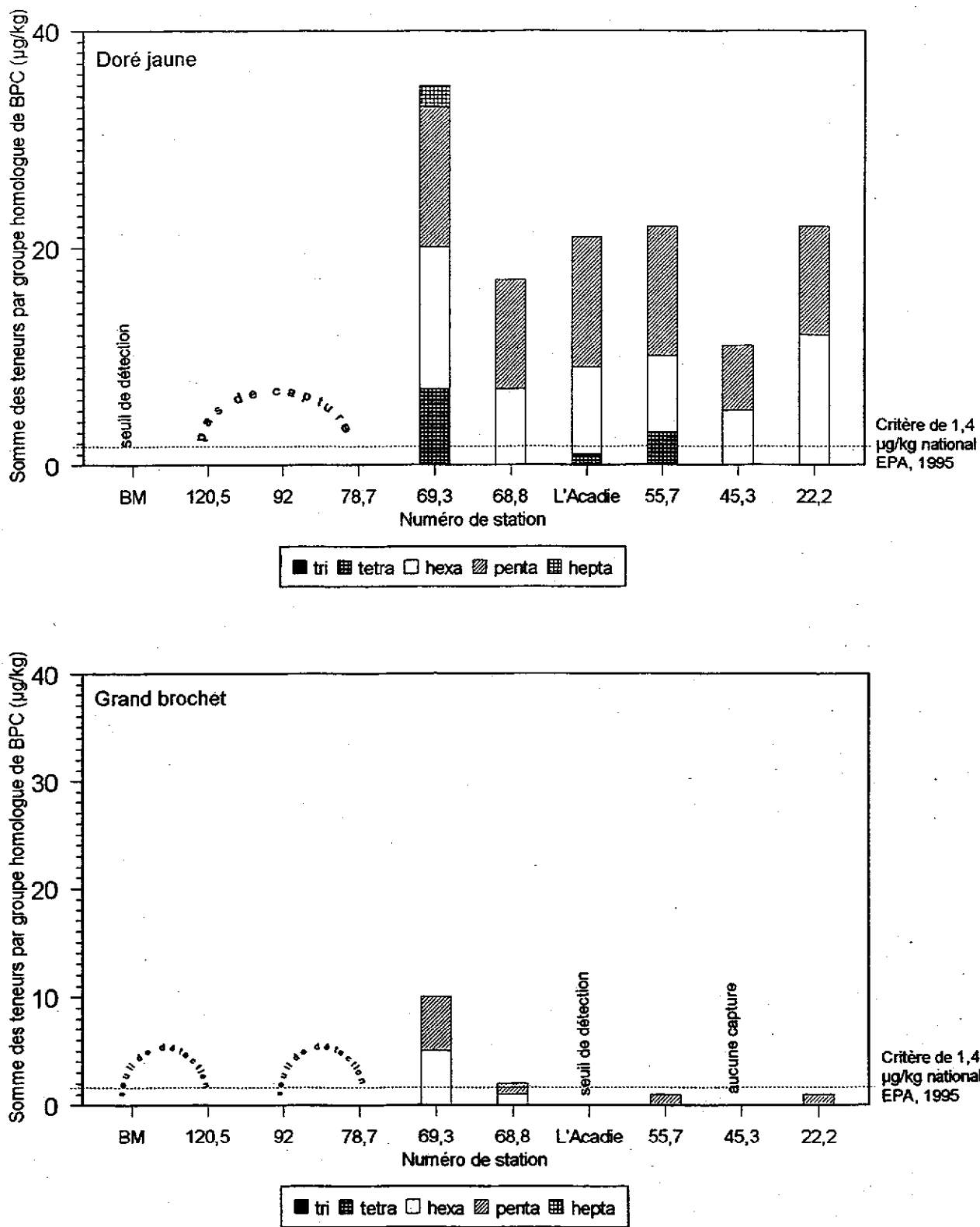


Figure 6 Distribution spatiale de la somme des teneurs de congénères par groupes d'homologues de BPC dans le doré jaune et le grand brochet du bassin de la rivière Richelieu (1995)

BPC. De plus, on y détecte des congénères tétrachlorobiphényles (non persistants) qui pourraient provenir de Saint-Jean-sur-Richelieu. L'analyse des mousses aquatiques signalent en effet une hausse significative de ces congénères (44, 49, 70, 52) en aval de la ville (Berryman, 1998). Il est intéressant de souligner qu'en 1986 on notait une contamination des sédiments par les BPC à deux stations, soit en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu (75 µg/kg) et dans le bassin de Chambly rive gauche (70 µg/kg), teneurs supérieures au critère de l'Ontario (50 µg/kg) pour le rejet en eau libre de sédiments dragués (Paul et Laliberté, 1989). On signale aussi des congénères non persistants (52 et 70) à Beloeil dans la chair des dorés jaunes. Leur contribution est cependant faible (20% et 14 %) comparativement à l'ensemble des autres groupes d'homologues (hexa, penta et hepta) (annexe 11).

Grand brochet

Pour le grand brochet, trois des neuf homogénats analysés démontrent la présence de BPC (Aroclor 1254) dans la chair. Les teneurs varient de non détectées à 30 µg/kg (tableau 8). Les poissons contenant des BPC ont été capturés en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu et dans le bassin de Chambly (69,3 et 68,6). Les quantités de BPC détectées dans la chair de ces poissons sont très au-dessous de la directive de mise en marché de Santé Canada, établie à 2000 µg/kg. La station du bassin de Chambly rive gauche possède les teneurs en BPC les plus élevées, que l'on normalise ou non les résultats.

Les congénères de BPC ont été détectés dans quatre des neuf stations d'échantillonnage (figure 6). Il s'agit des stations du bassin de Chambly (69,3 et 68,8), de Beloeil et en amont de Saint-Ours. La somme des congénères varie de 1 à 11 µg/kg, valeurs qui ne dépassent pas la directive de 2000 µg/kg. La somme la plus élevée est détectée au bassin de Chambly rive gauche (69,3), avec un total de 11 µg/kg répartis entre six congénères. Cette teneur dépasse le critère national de U.S. EPA (1992) de 1,4 µg/kg (basé sur une consommation de 6,5 g/jour la vie durant; risque de cancer 1/1 000 000). La station située dans le bassin de Chambly rive droite dépasse aussi le critère de 1,4 µg/kg. Parmi les congénères détectés, on retrouve des inducteurs de type phénobarbital et 3-méthylcholanthrène (138 118, 153 et 101); tous ces congénères sont persistants (hexa et pentachlorobiphényles).

Achigan à petite bouche

Une seule station a fait l'objet d'une analyse de BPC pour l'achigan à petite bouche, soit la baie Missisquoi. Les BPC déterminés par les six pics de l'Aroclor sont sous la limite de détection. Par contre, deux congénères (101 et 153), inducteurs de type phénobarbital et persistants ont été détectés. Ils totalisent 3 µg/kg, ce qui dépasse le critère de 1,4 µg/kg de U.S. EPA.

Comparaison temporelle de la contamination

En 1981, 1983 et 1986, aucun teneur en BPC détectée dans la chair des grands brochets ne dépassait la directive de mise en marché (2000 µg/kg) (tableau 9). Pour des poissons de taille comparable, les teneurs en BPC semblent avoir diminué de 1983 à 1995 aux stations de la baie Missisquoi, de Lacolle, en amont du ruisseau de la Barbotte et en aval de Saint-Jean-sur-Richelieu (tableau 9). En amont de Saint-Marc-sur-Richelieu, pour le doré jaune, les teneurs en BPC ont diminué de 1983 à 1995 malgré une taille plus grande des poissons capturés en 1995. De même, pour des poissons de taille comparable, les teneurs en BPC semblent avoir diminué de 1986 à 1995 à Beloeil, et en amont de Saint-Ours. Faute d'effectif suffisant par station, ces comparaisons ne peuvent être vérifiées sur une base statistique. Chez l'achigan à petite bouche, les teneurs en BPC ont baissé de 1986 (20 µg/kg) à 1995 (non détectées) dans la baie Missisquoi, pour une taille comparable de poissons. En utilisant l'approche par catégorie de contamination (Laliberté, 1984), qui utilise les poissons de classe moyenne ou, à défaut, de petite taille, on note que deux stations avaient en 1983 une contamination discrète; en 1986, cinq stations montraient une contamination discrète, apparente ou évidente (tableau 10). En 1995, le niveau de contamination semble avoir baissé, puisqu'il varie de non apparente à discrète aux stations où l'on signalait une contamination évidente et apparente en 1986. Aux stations de Chambly rive gauche et de L'Acadie, les données historiques ne sont pas disponibles ou sont incomplètes (espèces manquantes), ce qui rend toute comparaison temporelle impossible. À la station du bassin de Chambly rive droite, la contamination est passée de non apparente en 1983 à apparente en 1995. La comparaison entre les années 1986 et 1995 est néanmoins difficile, car les espèces capturées ne sont pas les mêmes.

Tableau 9 Teneurs moyennes en BPC ($\mu\text{g}/\text{kg}$) déterminés par les six pics majeurs de l'Aroclor 1254 dans la chair des poissons capturés dans la rivière Richelieu en 1981, 1983, 1986 et 1995

CLASSE DE TAILLE (mm)			Grand brochet			Doré jaune		
			400-550	551-700	>700	298-400	401-500	>500
Année	Station							
1986	bm	Baie Missisquoi		20	20			
1995	bm	Baie Missisquoi		< 20 (1/5)			< 20 (1/5)	
1981	120,5	Amont de Lacolle	50					
1983	120,5	Amont de Lacolle	120	100				
1995	120,5	Amont de Lacolle		< 20 (1/5)				
1983	92	Amont Ruisseau	25	15				
1995	92	Barbotte		< 20 (1/5)				
1983	78,7	Aval de St-Jean	50					
1986	78,7	(barrage Fryer)		30				
1995	78,7			20 (1/6)				
1983	69,3	Bassin de Chambly				20		
1986	69,3	à l'ouest						
1995	69,3			30 (1/4)			60 (1/5)	
1983	68,8	Bassin de Chambly	25					
1995	68,8	près des Hurons		20 (1/5)			60 (1/5)	
1995	L1,5	A l'embouchure de la rivière L'Acadie		< 20 (1/3)			50 (1/5)	
1986	55,7	A Beloeil	100			< 10	110	
1995	55,7	A Beloeil		< 20 (1)			30 (1/5)	
1983	45,3	Amont de Saint-Marc				50		
1995	45,3	Amont de Saint-Marc					40 (1/3)	
1986	22,2	Amont de Saint-Ours				60	70	
1995	22,2	Amont de Saint-Ours		< 20 (1/2)			< 20 (1/4)	

1995 (y/x) = y homogénats de x poissons

La directive de Santé Canada pour la chair de poisson est fixée à 2000 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de BPC ; aucune des teneurs ne dépassent ce critère.

Toute les teneurs supérieures au seuil de détection dépassent le critère de santé humaine pour la chair d'organismes aquatiques de 1,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (critère national, U.S. EPA, 1992) et de 0,61 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Grands Lacs, U.S. EPA, 1995).

Tableau 10 Catégorie de contamination des BPC (poissons de taille moyenne ou à défaut de petite taille) pour 1 stations de la rivière Richelieu ; année 1981, 1983, 1986 et 1995

Stations	Niveau de contamination ¹ (nombre et espèces ² de poisson capturé)			
	Année 1981	Année 1983	Année 1986	Année 1995
Baie Missisquoi (bm)	nd ³	nd	non-apparente (3 espèces: <u>eslu</u> ⁴ , icne, mido)	non-apparente (5 espèces : <u>eslu</u> , icne, mido, <u>pefl</u> , <u>stvi</u>)
Amont de Lacolle (120,5)	non-apparente (2 espèce: icne, <u>eslu</u>)	discrète (3 espèces: <u>eslu</u> , icne, <u>pefl</u>)	non-apparente (2 espèces : caco, <u>pefl</u>)	non-apparente (4 espèces : caco, <u>eslu</u> , icne <u>pefl</u>)
Amont du ruisseau de la Barbotte (92)	nd	non-apparente (3 espèces: <u>eslu</u> , icne, <u>pefl</u>)	nd	non-apparente (3 espèces: <u>eslu</u> , icne, <u>pefl</u>)
Aval de Saint-Jean-sur-Richelieu (78,7)	nd	non-apparente (2 espèces: <u>eslu</u> , <u>pefl</u>)	apparente (5 espèces: caco, <u>eslu</u> , icne <u>mido</u> , <u>pefl</u>)	discrète (4 espèces: <u>eslu</u> , icne, mido, <u>pefl</u>)
Bassin de Chambly ouest (69,3)	nd	non-apparente (3 espèces: caco, <u>pefl</u> , <u>stvi</u>)	nd	discrète (6 espèces: <u>eslu</u> , icne, icpu, mido, <u>pefl</u> , <u>stvi</u>)
Bassin de Chambly des Hurons (68,8)	nd	non-apparente (5 espèces: caco, <u>eslu</u> , icne, <u>pefl</u> , <u>stvi</u>)	discrète (4 espèces: caco, icne, <u>mido</u> <u>pefl</u>)	apparente (6 espèces: <u>eslu</u> , icne, icpu, mido, <u>pefl</u> , <u>stvi</u>)
Embouchure de L'Acadie (L1,5)	nd	nd	nd	discrète (5 espèces : <u>eslu</u> , icne, mido, <u>pefl</u> , <u>stvi</u>)
Amont de Beloeil (55,7)	nd	nd	évidente (4 espèces: <u>eslu</u> , icpu, <u>pefl</u> <u>stvi</u>)	non-apparente (5 espèces: <u>eslu</u> , icne, mido, <u>pefl</u> , <u>stvi</u>)
Amont de Saint-Marc-sur-Richelieu (45,3)	nd	discrète (6 espèces: caco, <u>eslu</u> , icne, mido, <u>pefl</u> , <u>stvi</u>)	discrète (3 espèces: icne, <u>mido</u> , <u>pefl</u>)	discrète (4 espèces: icne, mido, <u>pefl</u> , <u>stvi</u>)
Amont de Saint-Ours (22,2)	nd	nd	apparente (4 espèces: caco, <u>icpu</u> , mido <u>stvi</u>)	non-apparente (4 espèces: caco, <u>eslu</u> , <u>pefl</u> , <u>stvi</u>)

¹ Contamination non-apparente = aucune espèce n'a des concentrations en BPC supérieures à 100 µg/kg ; discrète = 1 espèce ayant des concentrations supérieures (100 à 300 µg/kg) ou très supérieures (> 300 µg/kg), apparente = 2 espèces... concentrations supérieures ou très supérieures, évidente = 3 espèces...

² Nom des espèces : caco = meunier noir, eslu = grand brochet, icne = barbotte brune, icpu = barbue de rivière, mido = achigan à petite bouche, pefl = perchaude, stvi = doré jaune

³ Aucun poisson capturé

⁴ Espèce soulignée : espèce ayant des concentrations en mercure jugées supérieures (100 à 300 µg/kg) ou très supérieures (> 300 µg/kg).

Poisson entier (meunier noir)*Critère de consommation pour la faune terrestre*

Les teneurs en BPC (Aroclor 1254) varient de 40 à 220 µg/kg dans les homogénats de meuniers noirs entiers analysés dans la rivière Richelieu en 1995 (figure 7). Le critère de faune terrestre de 160 µg/kg (U.S. EPA 1995) est utilisé pour protéger les oiseaux et les mammifères susceptibles de consommer du poisson. Les stations dont les teneurs en BPC dépassent ce critère sont situées à Beloeil (220 µg/kg) et en amont de Saint-Ours (200 µg/kg); il s'agit des teneurs les plus élevées du bassin. Les homogénats de meuniers noirs entiers du bassin de Chambly rive gauche et de Saint-Marc-sur-Richelieu enregistrent des teneurs en BPC près du critère, avec 160 et 140 µg/kg respectivement. Puisque les BPC s'accumulent particulièrement dans les tissus adipeux, la différence de pourcentage en gras des poissons entre les stations peut causer un biais lors des comparaisons. En normalisant les teneurs en BPC à 1% de gras, on diminue ce biais. Ainsi, les stations situées dans le bassin de Chambly (69,3 et 68,8) sont les plus contaminées, suivies de celles de Saint-Ours et de la rivière L'Acadie.

Selon les stations, le nombre de congénères détectés varie de un à seize, et leur somme totalise 3 à 116 µg/kg de BPC par homogénat de meuniers noirs entiers (figure 8). Les stations les plus contaminées se situent au bassin de Chambly rive gauche, à Beloeil, Saint-Marc-sur-Richelieu et Saint-Ours. Les types de congénères retrouvés dans les homogénats de meuniers entiers sont semblables à ceux détectés dans la chair des poissons, sauf qu'il faut y ajouter deux congénères persistants (28-31 et 187) et deux congénères de type inducteurs mixtes (87, 105). Seules les stations de Lacolle, L'Acadie et Saint-Marc-sur-Richelieu possèdent des données historiques (1980 et 1981) sur les teneurs en BPC dans le meunier noir entier (annexe 8). Le niveau de contamination en BPC semble diminuer entre les années 1980 et 1981 (270 à 618 µg/kg) et l'année 1995 (120 à 140 µg/kg) pour les mêmes stations. Les valeurs n'ont pas été normalisées, puisque le pourcentage en gras des poissons n'était pas disponible.

Foie (meunier noir)*Amont de Saint-Ours seulement*

Les teneurs en biphényles polychlorés (BPC) analysées à l'aide des six pics majeurs de l'Aroclor 1254 varient de non détectées à 1750 µg/kg (tableau 7). Il n'y a pas de critère pour les teneurs en BPC dans le foie. La teneur

moyenne est de 452 µg/kg. La somme des congénères détectés dans les foies de meuniers noirs est de 257,3 µg/kg variant de 17 à 1576 µg/kg. Les congénères retrouvés regroupent 17 des 45 congénères analysés, dont 9 persistants (28-31, 95, 101, 99, 118, 153, 138, 187 et 180) et 9 de type inducteurs phénobarbital ou 3-méthycholanthrène, dont certains aussi sont persistants (28-31, 66, 101, 99, 87, 118, 105, 151, 153, 138, 128 et 180). Le fait que les penta et parfois les hexa et les heptachlorobiphényles dominant sur les tri et tetrachlorobiphényles, cela indique que les sources de BPC sont vieilles et dégradées.

CONTAMINATION PAR LES CHLOROBENZÈNES ET LES PESTICIDES

Seuls les pesticides organochlorés ont été détectés dans la chair, le poisson entier et le foie (annexes 3, 5 et 7). Dans la chair du poisson, le p,p'-DDE est décelé à des concentrations très au-dessous du critère de Santé Canada, établi à 5000 µg/kg. La présence de p,p'-DDE s'explique, car la dégradation de DDT dans le poisson procède par voie enzymatique qui aboutit à la formation de p,p'-DDE.

Le DDT est très persistant dans l'environnement; comme il y a bioaccumulation son utilisation a été restreinte depuis 1970, ce qui explique les faibles concentrations de ses produits de dégradation (p,p'-DDE) observées dans la rivière Richelieu. Les autres pesticides, tels que le p,p'-TDE, le lindane, le methoxychlore, le pentachlorobenzène (PCB) et l'hexachlorobenzène (HCB), ont été détectés à des taux près du seuil de détection des appareils. Dans le poisson entier, on détecte du p,p'-DDE et du p,p'-TDE à des concentrations inférieures au critère de faune terrestre (39 µg/kg; U.S. EPA, 1995). Quant aux pesticides PCB, HCB et aldrine, ils sont présents à des taux légèrement plus élevés que le seuil de détection.

Chair des poissons*Consommation humaine de poisson*

La présence de pesticides est observée dans les homogénats de chair de dorés jaunes à toutes les stations de capture et dans la chair des grands brochets dans six des neuf stations échantillonnées.

Grand brochet

Le pesticide organochloré p,p'-DDE a été détecté aux stations de Lacolle et Saint-Jean-sur-Richelieu, au bassin de Chambly rive gauche et près de la rivière des Hurons, à

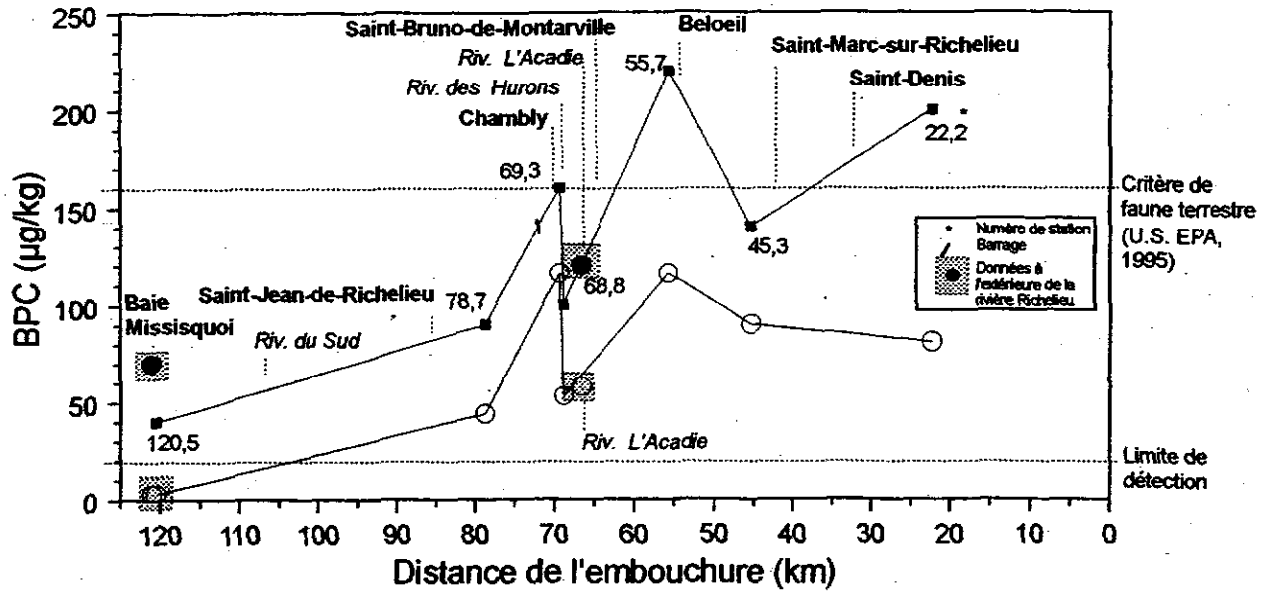


Figure 7 Teneurs en BPC (carrés pleins: Aroclor 1254; cercle vide: somme des congénères) des meuniers noirs entiers de la rivière Richelieu (1995)

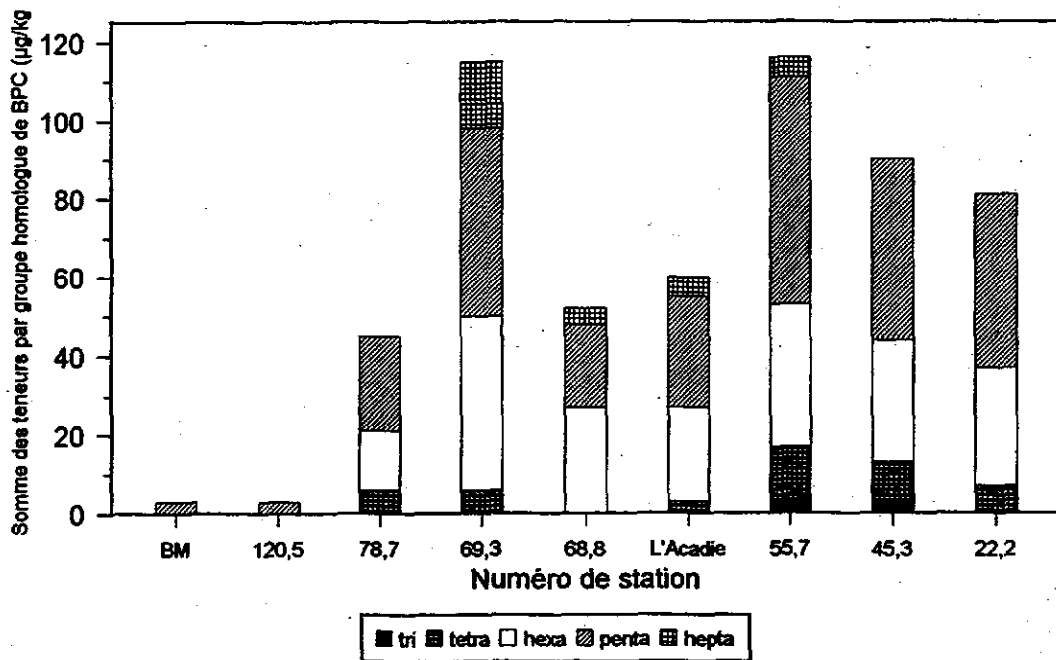


Figure 8 Distribution spatiale de la somme des teneurs des groupes d'homologues de BPC dans le meunier noir entier du bassin de la rivière Richelieu (1995)

l'embouchure de la rivière L'Acadie et à Saint-Ours (figure 9). La station située dans le bassin de Chambly rive gauche (69,3) possède les teneurs les plus élevées en p,p'-DDE, avec 11 µg/kg. Aucune valeur de p,p'-DDE n'excède le critère de Santé Canada (5000 µg/kg) ou de l'U.S. EPA (14 µg/kg). Les études de 1983 et 1986 signalaient des teneurs en p,p'-DDE dans la chair des grands brochets aux stations situées en amont du ruisseau de la Barbotte (1,7 µg/kg) et à Beloeil (12 µg/kg). Ce n'est plus le cas en 1995. Aux autres stations, les teneurs en p,p'-DDE semblent aussi légèrement plus élevées en 1983 et 1986 qu'en 1995. Aucun autre pesticide n'a été détecté dans le grand brochet.

Doré jaune

Sept homogénats de poissons de taille moyenne, contiennent des teneurs en p,p'-DDE variant de 2 à 14 µg/kg (figure 9). Aucune valeur n'excède toutefois la directive de 5000 µg/kg de Santé Canada et des Grands Lacs U.S. EPA (14 µg/kg). Les stations du bassin de Chambly (69,3) et celle de l'Acadie paraissent légèrement plus contaminées que les autres, mais on ne peut pas dire si la différence est significative, compte tenu du nombre restreint de données. Aucun doré jaune n'a été pêché aux stations de Lacolle (120,5), en amont (92) et en aval (78,7) de Saint-Jean-sur-Richelieu. En 1983 et 1986, les valeurs de p,p'-DDE variaient de non détectées à 10 µg/kg, valeurs comparables à celles de 1995.

Les autres pesticides, soit le lindane, le méthoxychlore, le PTCB et le HCB, ont toutes des valeurs près du seuil de détection. Le méthoxychlore a été détecté dans la chair du doré jaune du bassin de Chambly rive gauche; le lindane dans la baie Missisquoi, le p,p'-TDE, le PTCB et le HCB dans la rivière L'Acadie. Ces deux derniers secteurs ont une vocation très agricole, ce qui augmente l'utilisation des pesticides par superficie totale.

Poisson entier (meunier noir)

Critère de consommation pour la faune

Pour les homogénats de meuniers noirs entiers, le pesticide p,p'-DDE a été détecté à toutes les stations, tandis que le p,p'-TDE, l'aldrine, l'hexachlorobenzène (HCB) et le pentachlorobenzène (PTCB) ont seulement été détectés à certaines stations (annexe 5). Pour l'ensemble des pesticides, les teneurs les plus élevées sont celles enregistrées aux stations de l'Acadie, et de Beloeil. C'est à partir de Beloeil qu'apparaît le HCB dans le meunier noir entier, à des valeurs se rapprochant du seuil de détection.

Les teneurs en p,p'-DDE ne dépassent pas le critère pour la protection des oiseaux et autres animaux consommant le poisson, établi à 39 µg/kg (U.S. EPA, 1995) (figure 10). De même, aucun dépassement n'est signalé pour les teneurs en p,p'-TDE. La somme des deux substances (p,p'-DDE et TDE) n'excède pas non plus le critère de la faune terrestre. Les stations ayant les teneurs les plus élevées pour ces deux pesticides sont situées dans la rivière L'Acadie et à Beloeil. (figure 10). À la seule station où l'aldrine a été détecté (Beloeil), les teneurs (3 µg/kg) dans le meunier noir entier n'excèdent pas le critère de protection de la faune terrestre de l'État de New York, de 120 µg/kg (sans risque de cancer) (Newell *et al.*, 1987). De même, pour l'HCB, détecté à Beloeil, Saint-Marc-sur-Richelieu et Saint-Ours, les teneurs sont au-dessous du critère de protection de la faune de New York, établi à 200 µg/kg (sans risque de cancer). Pour le PTCB, détecté dans la rivière L'Acadie et à Beloeil, les teneurs sont de 1 et 13 µg/kg respectivement. Aucun critère ne concerne ce pesticide.

Les données historiques pour le p,p'-DDE aux stations près de Lacolle et de Saint-Jean-sur-Richelieu montrent une diminution de la contamination entre 1978 et 1995, de 41,5 et 27,1 mg/kg à 3 et 7 mg/kg respectivement (annexe 8). À la station en amont de Saint-Marc-sur-Richelieu, les teneurs en p,p'-DDE dans le meunier noir entier sont relativement faibles (16 µg/kg), mais on observe une hausse de la contamination comparativement à 1981 (3 µg/kg). Les valeurs de HCB diminuaient lors de la même période, de 7 µg/kg (1981) à 1 µg/kg (1995). Étant donné le faible effectif de spécimens échantillonnés, toute comparaison statistique est impossible, ce qui rend ces différences aléatoires.

Foie (meunier noir)

Amont de Saint-Ours seulement

Les pesticides détectés dans le foie des meuniers noirs sont les hexachlorobenzènes (HCB), le p,p'-DDE et le p,p'-TDE (tableau 6). Pour le HCB, les teneurs moyennes oscillent autour de 2,5 µg/kg, ce qui est inférieur au critère de faune terrestre de l'état de New York (avec ou sans risque de cancer (1 dans 100): 200 µg/kg) (Newell *et al.*, 1987). Les teneurs en p,p'-DDE varient de non détectées à 170 µg/kg, avec une moyenne de 77,2 µg/kg, tandis que celles en p,p'-TDE varient de non détectés à 32 µg/kg, avec une moyenne de 24,5 µg/kg. La somme des p,p'-DDE et p,p'-TDE varie de 9 à 173 µg/kg. Il n'y a aucun critère qui concerne les teneurs retrouvées dans le foie.

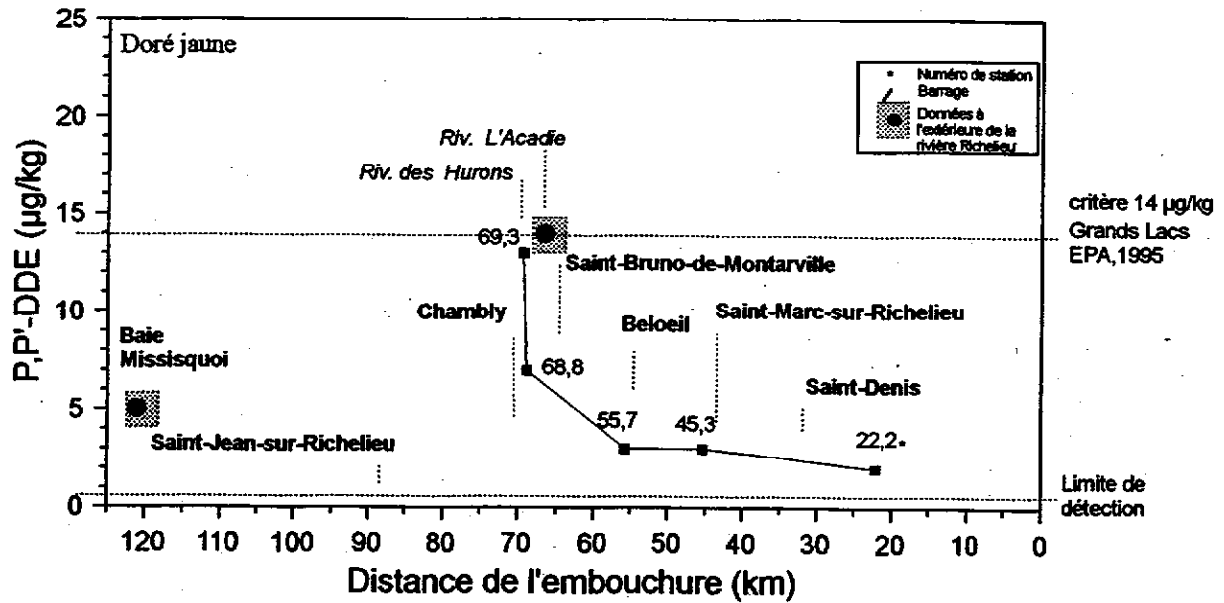
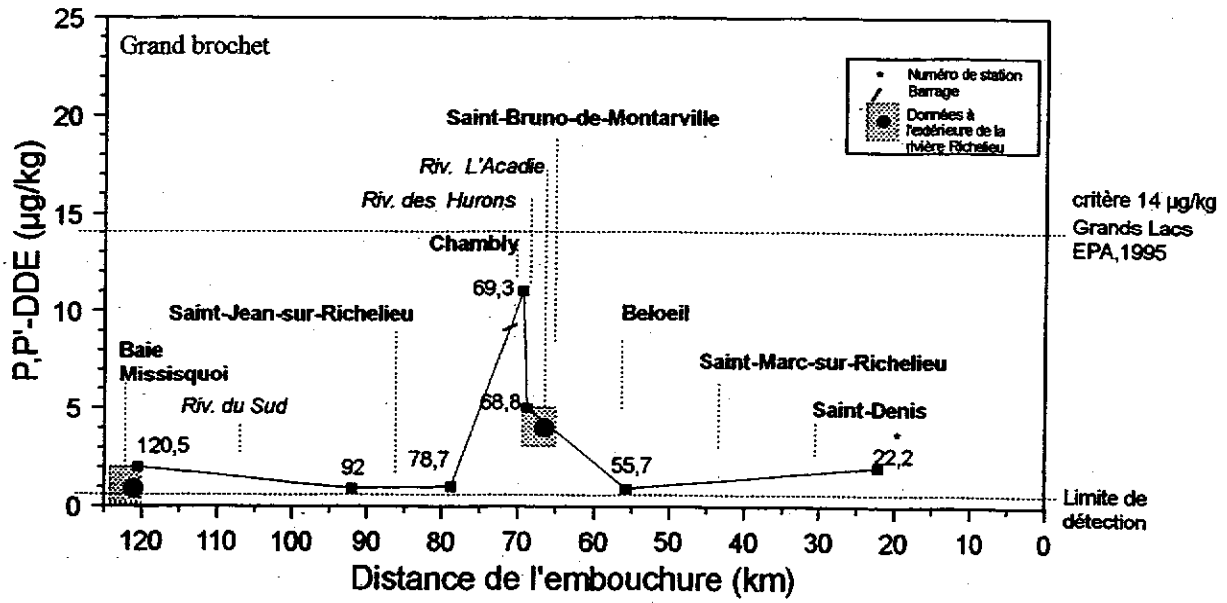


Figure 9 Teneurs en p,p'-DDE et en p,p'-TDE dans la chair des grands brochets et des dorés jaunes de la rivière Richelieu (1995)

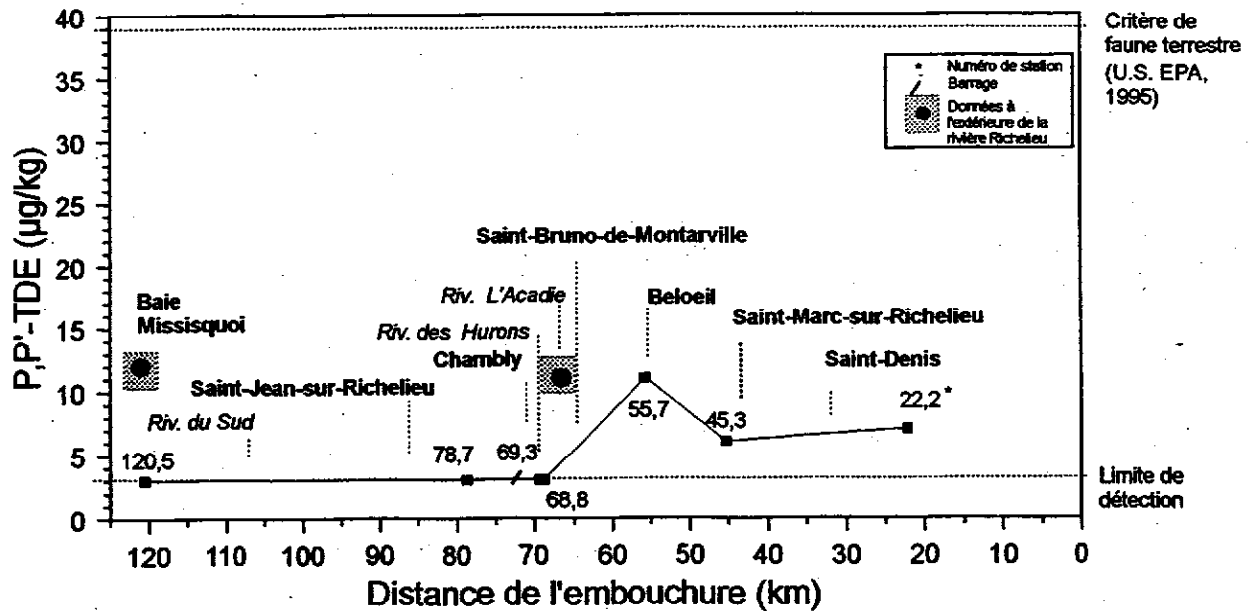
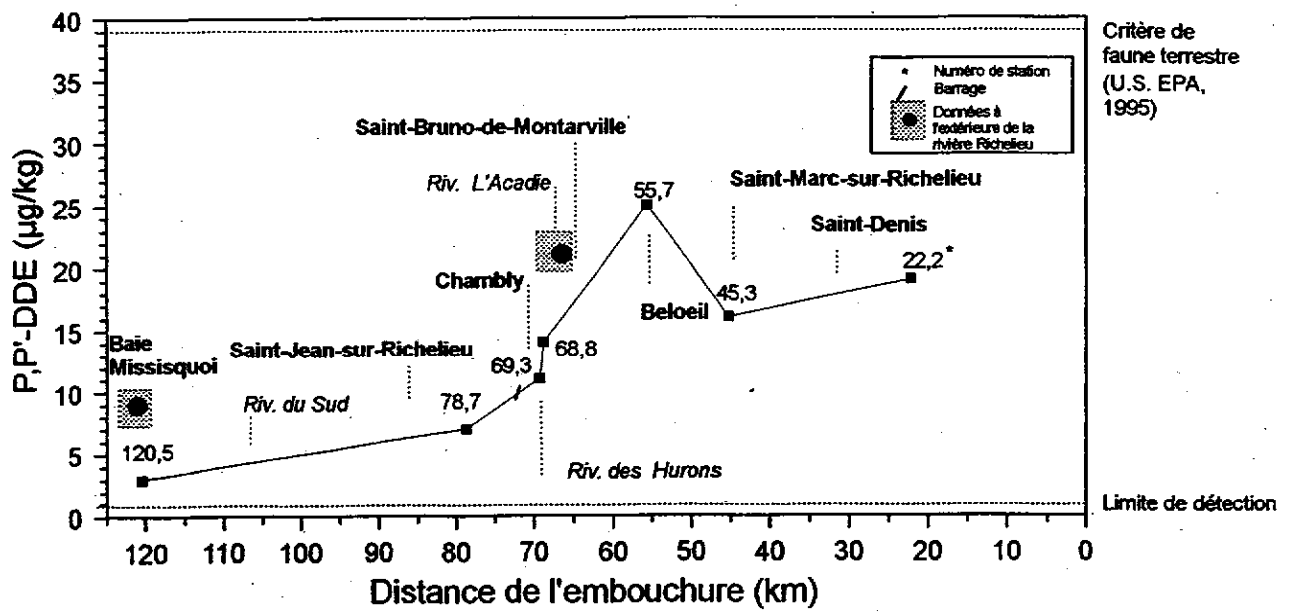


Figure 10 Teneurs en p,p'-DDE et en p,p'-TDE, des meuniers noirs entiers de la rivière Richelieu (1995).

CONCLUSION

Pour le mercure, la teneur mesurée dans la chair des poissons piscivores (doré jaune, grand brochet et achigan à petite bouche), surtout de grande taille, dépasse la directive de Santé Canada (0,50 mg/kg). En fait, 14,6 % des espèces capturées ont des teneurs en mercure supérieures à 0,50 mg/kg, soit 27 % des dorés jaunes, 15 % des grands brochets et près de 7 % des achigans à petite bouche. Pour l'ensemble des stations où les captures de meunier noir entier ont été fructueuses, le critère de faune terrestre (0,057 mg/kg), établi pour protéger les animaux susceptibles de consommer le poisson, est dépassé. La contamination par le mercure dans la chair et le poisson entier semble être à la baisse.

En 1995, des BPC (Aroclor 1254 et congénères) ont été détectés dans trois espèces de poissons d'intérêt sportif, soit le doré jaune, le grand brochet et l'achigan à petite bouche. Les teneurs sont cependant bien au-dessous de la directive de 2000 µg/kg, et elles ne dépassent pas le seuil des valeurs inférieures, établi à 100 µg/kg. Par ailleurs, selon l'espèce de poisson, la somme des congénères détectés dans la chair dépasse le critère de 1,4 µg/kg de U.S. EPA (risque de cancer 1/1 000 000). Seuls les poissons capturés en amont de Lacolle et du ruisseau de la Barbotte sont exempts de BPC. Le regroupement des congénères selon le nombre d'atomes chlorés démontre que les sources en BPC sont vieilles et dégradées dans la rivière Richelieu, sauf dans le bassin de Chambly, où l'on signale l'apparition de congénères moins persistants, donc de source récente. Le secteur de Saint-Jean-sur-Richelieu, avec ses rejets urbains non traités en 1995, est soupçonné d'être la source des BPC. Selon l'étude de Berryman (1998), la concentration de ces congénères est significativement plus importante dans ce secteur. La contamination en BPC pour l'ensemble des espèces semble à la baisse aux stations où les données historiques (1981, 1983, 1986) sont disponibles. Cette observation ne peut toutefois être vérifiée sur une base statistique, faute d'effectif suffisant. À toutes les stations, on signale la présence de BPC dans les meuniers noirs entiers, à des concentrations qui dépassent parfois le critère de faune terrestre de 160 µg/kg (U.S. EPA, 1995).

Pour les pesticides organochlorés, le p,p'-DDE (produit de la dégradation du DDT) a été détecté dans la chair du doré jaune et dans le meunier noir entier à toutes les stations où ces poissons ont été capturés et dans la chair du grand brochet dans six des neuf stations de capture. Dans la

chair des poissons, les teneurs en p,p'-DDE sont toutes au-dessous du critère de Santé Canada (5000 µg/kg); dans le poisson entier (meunier noir), elles sont inférieures au critère de faune terrestre (39 µg/kg). Les autres pesticides détectés (lindane, méthoxychlore, PTCB, HCB) ont tous des valeurs près du seuil de détection. Pour l'ensemble des pesticides organochlorés présents dans la chair des poissons, l'évolution des concentrations semble relativement stable ou à la baisse entre les différentes années d'échantillonnage.

Baie Missisquoi

La contamination par le mercure dans la chair des dorés jaunes et des grands brochets dépasse la directive de Santé Canada (0,50 mg/kg). La consommation de ces poissons devrait donc être restreinte. Aucun BPC n'a été détecté dans les dorés jaunes, contrairement aux autres stations du bassin de la rivière Richelieu.

Amont de Lacolle

Les foies prélevés à la station 102,5 sont atrophiés, malgré la taille respectable des poissons capturés. Le poids minuscule de ces foies est un phénomène anormal; il faudrait une étude plus approfondie pour en découvrir la cause.

Amont ruisseau de la Barbotte

Pour la chair des grands brochets, les teneurs en mercure (0,65 mg/kg) sont les plus élevées du bassin. La consommation de ce poisson devrait donc être restreinte. Il faut noter qu'aucune capture de doré jaune ou d'achigan à petite bouche n'a eu lieu à cet endroit.

Bassin de Chambly

Rive gauche

Les teneurs en mercure dans la chair des dorés jaunes et des grands brochets dépassent la directive de Santé Canada. Pour le meunier noir entier, la teneur en mercure enregistrée à cette station (0,12 mg/kg) est la plus élevée du bassin. La teneur en plomb révèle également une contamination très supérieure (>0,50 mg/kg). Quoique l'on soupçonne certaines industries de Saint-Jean-sur-Richelieu en activité dans les années 1980-1990 d'avoir contaminé le milieu, une étude plus approfondie des sédiments dans tous les secteurs contaminés serait nécessaire pour mieux déterminer la provenance du plomb.

Dans la chair du grand brochet, les teneurs en BPC sont les plus élevées de la rivière Richelieu, mais elles ne dépassent pas le critère de 2000 µg/kg. Dans le meunier noir entier, elles sont égales au critère de faune terrestre (160 µg/kg).

À l'embouchure de la rivière L'Acadie

La chair des dorés jaunes est contaminée par le mercure à des teneurs qui dépassent la directive de Santé Canada. Cette concentration de mercure (0,65 mg/kg) est la plus importante du bassin de la rivière Richelieu pour ce qui est des dorés jaunes. Les teneurs en plomb du meunier noir entier révèle une contamination très supérieure (>0,50 mg/kg). Cette concentration atteint 0,75 mg/kg, la plus élevée du bassin de la rivière Richelieu et même dans les plus élevées du Québec. Il est à noter que les teneurs en plomb mesurées en 1995 (0,75 mg/kg) sont beaucoup plus élevées que celles mesurées en 1980 (0,08 mg/kg).

La somme des p,p'-DDE et p,p'-TDE décelés dans la chair du doré jaune totalise 18 µg/kg, ce qui est supérieur au critère des Grands Lacs. Cette concentration est la plus élevée du bassin de la rivière Richelieu. De même, dans le meunier noir entier, les teneurs en p,p'-DDE sont les plus élevées du bassin, mais elles ne dépassent pas le critère de faune terrestre.

Beloeil

Chez le meunier noir entier, les valeurs de contamination par le plomb sont jugées très supérieures (>0,50 mg/kg). De plus, les teneurs en BPC dépassent le critère de faune terrestre (160 µg/kg).

Amont de Saint-Marc-sur-Richelieu

La chair des dorés jaunes et des achigans à petite bouche est contaminée par le mercure à des taux supérieurs à la directive de Santé Canada. Aucun grand brochet n'a été capturé à cette station. Chez le meunier noir entier, le critère de faune terrestre pour le mercure est dépassé, mais il semble y avoir une diminution de la contamination de 1980-81 à 1995. On note la présence de BPC dans la chair des dorés jaunes.

Amont de Saint-Ours

La teneur en BPC dans le meunier noir entier est supérieure au critère de la faune terrestre. Dans le foie du meunier noir, la teneur moyenne est de 452 µg/kg. De plus, les teneurs moyennes de DDT (p,p'-DDE et TDE) est

de 51,2 µg/kg. Dans le foie, il n'y a pas de critère pour les contaminants étudiés.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier plusieurs membres du personnel du ministère de l'environnement et de la faune qui ont contribué à la réalisation de ce rapport : Roger Audet, Lyne Pelletier, Nathalie La Violette, Jean-Philippe Baillargeon, Karl Krumki, Yves Laporte et Paul Harrisson pour l'échantillonnage de certains poissons; Serge Noël, Marc Gignac, Danièle Thomassin, Andrée Gendron et Patrick Beaumont pour les analyses techniques; Jacques Lebeau et Mario Bérubé pour la gestion de la banque de données; Louise Lapière pour son soutien; Francine Matte-Savard pour le graphisme; Denis Laliberté pour ces judicieux conseils lors de la révision scientifique; Nathalie Beaulieu pour la mise en page du rapport. Nos remerciements vont également à Roger Schetaigne pour ses commentaires pertinents lors de la révision du rapport.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BROUARD, D. et D. LALIBERTÉ, 1992. *Teneurs en substances toxiques des poissons capturés à 31 stations situées principalement sur la rivière L'Assomption, le lac Magog et le lac Memphrémagog*, Québec, ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau et Groupe Environnement Shooner inc., rapport n° QE-92-20, 84 p.

COMMISSION MIXTE INTERNATIONALE (CMI), International Joint Commission, 1988. Revised Great Lakes Water Quality Agreement of 1978. United States and Canada, Ottawa. 130 p. + annexes.

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES DU CANADA (CNRC), 1980. *Polychlorobiphényles : critères biologiques pour évaluer leurs effets sur l'état de l'environnement*, Ottawa, rapport n° 16078, 200 p.

CROTEAU G., M. GOULET et D. LALIBERTÉ, 1983. *Contamination du milieu aquatique du Québec méridional en 1980 : arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc*, Service de la qualité des eaux, ministère de l'Environnement du Québec, rapport QE n° 83-08, 197 p.

CROTEAU G., M. GOULET et D. LALIBERTÉ, 1983. *Biphényles polychlorés: contamination du milieu aquatique au Québec méridional en 1980*, Service de la qualité des eaux, ministère de l'Environnement du Québec, rapport QE n° 84-17, 75 p.

ENVIRONNEMENT CANADA et SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL CANADA (SBESC), 1991. *Liste des substances d'intérêt prioritaire, rapport d'évaluation n°2 : effluents des usines de pâte blanchie*, EnN40-215/2 E, 68 p.

FITZGERALD, W. 1995. Is mercury increasing in the atmosphere? The need for an atmospheric mercury network (AMNET). *Water, air and soil pollution*, 80 : 245-254.

GENDRON, A. et A. BRANCHAUD, 1997. *Impact potentiel de la contamination du milieu aquatique sur la reproduction du suceur cuivré (Moxostoma hubbsi) : Synthèse des connaissances*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale de la Montérégie, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, rapport technique 16-02, 160 p.

GOULET, M. et D. LALIBERTÉ, 1983. *Pesticides organochlorés : contamination du milieu aquatique au Québec méridional en 1980*, Service de la qualité des eaux, ministère de l'Environnement du Québec, rapport QE n° 54, 82 p.

SCHETAGNE, R., J-F. DOYON et R. VERDON, 1996. Rapport synthèse : évolution des teneurs en mercure dans les poissons du complexe La Grande (1978-1994). Rapport conjoint direction principale communication et environnement Hydro-Québec et Groupe-conseil Génivar inc. 143 p. et appendices.

LALIBERTÉ, D., 1993. *Évolution des teneurs en mercure, en BPC et en pesticides organochlorés dans la chair des poissons du fleuve Saint-Laurent entre 1975-1976 et 1988*, Direction de la qualité des cours d'eau, ministère de l'Environnement du Québec, rapport n° 91-15, 86 p., 3 annexes.

LÉVESQUE, F. et C. POMERLEAU, 1986. *Contamination de la chair de certaines espèces de la faune aquatique et amphibienne du lac Saint-Pierre par les biphényles polychlorés, le mirex et le mercure (1983 et 1984)*, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du

Québec, Direction de la faune aquatique, Service des espèces d'eau fraîche, rapport technique, 86-01, 105 p.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX et MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE, 1995. *Guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce*, gouvernement du Québec, 132 p. Depuis 1996, seulement sur le site internet du MEF : <http://www.mef.gouv.qc.ca/mef/fr/environn/guide>.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE, 1997. *Liste des terrains contaminés (Gerled et Gersol), version de mai 1996*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des politiques du secteur industriel, Service des lieux contaminés.

MUNTHE, J., H. HULTBERG et A. IVERFELDT, 1995. Mechanisms of deposition of methylmercury and mercury to coniferous forest, dans *Water, air and soil pollution*, 80 : 363-371.

PAUL, M. et D. LALIBERTÉ, 1984. *Réseau de surveillance des substances toxiques en milieu aquatique 1981 : Contamination du milieu aquatique du Québec méridional par sept métaux lourds*, Direction générale des ressources hydriques, ministère de l'Environnement du Québec, rapport n° 85-01, 107 p.

PAUL, M. et D. LALIBERTÉ, 1985. *Réseau de surveillance des substances toxiques en milieu aquatique 1983 : teneurs en mercure de six bassins versants du Québec méridional*, Direction des relevés aquatiques, ministère de l'Environnement du Québec, rapport n° 85-10, 67 p.

PAUL, M. et D. LALIBERTÉ, 1985. *Réseau-toxiques 1981 : Contamination du milieu aquatique du Québec méridional par les BPC, le p,p'-DDE, le HCB, heptachlore, aldrine, mirex*, Direction des relevés aquatiques, ministère de l'Environnement du Québec, rapport n° 85-11, 59 p.

PAUL, M. et D. LALIBERTÉ, 1985. *Réseau de surveillance des substances toxiques en milieu aquatique 1983 : teneurs en BPC, p,p'-DDE, HCB, heptachlore, aldrine, mirex, et HAP de six bassins versants du Québec méridional*, Direction des relevés aquatiques, ministère de l'Environnement du Québec, rapport n° 85-12, 78 p.

PAUL, M. et D. LALIBERTÉ, 1988. *Teneurs en mercure des sédiments et des poissons des rivières L'Assomption, Richelieu, Yamaska, Saint-François et du lac Saint-Pierre en 1986*, Direction de la qualité du milieu aquatique, ministère de l'Environnement du Québec, rapport n° QE 89-1, 95 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*, Direction de la qualité du milieu aquatique, ministère de l'Environnement du Québec, rapport n° QE 89-2, 101 p.

SAS INSTITUTE Inc., 1990. SAS/STAT user's guide: Statistics, volume 2, version 6, 4 edition, Cary, NC:SAS Institute Inc., 1686 p.

SIMONEAU, M. 1993. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Richelieu, 1979 à 1992*, Direction de la qualité des cours d'eau, ministère de l'Environnement du Québec, rapport QEN/QE 83/1, ENVIRODOQ EN930016 n°930000, 190 p., 6 annexes.

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

SYLVESTRE, A. 1980. *Projet mercure, critère d'évaluation de la qualité du milieu*, ministère de l'Environnement du Québec, Bureau des études sur les substances toxiques, BEST-1, 48 p.

Annexe 1 Classes de taille retenues pour les espèces de poissons analysées

Espèce	Petit (mm)	Moyen (mm)	Gros (mm)
Achigan à petite bouche	250-300	300-350	> 350
Barbotte brune	200-250	250-300	> 300
Doré jaune	300-400	400-500	> 500
Grand brochet	400-550	550-700	> 700
Barbue de rivière	200-250	250-300	>300
Meunier noir	300-350	350-400	> 400
Perchaude	150-200	200-250	> 250

Annexe 2 Liste des substances toxiques dosées, en 1977, 1978, 1986 et 1995, dans la chair (c) et la carcasse (cr) de différentes espèces et le poisson entier chez le meunier noir (e) et seuil de détection des méthodes analytiques

Substance	Abréviation	Limite de détection 1977-1978	Limite de détection 1986	Limite de détection 1995	Unités
MÉTAUX LOURDS					
mercure	Hg	cr 0,03	c 0,03	c 0,03 e 0,03	mg/kg
sélénium	Se	n.m.	n.m.	e 0,05	mg/kg
arsenic	As	n.m.	n.m.	e 0,05	mg/kg
plomb	Pb	cr 0,02	n.m.	e	
cadmium	Cd	cr 0,04	n.m.	e	
chrome	Cr	cr 0,01	n.m.	e	
COMPOSÉS ORGANIQUES					
BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS (BPC)					
Aroclor 1254 ¹	BPC	cr 40	c 10,0	c 20,0 e 40,0	µg/kg
CONGÉNÈRES DE BPC (#UIPAC)					
8				c 1,0* e 2,0*	µg/kg
15				c 1,0* e 2,0*	µg/kg
16+32				c 1,0* e 2,0	µg/kg
17				c 1,0* e 2,0	µg/kg
18				c 1,0* e 2,0	µg/kg
22				c 1,0* e 2,0	µg/kg
28+31				c 1,0* e 2,0	µg/kg
33				c 1,0* e 2,0	µg/kg
44				c 1,0* e 2,0	µg/kg
49				c 1,0 e 2,0	µg/kg
52				c 1,0 e 2,0	µg/kg

Annexe 2 Liste des substances toxiques dosées, en 1977, 1978, 1986 et 1995, dans la chair (c) et la carcasse (cr) de différentes espèces et le poisson entier chez le meunier noir (e) et seuil de détection des méthodes analytiques (suite)

Substance	Abréviation	Limite de détection 1977-1978	Limite de détection 1986	Limite de détection 1995	Unités
66				c 1,0 e 2,0	µg/kg
70				c 1,0 e 2,0	µg/kg
74				c 1,0* e 2,0	µg/kg
82				c 1,0* e 2,0	µg/kg
87				c 1,0* e 2,0	µg/kg
95				c 1,0 e 2,0	µg/kg
99				c 1,0 e 2,0	µg/kg
101				c 1,0 e 2,0	µg/kg
105				c 1,0* e 2,0	µg/kg
110				c 1,0 e 2,0	µg/kg
118				c 1,0 e 2,0	µg/kg
128				c 1,0* e 2,0*	µg/kg
132				c 2,0* e 3,0	µg/kg
138				c 2,0 e 3,0	µg/kg
149				c 1,0 e 2,0	µg/kg
151				c 1,0* e 2,0	µg/kg
153				c 1,0 e 2,0	µg/kg
156				c 2,0* e 3,0	µg/kg
158				c 2,0* e 3,0*	µg/kg

Annexe 2 Liste des substances toxiques dosées, en 1977, 1978, 1986 et 1995, dans la chair (c) et la carcasse (cr) de différentes espèces et le poisson entier chez le meunier noir (e) et seuil de détection des méthodes analytiques (suite)

Substance	Abréviation	Limite de détection 1977-1978	Limite de détection 1986	Limite de détection 1995	Unités
169				c 2,0* e 3,0*	µg/kg
170				c 2,0* e 4,0*	µg/kg
171				c 2,0* e 4,0*	µg/kg
177				c 2,0* e 4,0*	µg/kg
180				c 2,0* e 4,0	µg/kg
183				c 2,0* e 3,0*	µg/kg
187				c 2,0* e 3,0	µg/kg
191				c 2,0* e 4,0*	µg/kg
194				c 2,0* e 4,0*	µg/kg
195				c 2,0* e 4,0*	µg/kg
199				c 2,0* e 4,0*	µg/kg
205				c 2,0* e 4,0*	µg/kg
206				c 2,0* e 4,0*	µg/kg
208				c 2,0* e 4,0*	µg/kg
209				c 2,0* e 4,0*	µg/kg
CHLOROBENZÈNES				c 2,0 e 3,0	µg/kg
1,3,5-trichlorobenzène*	1,3,5 tcb	n.m.	n.m.	c 2,0 e 4,0	µg/kg
1,2,4-trichlorobenzène*	1,2,4 tcb	n.m.	n.m.	c 3,0 e 6,0	µg/kg
1,2,3-trichlorobenzène*	1,2,3 tcb	n.m.	n.m.	c 2,0 e 4,0	µg/kg

Annexe 2 Liste des substances toxiques dosées, en 1977, 1978, 1986 et 1995, dans la chair (c) et la carcasse (cr) de différentes espèces et le poisson entier chez le meunier noir (e) et seuil de détection des méthodes analytiques (suite)

Substance	Abréviation	Limite de détection 1977-1978	Limite de détection 1986	Limite de détection 1995	Unités
1,2,3,5-tétrachlorobenzène + 1,2,4,5-tétrachlorobenzène ^{2*}	1,2,3,5+ 1,2,4,5 ttcb	n.m.	n.m.	c 2,0 e 4,0	µg/kg
1,2,3,4-tétrachlorobenzène [*]	1,2,3,4 ttcb	n.m.	n.m.	c 2,0 e 4,0	µg/kg
pentachlorobenzène [*]	pcb	n.m.	n.m.	c 0,6 e 1,0	µg/kg
octachlorostyrène [*]	ocb	n.m.	n.m.	c 0,6 e 1,0	µg/kg
alpha-BHC			c 1,0	c 1,0 e 2,0	µg/kg
HCB			c 1,0	c 0,5 e 1,0	µg/kg
bêta-BHC		n.m.	c 1,0	c 2,0 e 2,0	µg/kg
lindane			c 1,0	c 1,0 e 2,0	µg/kg
heptachlore			c 1,0	c 1,0 e 2,0	µg/kg
aldrine			c 1,0	c 1,0 e 2,0	µg/kg
époxyde d'heptachlore			c 1,0	c 1,0 e 2,0	µg/kg
p,p'-DDE			c 1,0	c 1,0 e 2,0	µg/kg
p,p'-TDE			c 1,0	c 3,0 e 6,0	µg/kg
p,p'-DDT			c 1,0	c 3,0 e 6,0	µg/kg
métoxychlore		n.m.	c 1,0	c 6,0 e 12,0	µg/kg
mirex		n.m.	c 1,0	c 1,0 e 2,0	µg/kg

¹ La quantification des BPC est faite à l'aide de 6 pics majeurs de l'aroclor 1254.

² La séparation du 1,2,3,5- et du 1,2,4,5-tétrachlorobenzène étant impossible, le résultat est la somme des deux.

* Ces substances n'ont été détectées dans aucun des échantillons analysés.

Légende
e = poisson entier meunier noir
c = chair de poisson de différentes espèces
mercure (perchaude, doré jaune, grand brochet, brochet maillé, barbotte brune, achigan à petite bouche, barbotte brune)
autres substances (doré jaune, grand brochet, brochet maillé)
cr = carcasse éviscérée et étêtée
n.m. = non mesuré

Annexe 3 Résultats de la contamination dans la chair des poissons par le mercure, les métaux lourds, les pesticides et les BPC (aroclor 1254) dans la rivière Richelieu en 1995

Station Numéro DQMA	Station Numéro Richelieu	Année	Numéro Laboratoire	Tissus	Nombre de poissons dans l'homogénat	Espèce	Classe ²	Poids g	Longueur mm totale	SEXE ⁴	HG ³ mg/kg	AS mg/kg	CD mg/kg	PB mg/kg	SE mg/kg	CR mg/kg	PTCB µg/kg	HCB µg/kg	LIND µg/kg	ALD µg/kg	P,P'-DDE µg/kg	P,P'-TDE µg/kg	BPC µg/kg	GRAS %	BPC normalisé µg/kg	
3040006	bm	1995	58378	chair		ESLU PE		361	408	F	0,33															
3040006	bm	1995	58379	chair		ESLU PE		814	515	F	0,20															
3040006	bm	1995	58380	chair		ESLU PE		681	475	M	0,17															
3040006	bm	1995	58381	chair		ESLU MO		1377	618	F	0,27															
3040006	bm	1995	58382	chair		ESLU MO		1712	656	F	0,32															
3040006	bm	1995	58383	chair		ESLU MO		1066	593	F	0,12															
3040006	bm	1995	58384	chair		ESLU MO		1848	698	M	0,65															
3040006	bm	1995	58385	chair		ESLU MO		1634	640	F	0,26															
3040006	bm	1995	58386	chair	5	ESLU MO		1527	641	H							<0,6	<0,5	<1	<1	<1	<3	<20	0,2		
3040006	bm	1995	58387	chair		ESLU GR		2936	789	F	0,50															
3040006	bm	1995	58388	chair		ESLU GR		2900	813	F	0,68															
3040006	bm	1995	58389	chair		ESLU GR		2300	723	F	0,33															
3040006	bm	1995	58390	chair		ESLU GR		3450	829	F	0,48															
3040006	bm	1995	58391	chair		ESLU GR		2450	761	F	0,63															
3040006	bm	1995	58392	chair	2	ICNE PE		137	230	H	0,05															
3040006	bm	1995	58393	chair	2	ICNE MO		307	278	H	0,11															
3040006	bm	1995	58394	chair	5	ICNE GR		533	321	H	0,14															
3040006	bm	1995	58395	chair	5	MIDO MO		478	326	H	0,24															
3040006	bm	1995	58396	chair	5	MIDO GR		830	403	H	0,41															
3040006	bm	1995	58397	chair	6	PEFL PE		65	186	H	0,15															
3040006	bm	1995	58398	chair	6	PEFL MO		121	225	H	0,17															
3040006	bm	1995	58399	chair	2	PEFL GR		210	260	H	0,27															
3040006	bm	1995	58400	chair		STVI PE		338	328		0,15															
3040006	bm	1995	58401	chair		STVI PE		402	347		0,15															
3040006	bm	1995	58402	chair		STVI PE		325	330		0,11															
3040006	bm	1995	58403	chair		STVI PE		310	320		0,11															
3040006	bm	1995	58404	chair		STVI PE		279	310		0,12															
3040006	bm	1995	58405	chair		STVI MO		1289	499	M	0,36															
3040006	bm	1995	58406	chair		STVI MO		1099	465	F	0,31															
3040006	bm	1995	58407	chair		STVI MO		1288	478	F	0,32															
3040006	bm	1995	58408	chair		STVI MO		1333	495	F	0,32															
3040006	bm	1995	58409	chair		STVI MO		940	445	M	0,30															
3040006	bm	1995	58410	chair	5	STVI MO		1190	476	H							<0,6	<0,5	1	<1	5	<3	<20	1,1		
3040006	bm	1995	58411	chair		STVI GR		1944	589	M	0,85															
3040006	bm	1995	58412	chair		STVI GR		1684	530	F	0,36															
3040006	bm	1995	58413	chair		STVI GR		2525	639	F	0,64															
3040006	bm	1995	58414	chair		STVI GR		1443	511	F	0,73															
3040104	120,5	1995	60127	chair		CACO GR		1211	461		0,18	0,08	0,003	0,10	0,13	0,01										
3040104	120,5	1995	60128	chair		CACO GR		1205	460		0,18	<0,05	<0,003	0,02	0,21	0,01										
3040104	120,5	1995	60129	chair		CACO GR		1005	431		0,06	<0,05	<0,003	0,02	0,11	0,01										
3040104	120,5	1995	60130	chair		CACO GR		1310	485		0,12	<0,05	<0,003	0,01	0,14	0,02										
3040104	120,5	1995	60131	chair		CACO GR		1450	495		0,28	<0,05	<0,003	0,01	0,12	<0,05										
3040104	120,5	1995	60137	chair		ESLU PE		430	436	F	0,12															
3040104	120,5	1995	60138	chair		ESLU PE		791	549		0,44															
3040104	120,5	1995	60139	chair		ESLU MO		1377	632	M	0,36															
3040104	120,5	1995	60140	chair		ESLU MO		1066	592	F	0,23															

Annexe 3 Résultats de la contamination dans la chair des poissons par le mercure, les métaux lourds, les pesticides et les BPC (aroclor 1254) dans la rivière Richelieu en 1995

Station Numéro DQMA	Station Numéro Richelieu	Année	Numéro Laboratoire	Tissus	Nombre de poissons dans l'homogénéat	Espèce ¹	Classe ²	Poids g	Longueur mm totale	SEX ³	HQ ⁵ mg/kg	AS mg/kg	CD mg/kg	PB mg/kg	SB ⁴ mg/kg	CR mg/kg	PTCB µg/kg	HCB µg/kg	LIND µg/kg	ALD µg/kg	P,P'-DDE µg/kg	P,P'-TDE µg/kg	BPC µg/kg	GRAS %	BPC normalisé µg/kg		
3040104	120,5	1995	60141	chair		ESLU	MO	1152	604	F	0,26																
3040104	120,5	1995	60142	chair		ESLU	MO	825	551	M	0,58																
3040104	120,5	1995	60143	chair		ESLU	MO	1507	655	F	0,33																
3040104	120,5	1995	60144	chair	5	ESLU	MO	1185	607	H							<0,6	<0,5	<1	<1	2	<3	<20	0,2			
3040104	120,5	1995	60145	chair		ESLU	GR	2054	702	F	0,27																
3040104	120,5	1995	60146	chair	5	ICNE	MO	330	289	H	0,08																
3040104	120,5	1995	60147	chair	6	ICNE	GR	466	324	H	0,13																
3040104	120,5	1995	60148	chair	10	PEFL	PE	60	175	H	0,11																
3040104	120,5	1995	60149	chair	7	PEFL	MO	115	217	H	0,13																
3040104	120,5	1995	60150	chair	2	PEFL	GR	258	280	H	0,31																
3040101	92	1995	58358	chair		ESLU	PE	750	505		0,19																
3040101	92	1995	58359	chair		ESLU	PE	700	487		0,20																
3040101	92	1995	58360	chair		ESLU	PE	690	520		0,34																
3040101	92	1995	58361	chair		ESLU	PE	625	487		0,23																
3040101	92	1995	58362	chair		ESLU	PE	650	494		0,34																
3040101	92	1995	58363	chair		ESLU	PE	530	455		0,27																
3040101	92	1995	58364	chair		ESLU	PE	357	400		0,24																
3040101	92	1995	58365	chair		ESLU	PE	336	410		0,37																
3040101	92	1995	58366	chair		ESLU	MO	1675	635		0,34																
3040101	92	1995	58367	chair		ESLU	MO	1700	630		0,31																
3040101	92	1995	58368	chair		ESLU	MO	1600	670		0,62																
3040101	92	1995	58369	chair		ESLU	MO	1700	641		0,29																
3040101	92	1995	58370	chair		ESLU	MO	898	535		0,52																
3040101	92	1995	58371	chair	5	ESLU	MO	1515	626	H							<0,6	<0,5	<1	<1	<1	<3	<20	0,2			
3040101	92	1995	58372	chair		ESLU	GR	2400	765		0,65																
3040101	92	1995	58373	chair		ICNE	MO	351	292		0,15																
3040101	92	1995	58374	chair		ICNE	GR	600	320		0,29																
3040101	92	1995	58375	chair	15	PEFL	PE	67	182	H	0,14																
3040101	92	1995	58376	chair	13	PEFL	MO	115	213	H	0,11																
3040101	92	1995	58377	chair	6	PEFL	GR	265	268	H	0,21																
3040098	78,7	1995	60104	chair		ESLU	PE	552	464	F	0,12																
3040098	78,7	1995	60105	chair		ESLU	PE	860	514	M	0,14																
3040098	78,7	1995	60106	chair		ESLU	PE	624	521	F	0,29																
3040098	78,7	1995	60107	chair		ESLU	PE	659	492	M	0,16																
3040098	78,7	1995	60108	chair		ESLU	PE	468	495	M	0,22																
3040098	78,7	1995	60109	chair		ESLU	PE	397	416	F	0,23																
3040098	78,7	1995	60110	chair		ESLU	MO	836	570	F	0,18																
3040098	78,7	1995	60111	chair		ESLU	MO	1433	622	F	0,20																
3040098	78,7	1995	60112	chair		ESLU	MO	2274	690	F	0,20																
3040098	78,7	1995	60113	chair		ESLU	MO	1629	613	F	0,19																
3040098	78,7	1995	60114	chair		ESLU	MO	1521	620	F	0,20																
3040098	78,7	1995	60115	chair		ESLU	MO	1195	610		0,28																
3040098	78,7	1995	60116	chair	6	ESLU	MO	1481	621	H							<0,6	<0,5	<1	<1	1	<3	20	0,2	100		
3040098	78,7	1995	60118	chair	3	ICNE	MO	281	272	H	0,07																
3040098	78,7	1995	60119	chair	2	ICNE	GR	521	329	H	0,11																
3040098	78,7	1995	60121	chair	5	MIDO	MO	584	340	H	0,26																

Annexe 3 Résultats de la contamination dans la chair des poissons par le mercure, les métaux lourds, les pesticides et les BPC (aroclor 1254) dans la rivière Richelieu en 1995

Station Numéro DQMA	Station Numéro Richelieu	Année	Numéro Laboratoire	Tissus	Nombre de poissons dans l'homogénéat	Espèce	Classe ²	Poids g	Longueur mm totale	SEXE ⁴	HG ³ mg/kg	AS mg/kg	CD mg/kg	PB mg/kg	SE mg/kg	CR mg/kg	PTCB µg/kg	HCB µg/kg	LIND µg/kg	ALD µg/kg	P,P'-DDE µg/kg	P,P'-TDE µg/kg	BPC µg/kg	GRAS %	BPC normalisé µg/kg		
3040098	78,7	1995	60122	chair	2	MIDO	GR	794	381	H	0,34																
3040098	78,7	1995	60123	chair	14	PEFL	PE	89	190	H	0,14																
3040098	78,7	1995	60124	chair	12	PEFL	MO	119	210	H	0,10																
3040098	78,7	1995	60125	chair	9	PEFL	GR	341	288	H	0,20																
3040031	69,3	1995	58441	chair		ESLU	MO	1900	670	F	0,25																
3040031	69,3	1995	58442	chair		ESLU	MO	1175	585	M	0,33																
3040031	69,3	1995	58443	chair		ESLU	MO	1600	680	F	0,54																
3040031	69,3	1995	58444	chair		ESLU	MO	1150	620	F	0,26																
3040031	69,3	1995	58445	chair	4	ESLU	MO	1456	639	H							<0,6	<0,5	<1	<1	11	<3	30	0,2	150		
3040031	69,3	1995	58446	chair		ESLU	GR	3450	843	F	0,91																
3040031	69,3	1995	58447	chair		ESLU	GR	2350	715	F	0,63																
3040031	69,3	1995	58448	chair		ESLU	GR	2600	805		0,36																
3040031	69,3	1995	58449	chair	2	ICNE	MO	311	280	H	0,06																
3040031	69,3	1995	58450	chair	2	ICNE	GR	400	328	H	0,08																
3040031	69,3	1995	58451	chair	2	ICPU	MO	962	460	H	0,13																
3040031	69,3	1995	58452	chair	5	ICPU	MO	1128	474	H	0,08																
3040031	69,3	1995	58453	chair	5	ICPU	GR	1945	564	H	0,14																
3040031	69,3	1995	58455	chair	5	MIDO	GR	995	408	H	0,32																
3040031	69,3	1995	58456	chair		PEFL	PE	82	195		0,15																
3040031	69,3	1995	58457	chair	2	PEFL	MO	100	210	H	0,18																
3040031	69,3	1995	58458	chair	4	PEFL	GR	362	306	H	0,36																
3040031	69,3	1995	58459	chair		STVI	PE	520	380	F	0,18																
3040031	69,3	1995	58460	chair		STVI	PE	525	391	F	0,15																
3040031	69,3	1995	58461	chair		STVI	PE	525	385	F	0,16																
3040031	69,3	1995	58462	chair		STVI	MO	975	460	M	0,59																
3040031	69,3	1995	58463	chair		STVI	MO	850	450	M	0,55																
3040031	69,3	1995	58464	chair		STVI	MO	580	405	M	0,13																
3040031	69,3	1995	58465	chair		STVI	MO	750	440	F	0,21																
3040031	69,3	1995	58466	chair		STVI	MO	550	404	M	0,23																
3040031	69,3	1995	58467	chair	5	STVI	MO	741	432	H							<0,6	<0,5	<1	<1	13	<3	60	0,8	75		
3040031	69,3	1995	58468	chair		STVI	GR	1300	512	M	0,72																
3040031	69,3	1995	58469	chair		STVI	GR	1500	562	M	0,60																
3040030	68,8	1995	60152	chair		ESLU	PE	900	530	F	0,14																
3040030	68,8	1995	60153	chair		ESLU	PE	600	485	F	0,09																
3040030	68,8	1995	60154	chair		ESLU	PE	785	518	F	0,09																
3040030	68,8	1995	60155	chair		ESLU	PE	664	467	F	0,08																
3040030	68,8	1995	60156	chair		ESLU	PE	835	536	M	0,10																
3040030	68,8	1995	60157	chair		ESLU	MO	1100	630	F	0,43																
3040030	68,8	1995	60158	chair		ESLU	MO	1150	584	F	0,26																
3040030	68,8	1995	60159	chair		ESLU	MO	900	551	M	0,19																
3040030	68,8	1995	60160	chair		ESLU	MO	1300	620	F	0,42																
3040030	68,8	1995	60161	chair		ESLU	MO	1550	640	F	0,16																
3040030	68,8	1995	60162	chair	5	ESLU	MO	1200	605	H							<0,6	<5	<1	<1	5	2	20	0,2	100		
3040030	68,8	1995	60163	chair		ESLU	GR	2012	711	F	0,43																
3040030	68,8	1995	60164	chair		ICNE	MO	321	295	F	0,07																
3040030	68,8	1995	60165	chair	5	ICPU	GR	1355	515	H	0,13																

Annexe 3 Résultats de la contamination dans la chair des poissons par le mercure, les métaux lourds, les pesticides et les BPC (aroclor 1254) dans la rivière Richelieu en 1995

Station Numéro DQMA	Station Numéro Richelieu	Année	Numéro Laboratoire	Tissus	Nombre de poissons dans l'homogénéat	Espèce	Classe ³	Poids g	Longueur mm totale	SEX ⁴	HG ⁵ mg/kg	AS mg/kg	CD mg/kg	PB mg/kg	SE mg/kg	CR mg/kg	PTCB µg/kg	HCB µg/kg	LIND µg/kg	ALD µg/kg	P,P'-DDE µg/kg	P,P'-TDE µg/kg	BPC µg/kg	GRAS %	BPC normalisé µg/kg
3040030	68,8	1995	60166	chair	2	MIDO	PE	302	267	H	0,10														
3040030	68,8	1995	60167	chair		MIDO	GR	1150	420	F	0,22														
3040030	68,8	1995	60168	chair		PEFL	MO	97	207	F	0,09														
3040030	68,8	1995	60169	chair		STVI	PE	580	395	M	0,16														
3040030	68,8	1995	60170	chair		STVI	PE	484	367		0,22														
3040030	68,8	1995	60171	chair		STVI	MO	750	431	M	0,37														
3040030	68,8	1995	60172	chair		STVI	MO	700	441	M	0,29														
3040030	68,8	1995	60173	chair		STVI	MO	1050	465	F	0,22														
3040030	68,8	1995	60174	chair		STVI	MO	910	450	M	0,20														
3040030	68,8	1995	60175	chair		STVI	MO	900	451	F	0,23														
3040030	68,8	1995	60176	chair	5	STVI	MO	862	448	H							<0,6	<0,5	<1	<1	7	<3	60	0,6	100
3040030	68,8	1995	60177	chair		STVI	GR	1450	545	M	0,59														
3040030	68,8	1995	60178	chair		STVI	GR	1750	575	M	0,33														
3040030	68,8	1995	60179	chair		STVI	GR	1920	587	M	0,38														
3040030	68,8	1995	60180	chair		STVI	GR	2100	613	F	0,51														
3040030	68,8	1995	60181	chair		STVI	MO	905	451	M	0,22														
3040093	55,7	1995	58338	chair		ESLU	PE	475	425	F	0,09														
3040032	L1,5	1995	58415	chair		ESLU	PE	600	470	F	0,09														
3040032	L1,5	1995	58416	chair		ESLU	PE	375	403	F	0,11														
3040032	L1,5	1995	58417	chair		ESLU	MO	1250	590	F	0,13														
3040032	L1,5	1995	58418	chair		ESLU	MO	700	625	M	0,75														
3040032	L1,5	1995	58419	chair		ESLU	MO	1450	650	F	0,46														
3040032	L1,5	1995	58420	chair	3	ESLU	MO	1133	622	H							<0,6	<0,5	<1	<1	4	<3	<20	0,1	
3040032	L1,5	1995	58421	chair		ICNE	MO	270	280	F	0,13														
3040032	L1,5	1995	58422	chair		MIDO	PE	250	283		0,27														
3040032	L1,5	1995	58423	chair	2	MIDO	MO	550	340	H	0,48														
3040032	L1,5	1995	58424	chair		MIDO	GR	775	375	F	0,38														
3040032	L1,5	1995	58425	chair	4	PEFL	PE	81	192	H	0,20														
3040032	L1,5	1995	58426	chair		STVI	PE	375	350	M	0,28														
3040032	L1,5	1995	58427	chair		STVI	PE	375	355	M	0,43														
3040032	L1,5	1995	58428	chair		STVI	PE	350	350	M	0,25														
3040032	L1,5	1995	58429	chair		STVI	PE	375	358		0,26														
3040032	L1,5	1995	58430	chair		STVI	PE	400	360	F	0,21														
3040032	L1,5	1995	58431	chair		STVI	MO	900	485	M	1,00														
3040032	L1,5	1995	58432	chair		STVI	MO	1150	495	M	0,83														
3040032	L1,5	1995	58433	chair		STVI	MO	675	420	M	0,76														
3040032	L1,5	1995	58434	chair		STVI	MO	750	440	F	0,63														
3040032	L1,5	1995	58435	chair		STVI	MO	950	475	M	0,57														
3040032	L1,5	1995	58436	chair	5	STVI	MO	885	463	H							<0,6	0,8	<1	<1	14	4	50	0,3	167
3040032	L1,5	1995	58437	chair		STVI	GR	2100	620	F	0,96														
3040032	L1,5	1995	58438	chair		STVI	GR	3500	705	F	1,20														
3040032	L1,5	1995	58439	chair		STVI	GR	1600	560	F	0,98														
3040032	L1,5	1995	58440	chair		STVI	GR	2000	595	F	0,76														
3040093	55,7	1995	58339	chair		ESLU	PE	430	425		0,12														
3040093	55,7	1995	58340	chair		ESLU	PE	510	434		0,10														
3040093	55,7	1995	58341	chair		ESLU	MO	1075	610	F							<0,6	<0,5	<1	<1	<1	<3	<20	0,2	

Annexe 3 Résultats de la contamination dans la chair des poissons par le mercure, les métaux lourds, les pesticides et les BPC (aroclor 1254) dans la rivière Richelieu en 1995

Station Numéro DQMA	Station Numéro Richelieu	Année	Numéro Laboratoire	Tissus	Nombre de poissons dans l'homogénat	Espèce ¹	Classe ²	Poids g	Longueur mm totale	SEXE ¹	HG ³ mg/kg	AS mg/kg	CD mg/kg	PB mg/kg	SE mg/kg	CR mg/kg	PTCB µg/kg	HCB µg/kg	LIND µg/kg	ALD µg/kg	P,P'-DDE µg/kg	P,P'-TDE µg/kg	BPC µg/kg	GRAS %	BPC normalisé µg/kg	
3040093	55,7	1995	58342	chair		ICNE	MO	275	277	F	0,12															
3040093	55,7	1995	58343	chair	5	MIDO	PE	290	284	H	0,19															
3040093	55,7	1995	58344	chair	2	MIDO	MO	412	318	H	0,29															
3040093	55,7	1995	58345	chair	3	PEFL	PE	56	168	H	0,06															
3040093	55,7	1995	58346	chair	3	PEFL	MO	119	214	H	0,13															
3040093	55,7	1995	58347	chair		STVI	PE	600	394	M	0,15															
3040093	55,7	1995	58348	chair		STVI	PE	400	365		0,26															
3040093	55,7	1995	58349	chair		STVI	PE	560	395	M	0,35															
3040093	55,7	1995	58350	chair		STVI	PE	525	391	M	0,36															
3040093	55,7	1995	58351	chair		STVI	PE	450	381	M	0,23															
3040093	55,7	1995	58352	chair		STVI	MO	625	415	F	0,26															
3040093	55,7	1995	58353	chair		STVI	MO	600	408	M	0,51															
3040093	55,7	1995	58354	chair		STVI	MO	700	440	F	0,33															
3040093	55,7	1995	58355	chair		STVI	MO	750	430	M	0,41															
3040093	55,7	1995	58356	chair		STVI	MO	750	402	M	0,34															
3040093	55,7	1995	58357	chair	5	STVI	MO	685	419	H							<0,6	<0,5	<1	<1	3	<3	30	0,4	75	
3040091	45,3	1995	60090	chair	2	ICNE	MO	292	274	H	0,06															
3040091	45,3	1995	60091	chair		MIDO	MO	475	340	F	0,58															
3040091	45,3	1995	60092	chair		PEFL	PE	65	178	M	0,04															
3040091	45,3	1995	60093	chair		STVI	PE	350	352	M	0,23															
3040091	45,3	1995	60094	chair		STVI	PE	375	361	M	0,20															
3040091	45,3	1995	60095	chair		STVI	PE	325	338	M	0,18															
3040091	45,3	1995	60096	chair		STVI	PE	425	368		0,11															
3040091	45,3	1995	60097	chair		STVI	PE	358	344	M	0,15															
3040091	45,3	1995	60098	chair		STVI	MO	644	422	F	0,33															
3040091	45,3	1995	60099	chair		STVI	MO	772	451	M	0,76															
3040091	45,3	1995	60100	chair		STVI	MO	787	446	F	0,28															
3040091	45,3	1995	60101	chair	3	STVI	MO	734	440	H							<0,6	<0,5	<1	<1	3	<3	40	0,2	200	
3040091	45,3	1995	60102	chair		STVI	GR	3592	690	F	0,81															
3040087	22,2	1995	58319	chair		ESLU	MO	1660	665	M	0,33															
3040087	22,2	1995	58320	chair		ESLU	MO	1900	665		0,25															
3040087	22,2	1995	58321	chair	2	ESLU	MO	1780	665	H							<0,6	<0,5	<1	<1	2	<3	<20	0,2		
3040087	22,2	1995	58322	chair		PEFL	PE	76	180		0,05															
3040087	22,2	1995	58323	chair	2	PEFL	MO	135	214	H	0,15															
3040087	22,2	1995	58324	chair		STVI	PE	483	382	M	0,18															
3040087	22,2	1995	58325	chair		STVI	PE	464	375	M	0,20															
3040087	22,2	1995	58326	chair		STVI	PE	374	351	M	0,20															
3040087	22,2	1995	58327	chair		STVI	PE	271	322	M	0,11															
3040087	22,2	1995	58328	chair		STVI	PE	561	392	M	0,26															
3040087	22,2	1995	58329	chair		STVI	MO	412	607	M	0,24															
3040087	22,2	1995	58330	chair		STVI	MO	586	407	F	0,31															
3040087	22,2	1995	58331	chair		STVI	MO	841	455	M	0,23															
3040087	22,2	1995	58332	chair		STVI	MO	765	454	M	0,49															
3040087	22,2	1995	58333	chair	4	STVI	MO	651	481	H							<0,6	<0,5	<1	<1	2	<3	<20	0,2		
3040087	22,2	1995	58334	chair		STVI	GR	1731	561	F	0,35															
3040087	22,2	1995	58335	chair		STVI	GR	1660	581	F	0,42															

Annexe 3 Résultats de la contamination dans la chair des poissons par le mercure, les métaux lourds, les pesticides et les BPC (aroclor 1254) dans la rivière Richelieu en 1995

Station Numéro DQMA	Station Numéro Richelieu	Année	Numéro Laboratoire	Tissus	Nombre de poissons dans l'homogénat	Espèce ¹	Classe ²	Poids g	Longueur mm totale	SEX ³	HG ⁴ mg/kg	AS mg/kg	CD mg/kg	PB mg/kg	SE mg/kg	CR mg/kg	PTCB µg/kg	HCB µg/kg	LIND µg/kg	ALD µg/kg	P,P'-DDE µg/kg	P,P'-TDE µg/kg	BPC µg/kg	GRAS %	BPC normalisé µg/kg
3040087	22,2	1995	58336	chair		STVI	GR	1988	579		0,43														
3040087	22,2	1995	58337	chair		STVI	GR	1144	502		0,69														
3040087	22,2	1995	60205	chair		CACO	GR	788	420	F	0,36	<0,05	<0,003	0,03	0,18	0,05									
3040087	22,2	1995	60206	chair		CACO	GR	703	400	M	0,21	0,05	<0,003	0,01	0,15	0,03									
3040087	22,2	1995	60207	chair		CACO	GR	719	425	F	0,17	0,06	<0,003	0,01	0,13	0,01									
3040087	22,2	1995	60208	chair		CACO	GR	723	410	F	0,26	<0,05	<0,003	0,02	0,15	<0,05									
3040087	22,2	1995	60209	chair		CACO	MO	773	395	F	0,11	0,06	<0,003	0,01	0,15	<0,01									
3040087	22,2	1995	60210	chair		CACO	GR	768	439	F	0,31	<0,05	<0,003	0,07	0,17	0,02									
3040087	22,2	1995	60211	chair		CACO	GR	761	442	F	0,33	<0,05	<0,003	0,04	0,15	<0,01									
3040087	22,2	1995	60212	chair		CACO	GR	721	406	F	0,17	<0,05	<0,003	0,01	0,15	0,01									
3040087	22,2	1995	60213	chair		CACO	GR	653	405	M	0,33	<0,05	<0,003	0,07	0,13	0,01									
3040087	22,2	1995	60214	chair		CACO	GR	684	406	F	0,22	<0,05	<0,003	0,10	0,17	0,01									

¹ CACO: meunier noir; ESLU : grand brochet ; ICNE: barbotte brune; ICNE: barbue de rivière; MIDO: achigan à petite bouche; PEFL: perchaude ; STVI : doré jaune.

² PE: poisson de petite taille; MO: poisson de taille moyenne; GR: poisson de grande taille.

³ M: poisson mâle ; F: poisson femelle; H: homogénat de poissons

⁴ HG: mercure; AS:arsenic; CD:cadmium; PB:plomb; SE: sélénium; CR:chrome; PTCB: pentachlorobenzène; HCB: hexachlorobenzène; LIND: lindane; ALD: aldrine; P,P'-DDE et P,P'-TDE: BPC: biphényles polychlorés; Gras: pourcentage en gras des poissons

Annexe 4 Résultats des analyses des congénères de BPC pour la chair des poissons de la rivière Richelieu en 1995

Station	Station	Année	Numéro	Nombre	Espèce ¹	Classe	Poids	Longueur	SEXE	52 ²	49	44	74	70	66	95	101	99	87	110
DQMA	Richelieu			de			g	mm		#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC
Numéro	Numéro		Labo	poisson dans l'homogénéat				totale		µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
3040006	bm	1995	58395	5	MIDO	MO	478	326	H	- ³	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
3040006	bm	1995	58410	5	STVI	MO	1190	476	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3040104	120,5	1995	60144	5	ESLU	MO	1185	607	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3040101	92	1995	58371	5	ESLU	MO	1515	626	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3040006	92	1995	58386	5	ESLU	MO	1527	641	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3040098	78,7	1995	60116	6	ESLU	MO	1481	621	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3040031	69,3	1995	58445	4	ESLU	MO	1456	639	H	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	1
3040031	69,3	1995	58467	5	STVI	MO	741	432	H	1	1	1	1	2	1	2	5	1	1	2
3040030	68,8	1995	60162	5	ESLU	MO	1200	605	H	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
3040030	68,8	1995	60176	5	STVI	MO	862	448	H	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	3
3040032	L1,5	1995	58420	3	ESLU	MO	1133	622	H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3040032	L1,5	1995	58436	5	STVI	MO	885	463	H	1	-	-	-	-	-	1	4	1	-	3
3040093	55,7	1995	58341		ESLU	MO	1075	610	F	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
3040093	55,7	1995	58357	5	STVI	MO	685	419	H	1	-	1	-	1	-	-	6	-	-	3
3040091	45,3	1995	60101	3	STVI	MO	734	440	H	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2
3040087	22,2	1995	58321	2	ESLU	MO	1780	665	H	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
3040087	22,2	1995	58333	4	STVI	MO	651	481	H	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	2

Station	Station	Année	Numéro	Nombre	Espèce ¹	Classe	Poids	Longueur	SEXE	118 ²	149	153	138	180	34	109	207	CONGÉNÈRES	
DQMA	Richelieu			de			g	mm		#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	RÉCUPÉRATION			SOMME	
Numéro	Numéro		Labo	poisson dans l'homogénéat				totale		µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	%	%	%	µg/kg	
3040006	bm	1995	58395	5	MIDO	MO	478	326	H	- ³	-	1	-	-	93	82	79	4	
3040006	bm	1995	58410	5	STVI	MO	1190	476	H	-	-	-	-	-	84	75	72	0	
3040104	120,5	1995	60144	5	ESLU	MO	1185	607	H	-	-	-	-	-	84	84	77	0	
3040101	92	1995	58371	5	ESLU	MO	1515	626	H	-	-	-	-	-	88	87	95	0	
3040006	92	1995	58386	5	ESLU	MO	1527	641	H	-	-	-	-	-	87	73	91	0	
3040098	78,7	1995	60116	6	ESLU	MO	1481	621	H	-	-	-	-	-	86	79	74	0	
3040031	69,3	1995	58445	4	ESLU	MO	1456	639	H	1	1	1	3	-	80	74	66	11	
3040031	69,3	1995	58467	5	STVI	MO	741	432	H	2	2	5	6	2	92	81	76	38	
3040030	68,8	1995	60162	5	ESLU	MO	1200	605	H	-	-	1	-	-	87	83	74	2	
3040030	68,8	1995	60176	5	STVI	MO	862	448	H	3	1	3	3	-	-	69	80	17	
3040032	L1,5	1995	58420	3	ESLU	MO	1133	622	H	-	-	-	-	-	70	74	63	0	
3040032	L1,5	1995	58436	5	STVI	MO	885	463	H	3	1	3	4	-	79	72	71	22	
3040093	55,7	1995	58341		ESLU	MO	1075	610	F	-	-	-	-	-	77	81	89	1	
3040093	55,7	1995	58357	5	STVI	MO	685	419	H	3	1	3	3	-	86	68	77	23	
3040091	45,3	1995	60101	3	STVI	MO	734	440	H	2	1	2	2	-	84	89	81	12	
3040087	22,2	1995	58321	2	ESLU	MO	1780	665	H	-	-	-	-	-	83	78	78	1	
3040087	22,2	1995	58333	4	STVI	MO	651	481	H	3	2	3	7	-	80	61	71	21	

¹ ESLU ; grand brochet; MIDO ; achigan à petite bouche; STVI ; doré jaune

² Numéro du congénère; les congénères analysés (45 sur 209) mais non-détectés dans la chair des poissons ne sont pas présentés.

³ -; congénère non-détecté

Annexe 5 Résultats de la contamination du meunier noir entier pour le mercure (HG), les métaux lourds, les pesticides et les BPC dans la rivière Richelieu en 1995

Station Numéro DQMA	Station Numéro Richelieu	Année	Numéro Laboratoire	Tissus	Nombre de poissons dans l'homogénéat	Espèce ¹	Classe ²	Poids g	Longueur totale mm	SEXE ³	HG ⁴ mg/kg	AS mg/kg	CD mg/kg	PB mg/kg	SE mg/kg	CR mg/kg	PTCB µg/kg	HCB µg/kg	LND µg/kg	ALD µg/kg	P,P'-DDE µg/kg	P,P'-TDE µg/kg	BPC µg/kg	GRAS %
3040006	bm		59008	entier		CACO	MO	621	364	M														
3040006	bm		59008	entier		CACO	MO	653	362	M														
3040006	bm		59008	entier	2	CACO	MO	637	363	H	0,06	0,11	0,015	0,21	0,23	0,19	<1	<1,0	<2	<2	9	12	70	2,9
3040104	120,5		60126	entier		CACO	MO	814	398															
3040104	120,5		60126	entier		CACO	MO	576	370															
3040104	120,5		60126	entier		CACO	MO	784	400															
3040104	120,5		60126	entier	3	CACO	MO	725	389	H	0,07	0,05	0,010	0,08	0,17	0,05	<1	<1	<2	<2	3	<6	40	1,4
3040098	78,7		60103	entier		CACO	MO	703	385	M														
3040098	78,7		60103	entier		CACO	MO	646	389	M														
3040098	78,7		60103	entier		CACO	MO	663	375	M														
3040098	78,7		60103	entier		CACO	MO	711	385	F														
3040098	78,7		60103	entier		CACO	MO	644	380	F														
3040098	78,7		60103	entier	5	CACO	MO	673	383	H	0,07	0,07	0,006	0,08	0,16	0,05	<1	<1	<2	<2	7	<6	90	5,4
3040031	69,3		59010	entier		CACO	MO	147	160	M														
3040031	69,3		59010	entier		CACO	MO	580	375	M														
3040031	69,3		59010	entier		CACO	MO	629	374	M														
3040031	69,3		59010	entier		CACO	MO	635	387	M														
3040031	69,3		59010	entier		CACO	MO	607	386	M														
3040031	69,3		59010	entier		CACO	MO	717	390	M														
3040031	69,3		59010	entier		CACO	MO	632	376	M														
3040031	69,3		59010	entier		CACO	MO	500	350															
3040031	69,3		59010	entier		CACO	MO	613	390	M														
3040031	69,3		59010	entier		CACO	MO	537	378	M														
3040031	69,3		59010	entier	10	CACO	MO	580	377	H	0,12	<0,05	0,017	0,73	0,16	0,08	<1	<1	<2	<2	11	<6	160	2,1
3040030	68,8		60151	entier		CACO	MO	482	355	M														
3040030	68,8		60151	entier		CACO	MO	572	371	F														
3040030	68,8		60151	entier		CACO	MO	637	389	M														
3040030	68,8		60151	entier		CACO	MO	709	395	F														
3040030	68,8		60151	entier		CACO	MO	678	384	M														
3040030	68,8		60151	entier		CACO	MO	569	370	M														
3040030	68,8		60151	entier		CACO	MO	640	392	M														
3040030	68,8		60151	entier		CACO	MO	723	400	F														
3040030	68,8		60151	entier	8	CACO	MO	626	382	H	0,07	0,05	0,005	0,20	0,21	0,08	<1	<1	<2	<2	14	<6	100	1,5
3040032	L1,5		59009	entier		CACO	MO	523	390	M														
3040032	L1,5		59009	entier		CACO	MO	565	370	M														
3040032	L1,5		59009	entier		CACO	MO	479	350															
3040032	L1,5		59009	entier		CACO	MO	575	370	M														
3040032	L1,5		59009	entier		CACO	MO	500	382	M														
3040032	L1,5		59009	entier		CACO	MO	557	375	F														
3040032	L1,5		59009	entier		CACO	MO	587	387	M														
3040032	L1,5		59009	entier		CACO	MO	571	369	F														
3040032	L1,5		59009	entier		CACO	MO	518	355	M														

Annexe 5 Résultats de la contamination du meunier noir entier pour le mercure (HG), les métaux lourds, les pesticides et les BPC dans la rivière Richelieu en 1995

Station Numéro	Station Numéro	Année	Numéro	Tissus	Nombre de poissons dans l'homogénat	Espèce	Classe	Poids g	Longueur totale mm	SEXES	HG ¹ mg/kg	AS mg/kg	CD mg/kg	PB mg/kg	SE mg/kg	CR mg/kg	PTCB µg/kg	HCB µg/kg	LIND µg/kg	ALD µg/kg	P,P'-DDE µg/kg	P,P'-TDE µg/kg	BPC µg/kg	GRAS %
3040032	L1,5		59009	entier		CACO	MO	511	357	F														
3040032	L1,5		59009	entier	10	CACO	MO	539	370	H	0,11	<0,05	0,026	0,75	0,25	0,23	1,0	<1,0	<2,0	<2,0	21	11	120	2,4
3040093	55,7		59007	entier		CACO	MO	464	352	F														
3040093	55,7		59007	entier		CACO	MO	637	380	M														
3040093	55,7		59007	entier		CACO	MO	745	385	F														
3040093	55,7		59007	entier		CACO	MO	619	380	F														
3040093	55,7		59007	entier		CACO	MO	554	362	M														
3040093	55,7		59007	entier		CACO	MO	464	350	M														
3040093	55,7		59007	entier		CACO	MO	546	372	F														
3040093	55,7		59007	entier		CACO	MO	546	372	F														
3040093	55,7		59007	entier		CACO	MO	684	385	F														
3040093	55,7		59007	entier	9	CACO	MO	584	371	H	0,08	<0,05	0,010	0,60	0,22	0,20	<1	2,0	<2	3	25	11	220	4,5
3040091	45,3		60089	entier		CACO	MO	575	365	M														
3040091	45,3		60089	entier		CACO	MO	590	394	M														
3040091	45,3		60089	entier		CACO	MO	466	372	F														
3040091	45,3		60089	entier		CACO	MO	561	370	F														
3040091	45,3		60089	entier		CACO	MO	542	363	F														
3040091	45,3		60089	entier		CACO	MO	581	377	F														
3040091	45,3		60089	entier		CACO	MO	612	389	F														
3040091	45,3		60089	entier		CACO	MO	537	363	F														
3040091	45,3		60089	entier	8	CACO	MO	558	374	H	0,09	<0,05	0,007	0,17	0,21	0,19	<1	1,0	<2	<2	16	6	140	3,2
3040087	22,2		59006	entier		CACO	MO	576	362	M														
3040087	22,2		59006	entier		CACO	MO	692	390	M														
3040087	22,2		59006	entier		CACO	MO	541	351	M														
3040087	22,2		59006	entier		CACO	MO	520	360	M														
3040087	22,2		59006	entier		CACO	MO	561	360	M														
3040087	22,2		59006	entier		CACO	MO	563	360	F														
3040087	22,2		59006	entier		CACO	MO	571	379	F														
3040087	22,2		59006	entier		CACO	MO	619	373	M														
3040087	22,2		59006	entier		CACO	MO	559	354	M														
3040087	22,2		59006	entier		CACO	MO	536	360	M														
3040087	22,2		59006	entier	10	CACO	MO	574	365	H	0,10	<0,05	0,014		0,20	0,11	<1	1,0	<2	<2	19	7	200	3,8

¹ CACO: meunier noir

² PE: poisson de petite taille ; MO: poisson de taille moyenne; GR: poisson de grande taille

³ M: poisson mâle ; F: poisson femelle; H: homogénat de poissons.

⁴ HG: mercure; AS:arsenic; CD:cadmium; PB:plomb; SE: sélénium; CR:chrome; PTCB: pentachlorobenzène; HCB: hexachlorobenzène; LIND: lindane; ALD: aldrine; P,P'-DDE et P,P'-TDE: BPC: biphényles polychlorés; Gras: pourcentage en gras des poissons

Annexe 6 Résultats des analyses des congénères de BPC dans le meunier noir entier de la rivière Richelieu en 1995

Station	Station	Année	Numéro	Nombre	Espèce ¹	Classe ²	Poids	Longueur	SEXE ³	28+31 ⁴	49	44	70	66	95	101	99	87	110	118	105	
DQMA	Richelieu			de			g	mm		#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	
Numéro	Numéro		Labo	poisson dans				totale		µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	
				l'homogénat																		
3040006	bm	1995	59008	2	CACO	MO	637	363	H	- ⁵	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
3040104	120,5	1995	60126	3	CACO	MO	725	389	H	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
3040098	78,7	1995	60103	5	CACO	MO	673	383	H	-	-	-	3	3	3	9	-	-	6	6	-	-
3040031	69,3	1995	59010	10	CACO	MO	580	377	H	-	-	-	3	3	5	12	5	3	9	11	3	-
3040030	68,8	1995	60151	8	CACO	MO	626	382	H	-	-	-	-	-	3	7	3	-	4	4	-	-
3040032	L1,5	1995	59009	10	CACO	MO	539	370	H	-	-	-	3	-	3	8	3	3	6	5	-	-
3040093	55,7	1995	59007	9	CACO	MO	584	371	H	3	3	3	5	3	7	14	5	4	12	12	4	-
3040091	45,3	1995	60089	8	CACO	MO	558	374	H	3	-	-	5	5	4	11	6	3	8	10	4	-
3040087	22,2	1995	59006	10	CACO	MO	574	365	H	-	-	-	4	3	4	11	4	2	10	9	4	-

Station	Station	Année	Numéro	Nombre	Espèce ¹	Classe ²	Poids	Longueur	SEXE ³	149 ⁴	163	138	187	180	34	109	207	CONGÉNÈRES	
DQMA	Richelieu			de			g	mm		#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	RÉCUPÉ	RÉCUPÉ	RÉCUPÉ	SOMME	
Numéro	Numéro		Labo	poisson dans				totale		µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	%	%	%	µg/kg	
				l'homogénat															
3040006	bm	1995	59008	2	CACO	MO	637	363	H	-	-	-	-	-	61	67	70	3	
3040104	120,5	1995	60126	3	CACO	MO	725	389	H	-	-	-	-	-	58	63	61	3	
3040098	78,7	1995	60103	5	CACO	MO	673	383	H	3	6	6	-	-	66	69	59	44	
3040031	69,3	1995	59010	10	CACO	MO	580	377	H	8	18	18	6	11	61	65	61	116	
3040030	68,8	1995	60151	8	CACO	MO	626	382	H	6	11	10	4	-	66	70	73	53	
3040032	L1,5	1995	59009	10	CACO	MO	539	370	H	5	9	10	-	5	70	80	76	58	
3040093	55,7	1995	59007	9	CACO	MO	584	371	H	8	12	16	-	5	62	76	68	116	
3040091	45,3	1995	60089	8	CACO	MO	558	374	H	7	10	14	-	-	62	71	58	90	
3040087	22,2	1995	59006	10	CACO	MO	574	365	H	6	11	13	-	-	67	82	73	81	

¹ CACO: meunier noir

² MO : meunier noir de taille moyenne

³ H: homogénat de poissons

⁴ Numéro du congénère; les congénères analysés (45 sur 209), mais non-détectés dans le poisson entier, ne sont pas présentés.

⁵ - : congénère non-détecté

Annexe 7 Résultats de la contamination du foie du meunier noir par les substances toxiques : l'arsenic, le sélénium, les pesticides et les BPC (aroclor 1254 et congénères) dans la rivière Richelieu en 1995

Station	Station	Número	Tissus	Espèce	Classe ¹	Poids	Longueur	SEXE ²	AS ³	SE	P,P'-DDE	P,P'-TDE	BPC	GRAS	28+31 ⁶	70	88	95	101	99	87	110
DQMA	Richelieu						totale		mg/kg	mg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	%	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC
Número	Número	Laboratoire				g	mm								µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
3040104	120,5	60132	foie	CACO	GR	1211	461	nd ⁴	0,10	1,10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3040104	120,5	60133	foie	CACO	GR	1205	460	nd	0,10	1,10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3040104	120,5	60134	foie	CACO	GR	1005	431	nd	0,06	0,69	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3040104	120,5	60135	foie	CACO	GR	1310	485	nd	0,08	0,77	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3040104	120,5	60136	foie	CACO	GR	1450	495	nd	0,07	0,70	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3040087	22,2	60215	foie	CACO	GR	788	420	F	- ⁵	0,90	59	17	390	4,0	6	6	6	11	33	13	11	26
3040087	22,2	60216	foie	CACO	GR	703	400	M	0,19	1,10	-	-	-	5,1	- ⁵	-	-	14	16	-	-	22
3040087	22,2	60217	foie	CACO	GR	719	425	F	0,18	1,20	-	-	180	3,4	-	-	-	10	24	10	-	-
3040087	22,2	60218	foie	CACO	GR	723	410	F	nd	nd	62	-	360	3,5	-	-	-	9	21	9	-	19
3040087	22,2	60219	foie	CACO	GR	773	395	F	0,11	0,91	-	-	480	10,8	-	-	-	-	26	-	-	-
3040087	22,2	60220	foie	CACO	GR	768	439	F	-	1,20	22	-	150	3,0	-	-	-	-	12	-	-	9
3040087	22,2	60221	foie	CACO	GR	761	442	F	-	1,20	170	-	910	2,8	-	-	-	-	21	17	-	27
3040087	22,2	60222	foie	CACO	GR	721	406	F	nd	nd	-	-	-	3,9	-	-	-	-	8	-	-	-
3040087	22,2	60223	foie	CACO	GR	653	405	M	-	1,30	141	32	1750	9,2	-	-	-	29	255	127	35	71
3040087	22,2	60224	foie	CACO	GR	684	406	F	-	1,20	9	-	300	5,3	-	-	-	-	7	-	-	8

Station	Station	Número	Tissus	Espèce	Poids	ongueu	SEXE	118 ⁶	105	151	149	153	132	138	128	187	180	34	109	207	SOMME
DQMA	Richelieu					totale		#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	#IUPAC	RÉCUPÉRATION			CONGÉNÈRES
Número	Número	Laboratoire			g	mm		µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	%	%	%	µg/kg
3040087	22,2	60215	foie	CACO	788	420	F	37	13	-	19	41	-	48	13	11	15	54	54	56	307
3040087	22,2	60216	foie	CACO	703	400	M	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-	57	50	65	76
3040087	22,2	60217	foie	CACO	719	425	F	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	51	55	63
3040087	22,2	60218	foie	CACO	723	410	F	26	-	-	9	26	-	28	-	-	-	67	58	66	145
3040087	22,2	60219	foie	CACO	773	395	F	18	-	-	-	14	-	-	-	-	-	82	72	92	58
3040087	22,2	60220	foie	CACO	768	439	F	11	-	-	9	9	-	14	-	-	-	61	65	63	65
3040087	22,2	60221	foie	CACO	761	442	F	31	-	-	26	44	-	47	-	-	-	71	70	64	214
3040087	22,2	60222	foie	CACO	721	406	F	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99	90	84	17
3040087	22,2	60223	foie	CACO	653	405	M	175	47	16	59	231	-	443	-	29	59	-	51	65	1576
3040087	22,2	60224	foie	CACO	684	406	F	9	-	-	5	11	12	-	-	-	-	84	60	64	52

¹ GR: poisson de grande taille

² M: poisson mâle ; F: poisson femelle

³ AS:arsenic; SE: sélénium; P,P'-DDE et P,P'-TDE: BPC: biphényles polychlorés; Gras: pourcentage en gras des poissons

⁴ nd: analyse non-disponible

⁵ Substance non-détectée

⁶ -: Numéro du congénère; les congénères analysés (45 sur 209), mais non-détectés dans le foie, ne sont pas présentés.

Annexe 8 Données historiques pour la contamination du poisson correspondant aux stations d'échantillonnées en 1995 dans la rivière Richelieu

STATION DOMA	STATION RICHELIEU	STATION LABO.	DATE	TISSUS ¹	ESPECE ²	TAILLE ³	NOMBRE	LONGUEUR (mm)	POIDS (g)	alpha-BHC µg/kg ⁴	HCb µg/kg	beta-BHC µg/kg	Lindane µg/kg	Heptachlore µg/kg	Aldrine µg/kg	Epoxyde d'heptachlore	pp'-DDE µg/kg	pp'-TDE µg/kg	pp'-DDT µg/kg	Méthoxychlore µg/kg	Mirex µg/kg	BPC µg/kg	BPC normalisé µg/kg	Gras (%)	Hg (mg/kg)	AS (mg/kg)	CD (mg/kg)	PB (mg/kg)	CR (mg/kg)	
03040031	69,3	404C	83-10-12	CH	PEFL	MO	4	223	162	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	4	<4	<4	<4	<4	40	-	0,2						
03040031	69,3	404E	83-10-12	CH	CACO	PE	4	324	412,2	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	4	<4	<4	<4	<4	30	-	0,1						
03040031	69,3	404F	83-10-12	CH	CACO	MO	7	388	680,8	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	6	<4	<4	<4	<4	30	-	0,1						
03040031	69,3	404G	83-10-12	CH	CACO	GR	4	427	930,7	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	14	<4	<4	<4	<4	80	-	0,1						
03040030	68,8	612007	86-08-01	CH	ICNE	PE	1	214	247	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	3	2	<4	<4	<4	20	40	0,5	0,1					
03040030	68,8	612020	86-08-01	CH	ICNE	GR	1	341	570	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	9	<4	2	<4	<4	30	30	1	0,1					
03040030	68,8	612082	86-08-01	PEFL	MO	1	222	144	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	4	2	<4	<4	<4	30	75	0,4	0,1					
03040030	68,8	612090	86-08-01	PEFL	GR	1	259	209	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	2	3	1	<4	<4	<4	20	67	0,3	0,1					
03040030	68,8	612097	86-08-01	CH	CACO	PE	1	320	424	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	
03040030	68,8	612104	86-08-01	CH	CACO	GR	2	465	1138	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	
03040030	68,8	612104	86-08-01	CH	CACO	MO	4	364	558	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	
03040030	68,8	612104	86-08-01	CH	CACO	MO	4	364	558	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	
03040030	68,8	612104	86-08-01	CH	CACO	GR	2	465	1138	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	
03040030	68,8	612124	86-08-01	CH	MIDO	MO	1	345	707	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	8	3	5	<4	<4	60	100	0,6	0,3					
03040030	68,8	612130	86-08-01	CH	MIDO	GR	1	376	869	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	7	3	<4	<4	<4	40	80	0,5	0,1					
03040030	68,8	405	83-10-12	CH	ESLU	PE	2	433	436	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	5	<4	<4	<4	<4	20	-	0,1						
03040030	68,8	405A	83-10-12	CH	ESLU	PE	4	480	575,7	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	9	<4	<4	<4	<4	20	-	0,1						
03040030	68,8	405D	83-10-12	STVI	PE	1	370	488	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<20	-	0,2						
03040030	68,8	405F	83-10-12	CH	PEFL	MO	1	230	170,2	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	5	<4	<4	<4	<4	20	-	0,1						
03040030	68,8	405G	83-10-12	CH	PEFL	GR	6	269	260,8	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	7	<4	<4	<4	<4	60	-	0,1						
03040030	68,8	405H	83-10-12	CH	CACO	GR	9	419	806	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	25	<4	<4	<4	<4	10	-	0,2						
03040030	68,8	405I	83-10-12	CH	ICNE	MO	6	275	320,6	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	4	<4	<4	<4	<4	<20	-	0,1						
03040030	68,8	405K	83-10-12	CH	ICNE	GR	4	318	438,5	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<20	-	0,1						
03040032	L1,5	1980	1980	EN	CACO		10	406	873,0	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	522	-	0,9	<0,2	0,01	0,08				
03040032	L1,5	1980	1980	EN	STVI		5	466	868,0	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	112	-	0,49	<0,2	0,009	0,07				
03040039	55,7	613027	86-08-01	CH	STVI	PE	1	298	204	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	3	2	1	<4	<4	<10	-	0,8	0,1					
03040039	55,7	613034	86-08-01	CH	STVI	MO	2	422	717	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	13	4	3	<4	<4	<110	122	0,9	0,7					
03040039	55,7	613047	86-08-01	CH	ESLU	PE	5	457	488	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	12	6	3	<4	<4	<100	333	0,3	0,3					
03040039	55,7	613082	86-08-01	CH	PEFL	MO	3	216	124	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	22	8	4	<4	<4	230	329	0,7	0,2					
03040039	55,7	613090	86-08-01	CH	PEFL	GR	1	255	223	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	3	2	4	<4	<4	30	100	0,3	0,2					
03040039	55,7	613124	86-08-01	ICPU	MO	8	460	1102	4	4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	4	69	11	8	<4	6	370	39	9,4	0,1				
03040039	55,7	613130	86-08-01	CH	ICPU	GR	2	540	2063	4	4	<4	<4	<4	<4	<4	24	13	7	<4	<4	190	22	8,5	0,1					
03040004	45,3	409A	83-08-30	CH	CACO	TP	1	269	201	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	6	<4	<4	<4	<4	<20	-	<0,1	0,2					
03040004	45,3	409B	83-08-30	CH	CACO	TP	1	285	285	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	6	<4	<4	<4	<4	<20	-	0,2	0,1					
03040004	45,3	409C	83-08-30	CH	CACO	PE	1	332	429	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	4	<4	<4	<4	<4	<20	-	0,2	0,3					
03040004	45,3	409D	83-08-30	CH	CACO	PE	1	304	378	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	6	<4	<4	<4	<4	<20	-	<0,1	0,2					
03040004	45,3	409G	83-08-30	CH	CACO	MO	1	388	738	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	4	<4	<4	<4	<4	<20	-	0,1	0,1					
03040004	45,3	409H	83-08-30	CH	CACO	MO	1	385	726	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	16	<4	<4	<4	<4	100	-	0,1	0,1					
03040004	45,3	409L	83-08-30	CH	CACO	GR	1	434	878	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	6	<4	<4	<4	<4	30	50	0,6	0,5					
03040004	45,3	409M	83-08-30	CH	CACO	GR	1	410	976	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	4	<4	<4	<4	<4	40	133	0,3	0,2					
03040004	45,3	409Q	83-08-30	CH	STVI	PE	7	314	251,7	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	11	<4	<4	<4	<4	60	-	<0,1	0,2					
03040004	45,3	409R	83-08-30	CH	STVI	PE	6	360	400,6	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	9	<4	<4	<4	<4	40	-	<0,1	0,4					
03040004	45,3	409S	83-08-30	CH	MIDO	MO	4	330	584,7	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	5	<4	<4	<4	<4	30	-	<0,1	0,4					
03040004	45,3	409T	83-08-30	CH	ICNE	MO	2	288	280	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<20	-	0,5	0,2					
03040004	45,3	409U	83-08-30	CH	ESLU	PE	2	480	744	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	4	<4	<4	<4	<4	20	-	<0,1	0,1					
03040004	45,3	409V	83-08-30	CH	PEFL	GR	5	256	227	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<20	-	<0,1	0,3					
03040004	45,3	614014	86-08-01	CH	ICNE	MO	3	283	343	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	7	3	2	<4	<4	40	67	0,6	0,1					
03040004	45,3	614020	86-08-01	CH	ICNE	GR	1	306	371	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	4	5	<4	<4	<4	<10	-	0,4	0,3					
03040004	45,3	614082	86-08-01	CH	PEFL	MO	1	222	150	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	9	5	<4	<4	<4	60	86	0,7	0,2					
03040004	45,3	614090	86-08-01	CH	PEFL	GR	1	293	336	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	5	4	<4	<4	<4	20	40	0,5	0,4					
03040004	45,3	614117	86-08-01	CH	MIDO	PE	1	295	388	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	18	5	5	<4	<4	240	800	0,3	0,7					
03040004	45,3	1980	1980	EN	CACO		9	425	943,0	<4	<4	<4	<																	

Annexe 8 Données historiques pour la contamination du poisson correspondant aux stations d'échantillonnées en 1995 dans la rivière Richelieu

STATION NO.	STATION NO.	NO. LABO.	DATE	TISSUS ¹	ESPÈCE ²	TAILLE ³	NOMBRE	LONGUEUR (mm)	POIDS (g)	alpha-BHC µg/kg ⁴	HCb µg/kg	Beta-BHC µg/kg	Lindane µg/kg	Heptachlore µg/kg	Aldrine µg/kg	Époxyde d'heptachlore	pp'-DDE µg/kg	pp'-TDE µg/kg	pp'-DDT µg/kg	Méthoxychlore µg/kg	Mirex µg/kg	BPC µg/kg	BPC normalisé µg/kg	Gras (%)	Hg (mg/kg)	AS (mg/kg)	CD (mg/kg)	PB (mg/kg)	CR (mg/kg)		
03040035		41I	83-10-07	CH	ESLU	PE	2	469	555,5	<4																					
03040035		411A	83-10-07		STVI	PE	1	331	267	<4																					
03040035		411B	83-10-07	CH	STVI	MO	1	475	1093	<4																					
03040035		411C	83-10-07	CH	CACO	GR	5	428	939,8	<4																					
03040035		411E	83-10-07	CH	ICNE	MO	3	272	234,6	<4																					
03040035		411F	83-10-07	CH	ICNE	GR	2	299	358,5	<4																					
03040035		411H	83-10-07	CH	MIDO	MO	1	305	440	<4																					
03040034		410A	83-10-05	CH	STVI	PE	1	323	285	<4																					
03040034		410B	83-10-05	CH	STVI	MO	1	471	1023	<4																					
03040034		410C	83-10-05	CH	ESLU	MO	1	580	1101	<4																					
03040034		410D	83-10-05	CH	PEFL	GR	1	258	228	<4																					
03040034		410F	83-10-05	CH	CACO	GR	4	420	907	<4																					
03040034		410G	83-10-05	CH	ICNE	MO	4	268	316	<4																					

¹ CH: chair du poisson ; EN: poisson entier

² CACO: meunier noir; ESLU : grand brochet ; ICNE: barbotte brune; ICNE: barbu de rivière; MIDO: achigan à petite bouche; PEFL: perchaude ; STVI : doré jaune.

³ PE: poisson de petite taille; MO: poisson de taille moyenne; GR: poisson de grande taille.

⁴ Alpha-BHC ; HCB: hexachlorobenzène; Beta-BHC ; BPC: biphenyles polychlorés; BPC normalisé: BPC/gras; Gras: pourcentage en gras des poissons:
HG: mercure; AS:arsenic; CD:cadmium; PB:plomb; SE: sélénium; CR:chrome;

Annexe 9 Régressions linéaires des teneurs en mercure dans la chair en fonction de la longueur totale chez les grand brochets et les dorés jaunes, les meuniers noirs, perchaudes, les barbottes brunes et les achigans à petite bouche de la rivière Richelieu en 1995

GRAND BROCHET

Station	Année	N	Équation de la droite de régression	R ²	Probabilité
BM	1995	13	Hg = -0,286+0,0010 (LT)	0,50	0,007**
120,5	1995	8	Hg = 0,176+0,0002 (LT)	0,02	0,73 ^{ns}
92	1995	14	Hg = -0,148+0,0009 (LT)	0,44	0,01 **
78,7	1995	12	Hg = 0,144+0,0001 (LT)	0,03	0,61 ^{ns}
69,3	1995	7	Hg = -0,759+0,0017 (LT)	0,46	0,09 ^{ns}
68,8	1995	11	Hg = -0,706+0,0016 (LT)	0,69	0,002**
L1,5	1995	5	Hg = -0,755+0,0019 (LT)	0,51	0,18 ^{ns}
55,7	1995	3	Hg = 0,341-0,0005 (LT)	0,03	0,88 ^{ns}
22,2	1995	2	-	-	-

Hg = teneur en mercure (mg/kg)

R² = coefficient de détermination

LT = longueur totale en millimètres

*** p < 0,001 **p < 0,01 *p < 0,05 ns équation non significative

DORÉ JAUNE

Station	Année	N	Équation de la droite de régression	R ²	Probabilité
BM	1995	14	Hg = -0,521+0,0019 (LT)	0,75	0,0001***
69,3	1995	10	Hg = -1,103+0,0033 (LT)	0,73	0,002**
68,8	1995	12	Hg = -0,278+0,0012 (LT)	0,54	0,007**
L1,5	1995	14	Hg = -0,528+0,0028 (LT)	0,79	0,0001***
55,7	1995	10	Hg = -0,406-0,0018 (LT)	0,16	0,25 ^{ns}
45,3	1995	9	Hg = -0,490-0,0020(LT)	0,70	0,005**
22,2	1995	13	Hg = -0,237-0,0012(LT)	0,47	0,009**

Hg = teneur en mercure (mg/kg)

R² = coefficient de détermination

LT = longueur totale en millimètres

*** p < 0,001 **p < 0,01 *p < 0,05 ns équation non significative

Annexe 9 Régressions linéaires des teneurs en mercure dans la chair en fonction de la longueur totale chez les grand brochets et les dorés jaunes, les meuniers noirs, perchaudes, les barbottes brunes et les achigans à petite bouche de la rivière Richelieu en 1995

MEUNIER NOIR

Station	Année	N	Équation de la droite de régression	R ²	Probabilité
120,5	1995	5	Hg = -0,960 + 0,0020(LT)	0,54	0,16 ^{ns}
22,2	1995	10	Hg = -0,972 + 0,0029(LT)	0,32	0,09 ^{ns}

Hg = teneur en mercure (mg/kg)

R² = coefficient de détermination

LT = longueur totale en millimètres

*** p < 0,001 **p < 0,01 *p < 0,05 ns équation non significative

PERCHAUDE

Station	Année	N	Équation de la droite de régression	R ²	Probabilité
BM	1995	3	Hg = -0,161+0,0016 (LT)	0,85	0,25 ^{ns}
120,5	1995	3	Hg = 0,260+0,0020(LT)	0,90	0,20 ^{ns}
92	1995	3	Hg = -0,052+0,0009 (LT)	0,42	0,62 ^{ns}
78,7	1995	3	Hg = 0,144+0,0001 (LT)	0,03	0,61 ^{ns}
69,3	1995	3	Hg = -0,217+0,0019 (LT)	0,99	0,005**
68,8 ¹	1995	1	-		
L1,5 ¹	1995	1	-		
55,7 ¹	1995	2	-		
45,3 ¹	1995	1	-		
22,2 ¹	1995	2	-		

Hg = teneur en mercure (mg/kg)

R² = coefficient de détermination

LT = longueur totale en millimètres

*** p < 0,001 **p < 0,01 *p < 0,05 ns équation non significative

¹ effectifs trop faibles pour déceler une régression

Annexe 9 Régressions linéaires des teneurs en mercure dans la chair en fonction de la longueur totale chez les grand brochets et les dorés jaunes, les meuniers noirs, perchaudes, les barbottes brunes et les achigans à petite bouche de la rivière Richelieu en 1995

BARBOTTE BRUNE

Station	Année	N	Équation de la droite de régression	R ²	Probabilité
bm	1995	3	Hg = -0,175 + 0,0010(LT)	0,97	0,10 ^{ns}
78,7	1995	3	Hg = 0,037 + 0,0002(LT)	0,38	0,65 ^{ns}

Hg = teneur en mercure (mg/kg)

R² = coefficient de détermination

LT = longueur totale en millimètres

Ns = équation non significative

ACHIGAN À PETITE BOUCHE

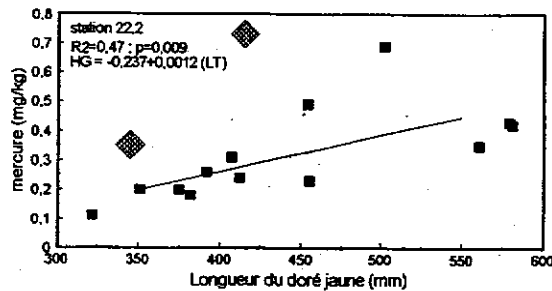
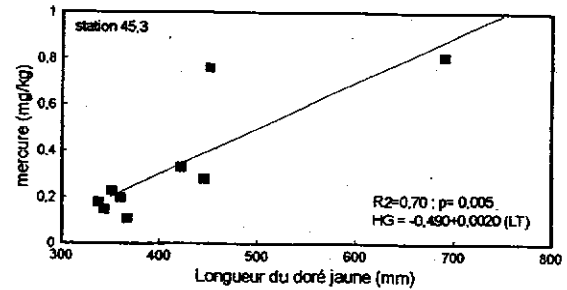
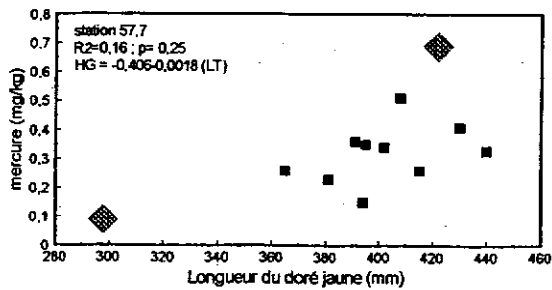
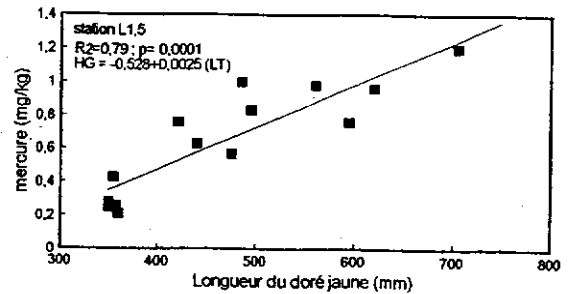
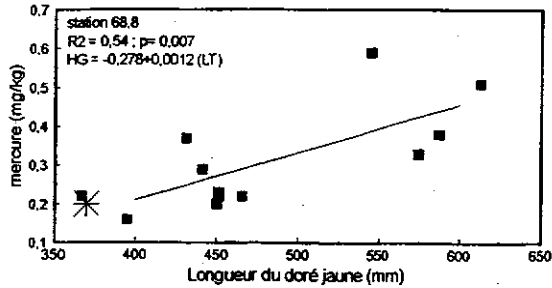
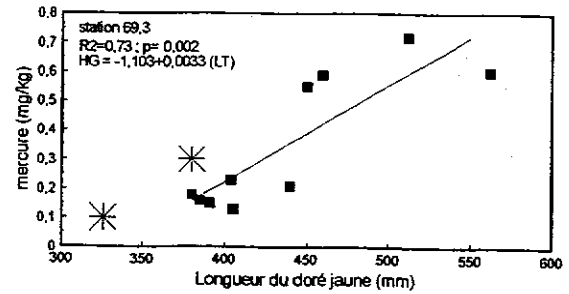
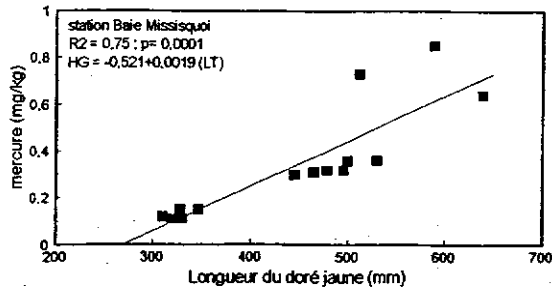
Station	Année	N	Équation de la droite de régression	R ²	Probabilité
78,7	1995	3	Hg = 0,163 + 0,0004(LT)	0,37	0,65 ^{ns}
L 1,5	1995	3	Hg = -0,101 + 0,0014(LT)	0,68	0,59 ^{ns}

Hg = teneur en mercure (mg/kg)

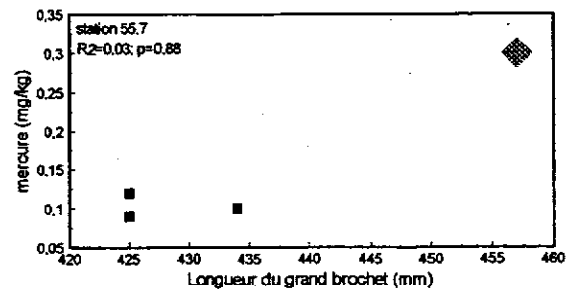
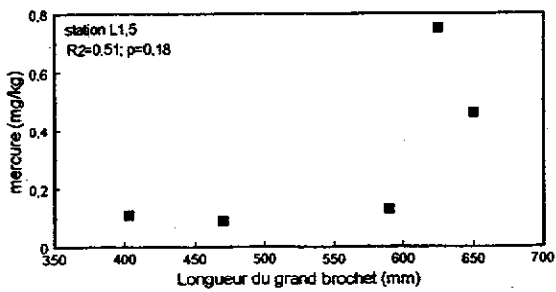
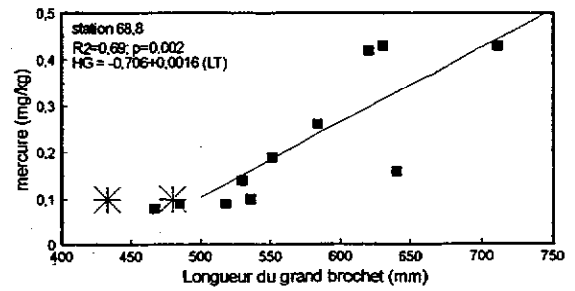
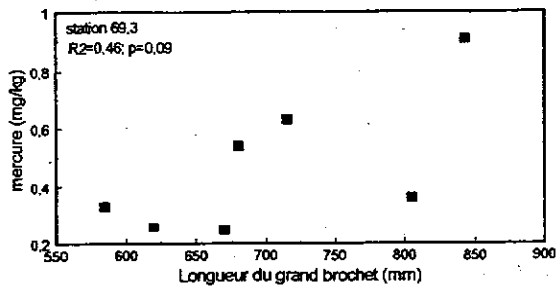
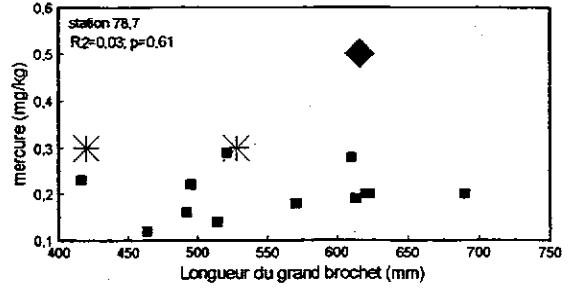
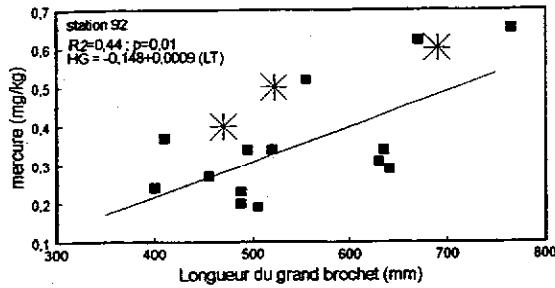
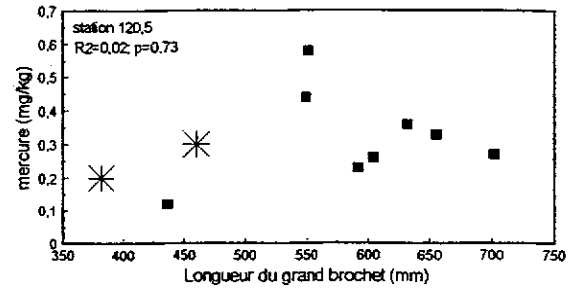
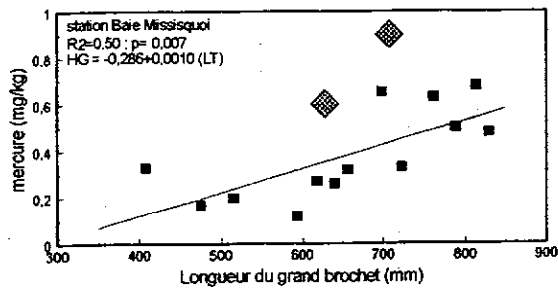
R² = coefficient de détermination

LT = longueur totale en millimètres

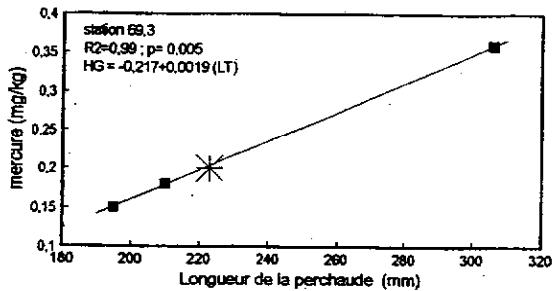
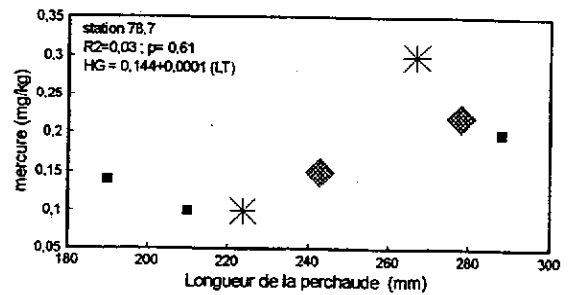
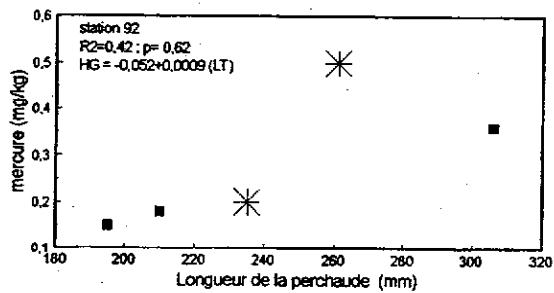
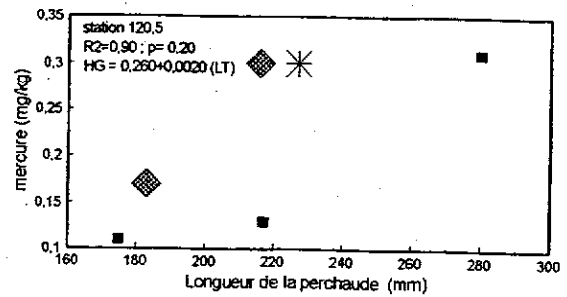
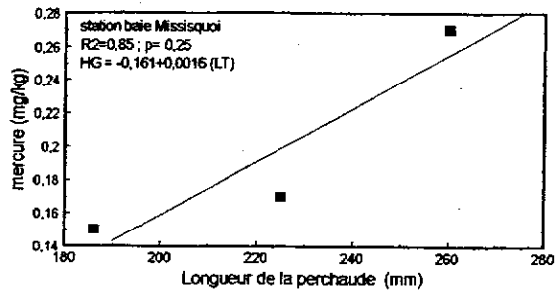
Ns = équation non significative



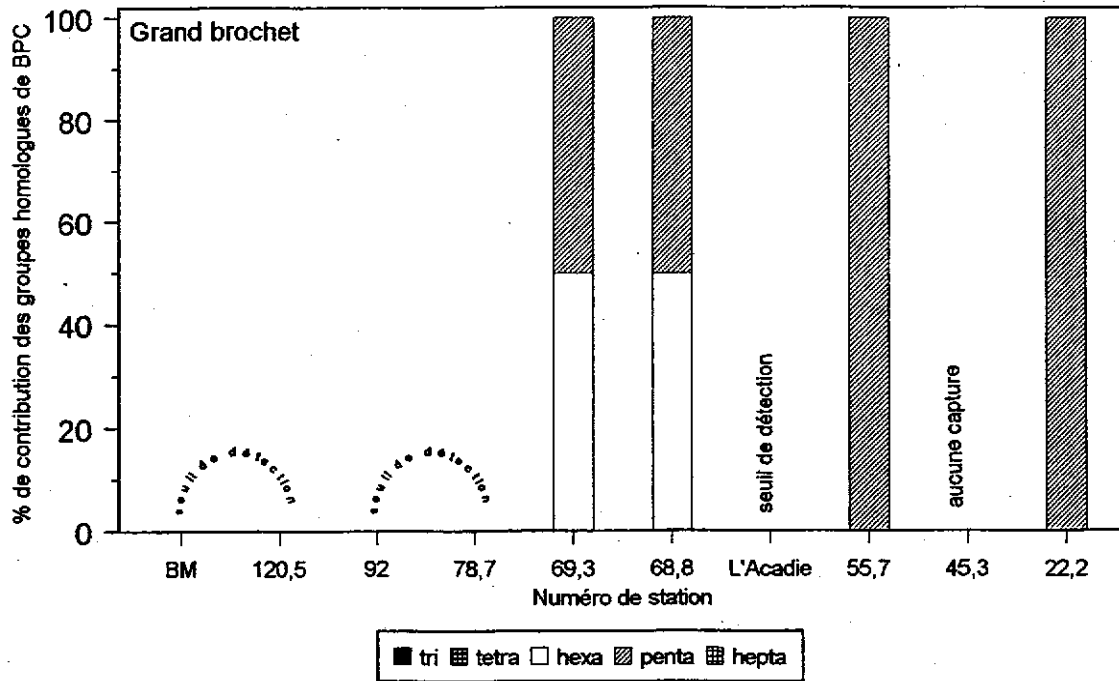
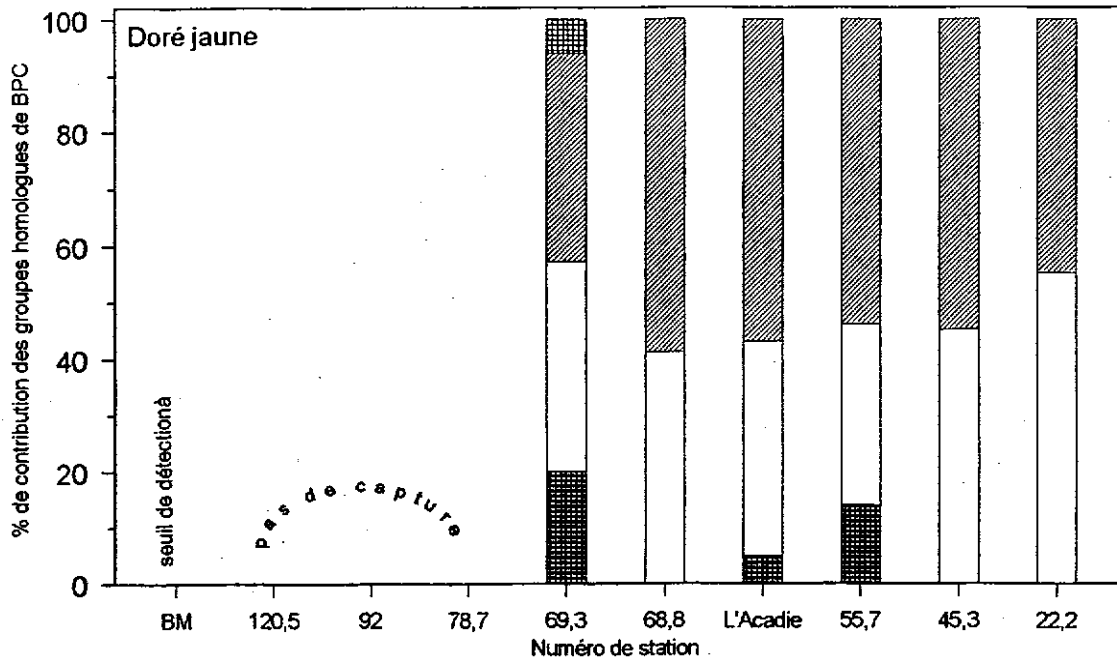
Annexe 10a Teneurs en mercure (HG) en fonction de la longueur totale (LT) des dorés jaunes à différentes stations : Baie Missisquoi, 69,3, 68,8, 69,3 L1,5, 55,7, 45,3 et 22,2 dans la rivière Richelieu en 1983 (*), en 1986 (♦) et en 1995 (■)



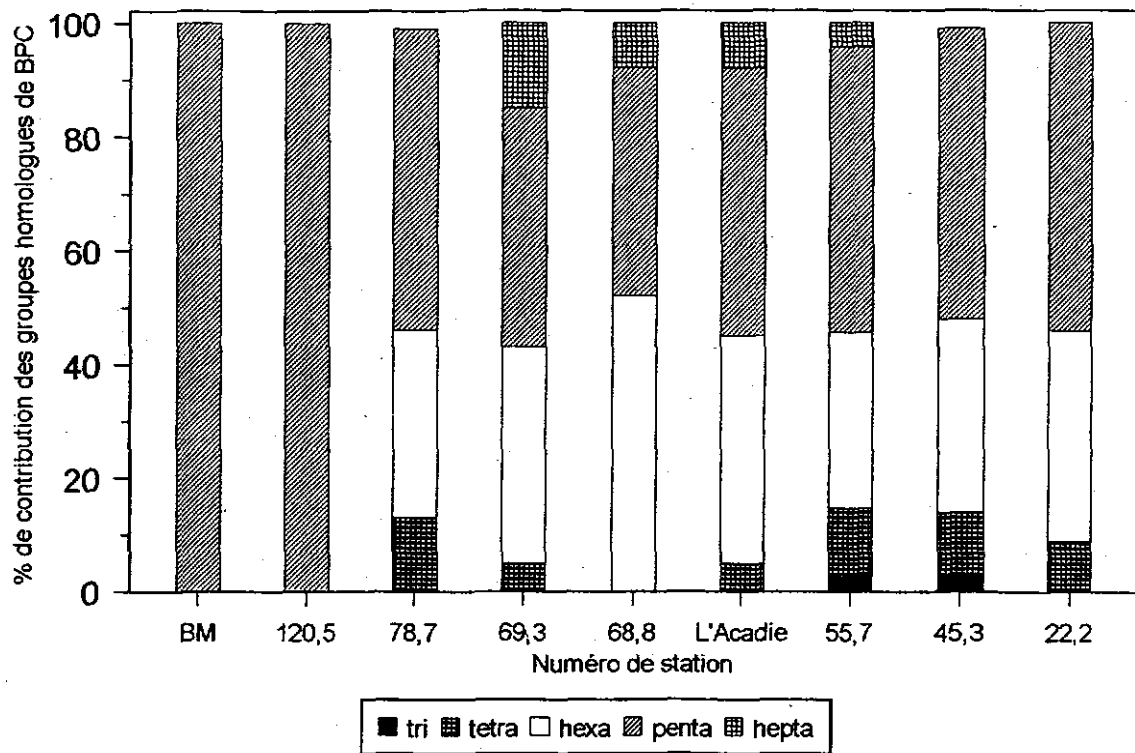
Annexe 10b Teneurs en mercure (HG) en fonction de la longueur totale (LT) des grands brochets à différentes stations : Baie Missisquoi, 120,5, 92, 78,7, 69,3, 68,8, L1,5 et 55,7 dans la rivière Richelieu en 1983 (*), en 1986 (◇) et en 1995 (■)



Annexe 10c Teneurs en mercure (HG) en fonction de la longueur totale (LT) des perchardes à différentes stations : Baie Missisquoi, 120,5, 92, 78,7 et 69,3 dans la rivière Richelieu en 1983 (*), en 1986 (◆) et en 1995 (■)



Annexe 11 Distribution spatiale du pourcentage des teneurs des groupes d'homologues de BPC dans le doré jaune et le grand brochet du bassin de la rivière Richelieu (1995)



Annexe 12 Distribution spatiale du pourcentage des groupes d'homologues de BPC dans le meunier noir entier du bassin de la rivière de la rivière Richelieu (1995)