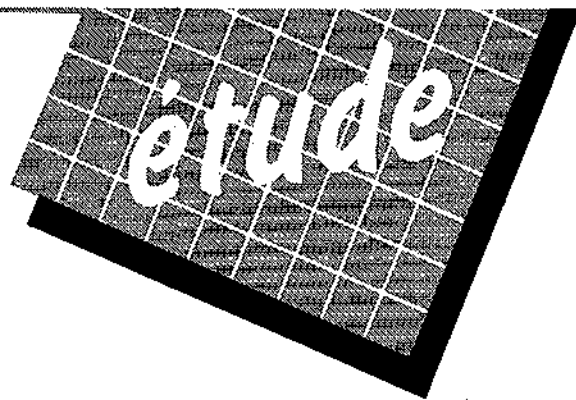


EN870051



**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  
(1983-1984)**

par  
Frédéric Lévesque  
et  
Camille Pomerleau

Septembre 1986

Québec 

EN 870051

Direction de la faune aquatique  
Service des espèces d'eau fraîche

**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)**

par

Frédéric Lévesque

et

Camille Pomerleau

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche  
Québec, septembre 1986

**Espèces d'eau fraîche  
Rapport technique  
No 86-01**

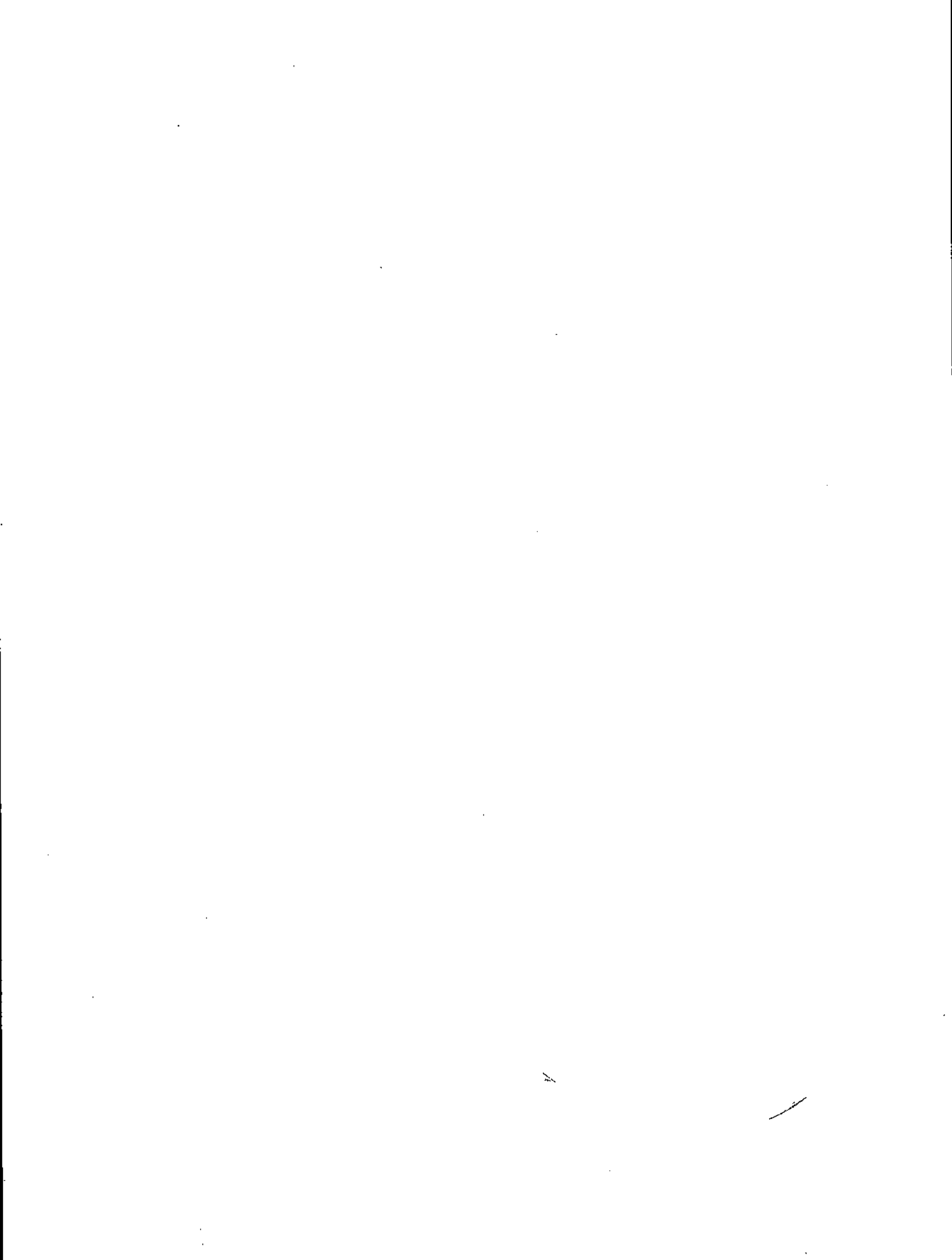
Référence à citer:

---

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, Québec. Rapp. tech. 86-01. 105 p.

---

Dépôt légal  
Bibliothèque Nationale du Québec  
3e trimestre 1986  
ISBN 2-550-16552-7



## RÉSUMÉ

Nous avons effectué une analyse des teneurs en biphényles polychlorés, en mirex et en mercure des tissus musculaires de certaines espèces de la faune aquatique et amphibienne du lac Saint-Pierre prélevés en 1983 et en 1984. Pour les trois substances toxiques analysées chez les poissons il existe une tendance générale d'accroissement des teneurs avec la taille et la masse des individus. Une corrélation significative ( $P < 0,05$ ) des concentrations en mercure en fonction de la taille et de la masse des spécimens a été obtenue pour la plupart des représentants de l'ordre des Perciformes. Seule l'Anguille d'Amérique présente des teneurs en biphényles polychlorés et en mirex au-dessus des limites administratives de tolérance ou des normes canadiennes. Les dorés jaunes, les grands brochets, les meuniers et les perchaudes analysés contiennent des teneurs en mercure plus élevées que la limite administrative de tolérance canadienne dans une proportion respective de 58 %, 28 %, 15 %, et 6 %. La taille critique pour la commercialisation du Doré jaune et de la Perchaude au Canada a été estimée, selon les régressions obtenues, à 387 mm et 279 mm respectivement. Pour le Grand Brochet et le Meunier noir, la taille critique donnée par le plus petit poisson de notre échantillon dépassant la valeur de référence, se situe respectivement à 437 mm et 405 mm. La teneur en mercure des autres espèces analysées ne dépasse généralement pas la limite administrative de tolérance canadienne. Certaines espèces de poissons capturées au sud du chenal maritime seraient plus contaminées que celles prises au nord. Une hypothèse est émise pour expliquer ce phénomène. Cette étude nous a permis d'éprouver différentes approches relatives aux procédures à suivre lors des contrôles de qualité et lors du traitement des résultats de l'analyse d'échantillons, dans le but éventuel de proposer une méthodologie propre à la détermination de la teneur en substances toxiques de la chair des espèces aquatiques. Nous proposons l'utilisation d'une méthodologie comparable à celle que nous avons suivie pour la détection du mercure lors de prochaines études sur la contamination du poisson, et ce, pour toute substance toxique.

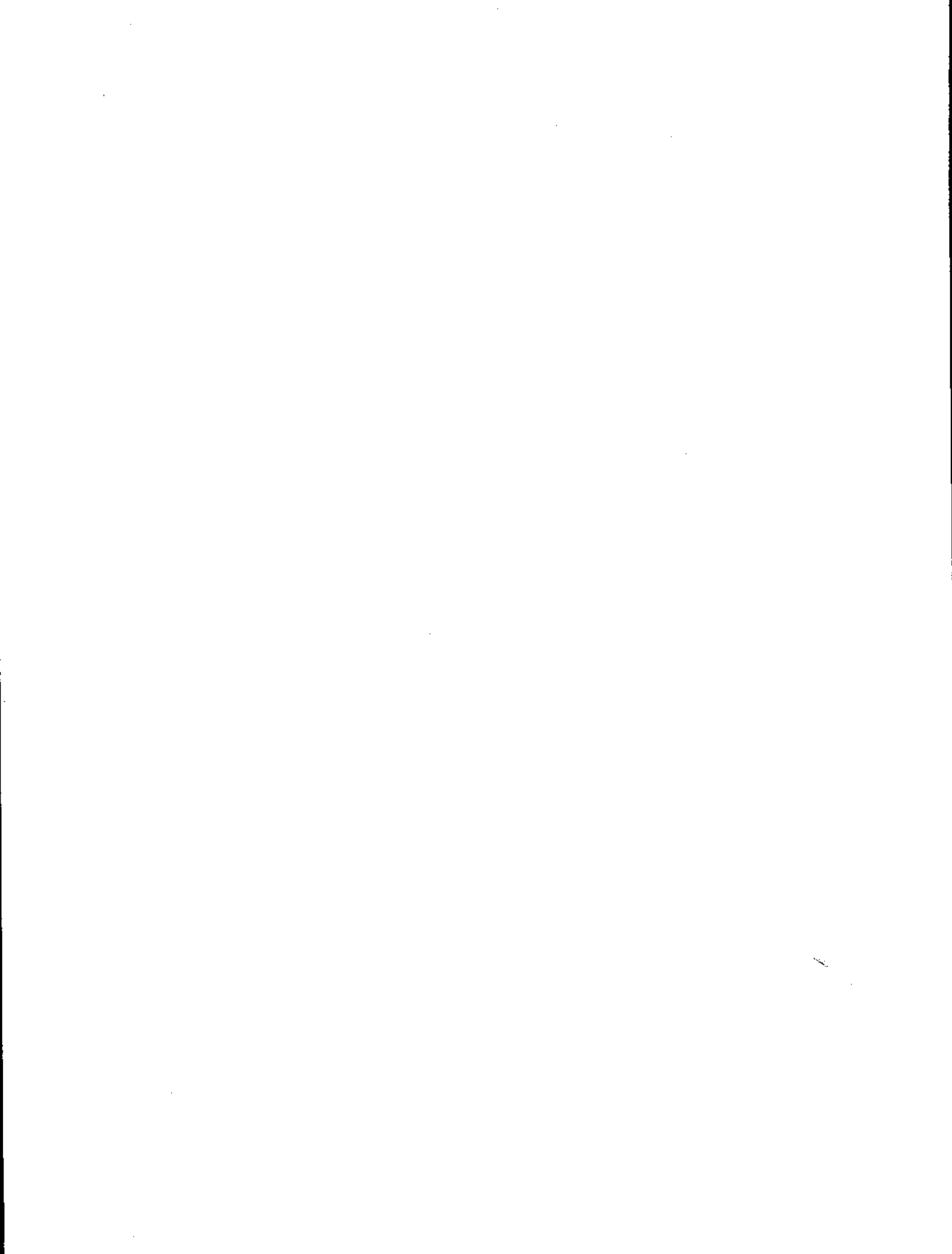
## TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
RÉSUMÉ . . . . .	iii
TABLE DES MATIÈRES . . . . .	v
LISTE DES TABLEAUX . . . . .	ix
LISTE DES FIGURES . . . . .	xi
LISTE DES ANNEXES . . . . .	.xiii
1. INTRODUCTION . . . . .	1
2. BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS ET MIREX . . . . .	6
2.1 Matériel et méthodes . . . . .	6
2.1.1 Échantillonnage et préparation des échan- tillons . . . . .	6
2.1.2 Analyse chimique . . . . .	7
2.1.3 Traitement statistique des données . . . . .	8
2.2 Résultats et discussion . . . . .	8
2.2.1 Teneurs en biphényles polychlorés . . . . .	8
2.2.1.1 Teneurs individuelles et moyennes sur l'ensemble du lac . . . . .	8
2.2.1.2 Relation entre la taille et la teneur en BPC . . . . .	12
2.2.1.3 Poissons autres que l'Anguille d'Amé- rique . . . . .	14
2.2.1.4 Anguille d'Amérique . . . . .	17
2.2.1.5 Écrevisses et amphibiens . . . . .	17
2.2.2 Teneurs en mirex . . . . .	18
2.2.2.1 Teneurs individuelles et moyennes sur l'ensemble du lac . . . . .	18

	<u>Page</u>
2.2.2.2 Relation entre la taille et la teneur en mirex . . . . .	18
2.2.2.3 Poissons autres que l'Anguille d'Amé- rique . . . . .	20
2.2.2.4 Anguille d'Amérique . . . . .	20
2.2.2.5 Écrevisses et amphibiens . . . . .	21
2.3 Conclusion . . . . .	21
3. MERCURE . . . . .	23
3.1 Matériel et méthodes . . . . .	23
3.1.1 Échantillonnage et préparation des échantil- lons . . . . .	23
3.1.2 Analyse chimique . . . . .	24
3.1.3 Contrôle de qualité . . . . .	25
3.1.4 Traitement statistique des données. . . . .	28
3.2 Résultats et discussions . . . . .	28
3.2.1 Contamination de la chair des poissons et des crustacés par le mercure sur l'ensemble du lac	29
3.2.2 Variation de la contamination à l'intérieur du lac . . . . .	31
3.2.3 Variation de la contamination selon la taille des poissons . . . . .	34
3.2.4 Variation de la contamination au sein des classes de taille . . . . .	44
3.2.5 Regroupement des espèces de poissons en fonction de leur teneur moyenne en mercure. . .	46
3.2.6 Taille et masse critiques . . . . .	50
3.2.7 Évolution des teneurs en mercure au cours des dernières années. . . . .	53
3.3 Conclusion . . . . .	53

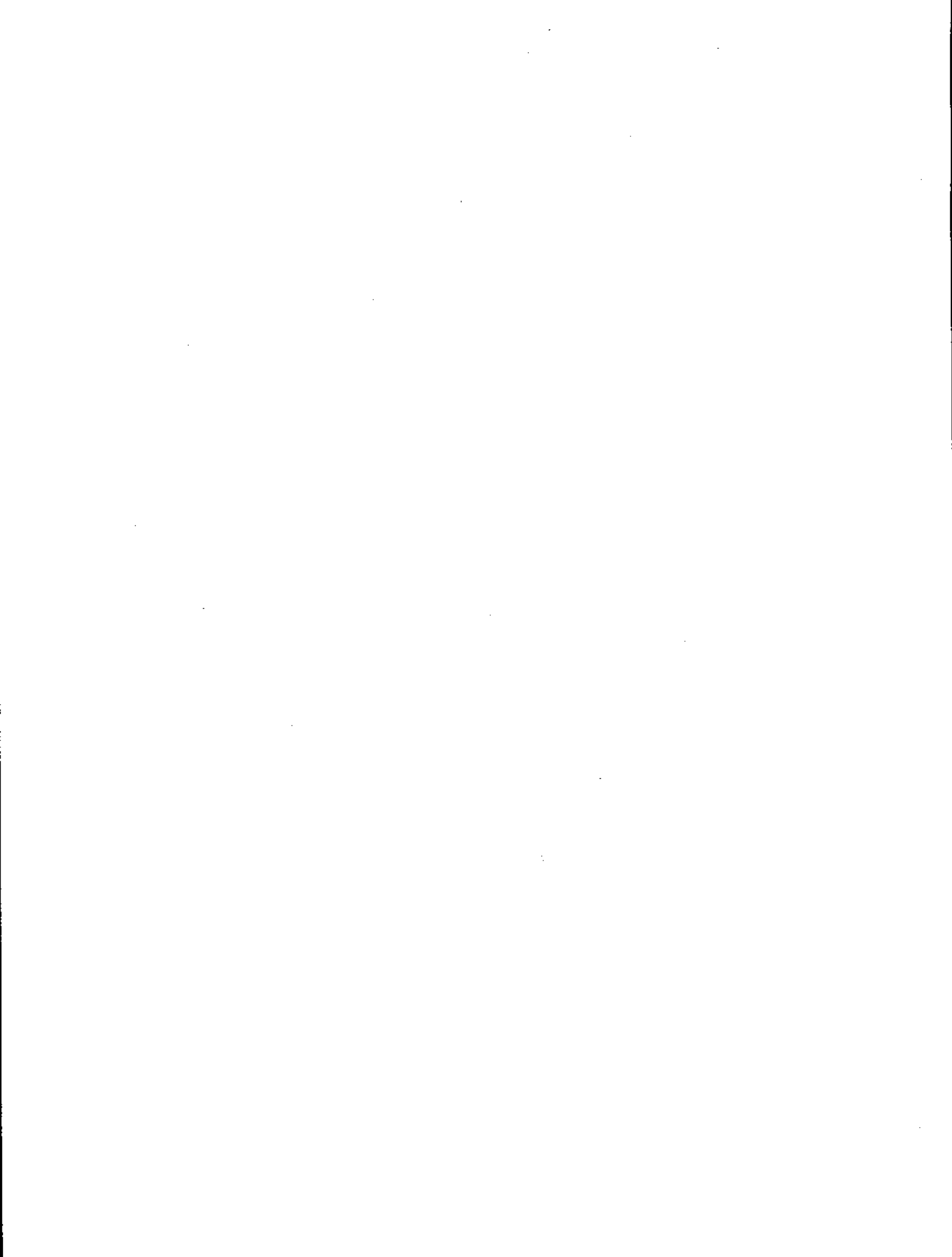
	<u>Page</u>
4. CONCLUSION GÉNÉRALE . . . . .	56
REMERCIEMENTS . . . . .	58
LISTE DES RÉFÉRENCES . . . . .	60
ANNEXES . . . . .	63





## LISTE DES TABLEAUX

	<u>Page</u>
Tableau 1	Teneur en BPC et en mirex de la chair des espèces aquatiques de la région du lac Saint-Pierre . . . . . 9
Tableau 2	Regroupement des espèces de poissons compte tenu de leur teneur moyenne en BPC . . . . . 13
Tableau 3	Évolution des teneurs en BPC de la chair de six espèces de poissons de la région du lac Saint-Pierre . . . . . 15
Tableau 4	Regroupement des espèces de poissons compte tenu de leur teneur moyenne en mirex. . . . . 19
Tableau 5	Teneurs moyennes et étendues des mesures en mercure mises en relation avec les paramètres biométriques de certaines espèces de la faune aquatique du lac Saint-Pierre . . . . . 30
Tableau 6	Analyses de régression des teneurs en mercure (Hg) en mg/kg retrouvées dans la chair des poissons du lac Saint-Pierre mises en relation avec la longueur totale (Lt) en mm ou la masse (M) en g, sous la forme arithmétique $y = a + bx$ . . . . . 35
Tableau 7	Regroupement des espèces de poissons compte tenu de leur teneur moyenne en mercure . . . . . 47
Tableau 8	Pourcentage, taille et masse critiques des poissons du lac Saint-Pierre qui présentent des teneurs en mercure supérieures aux limites administratives de tolérance du Canada (0,5 mg/kg) et des États-Unis (1,0 mg/kg) . . . . . 51
Tableau 9	Évolution temporelle des teneurs en mercure retrouvées dans la chair des poissons de la région du lac Saint-Pierre (1970 à 1984) . . . . . 54



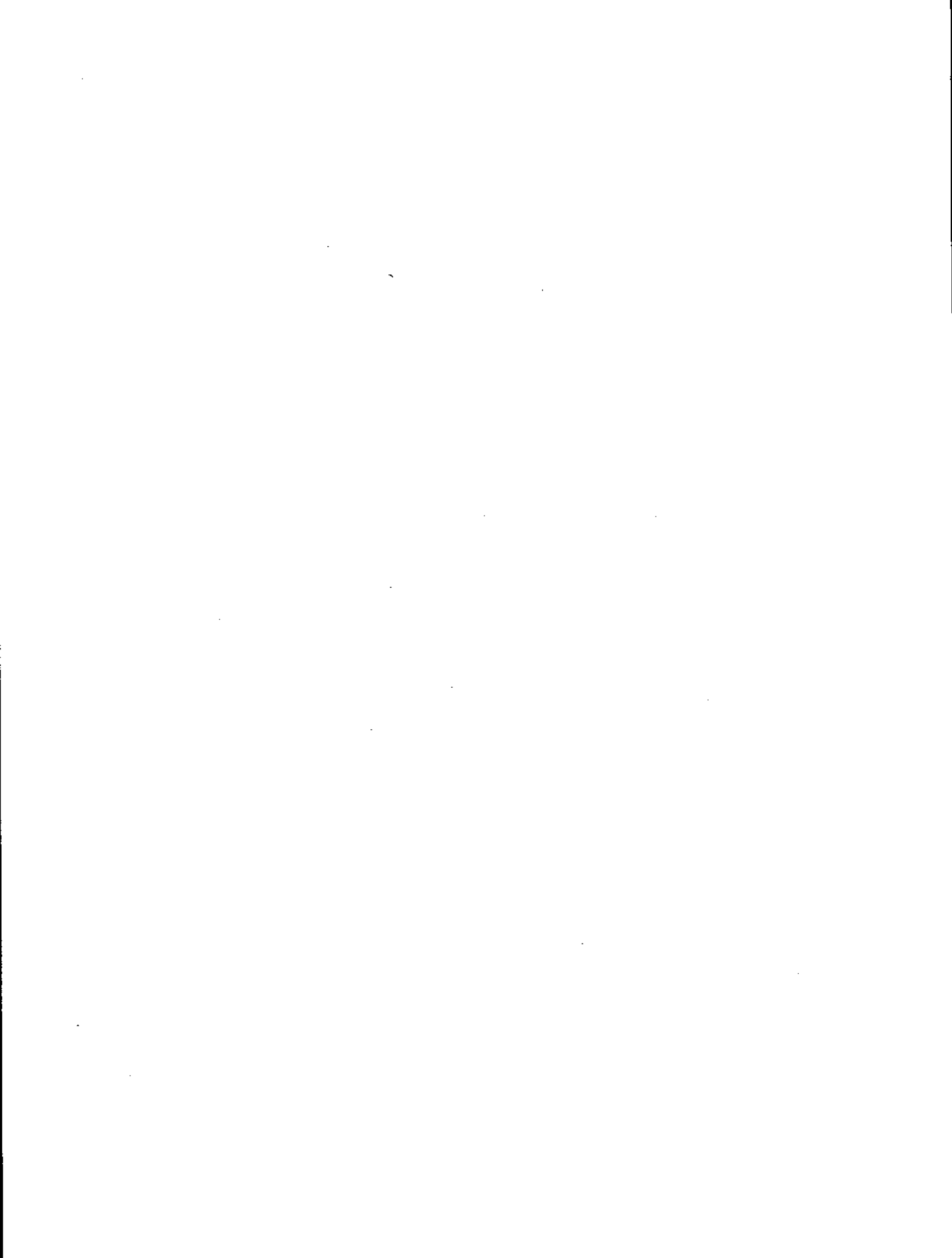
## LISTE DES FIGURES

	<u>Page</u>
Figure 1	Localisation des zones d'échantillonnage correspondant aux secteurs de pêche commerciale au lac Saint-Pierre . . . . . 4
Figure 2	Résultats de l'analyse préliminaire effectuée par deux laboratoires des teneurs en mercure retrouvées dans la chair de meuniers du lac Saint-Pierre et de dorés jaunes du réservoir Gouin en relation avec la masse des spécimens . . . . 27
Figure 3	Teneur moyenne en mercure et taille moyenne de six espèces de poissons selon leur provenance parmi les grands secteurs du lac Saint-Pierre . . . . . 32
Figure 4	Relation des teneurs en mercure de la chair des achigans à grande bouche du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens . . . . . 36
Figure 5	Relation des teneurs en mercure de la chair des barbottes brunes du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens . . . . . 37
Figure 6	Relation des teneurs en mercure de la chair des crapets-soleil du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens . . . . . 38
Figure 7	Relation des teneurs en mercure de la chair des dorés jaunes du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens . . . . . 39
Figure 8	Teneurs en mercure de la chair des grands brochets du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens . . . . . 40
Figure 9	Teneurs en mercure de la chair des meuniers noirs du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens . . . . . 41

	<u>Page</u>
Figure 10	Relation des teneurs en mercure de la chair des perchaudes du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens . . . . . 42
Figure 11	Histogrammes des teneurs moyennes en mercure de la chair des poissons du lac Saint-Pierre exprimés par classe de taille (Petit, P; Moyen, M; Grand, G) et associés aux régimes alimentaires types . . . . . 45
Figure 12	Illustration de l'accroissement des teneurs en mercure en fonction de la masse des spécimens de cinq espèces de poissons du lac Saint-Pierre . . . . . 48

## LISTE DES ANNEXES

	<u>Page</u>
Annexe 1	Liste et nomenclature des espèces aquatiques et amphibiennes traitées dans la présente étude. . . . 63
Annexe 2	Méthode analytique de la détermination des bi- phényles polychlorés dans le poisson . . . . . 67
Annexe 3	Méthode analytique de la détermination du mirex dans le poisson . . . . . 71
Annexe 4	Résultats de l'analyse des teneurs en BPC et en mirex de la chair des poissons, des écrevisses et des grenouilles au lac Saint-Pierre (1983) . . . 75
Annexe 5	Catégories de taille des poissons du lac Saint- Pierre retenues à priori pour les analyses en mercure et nombre correspondant d'échantillons sélectionnés . . . . . 81
Annexe 6	Méthodes analytiques de la détermination du mer- cure dans le poisson . . . . . 85
Annexe 7	Résultats de l'analyse des teneurs en mercure de la chair des poissons et des écrevisses au lac Saint-Pierre (1984) . . . . . 89
Annexe 8	Résultats de l'analyse des teneurs en mercure de la chair de dorés jaunes au réservoir Gouin(1984)..103



## 1. INTRODUCTION

La découverte de la contamination de la chair des poissons par le mercure créa au début des années 1970 une vive surprise au sein des gouvernements et de la population. Elle eut comme conséquence l'établissement par le gouvernement canadien d'une limite administrative de tolérance de 0,5 mg/kg en mercure au-delà de laquelle l'importation et le commerce interprovincial du poisson étaient interdits (International Joint Commission 1977).

Cette situation amena les gouvernements à effectuer un certain nombre d'études afin de connaître le niveau et l'étendue de la contamination des poissons d'eau douce par différents métaux lourds ou produits de synthèse.

Des recherches ont été menées sur de nombreuses nappes d'eau du Québec. Une des études majeures a été réalisée en 1975 et en 1976 par le ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche (MTCP) pour le Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Cette étude a porté sur l'analyse de plus de 1 600 poissons capturés en 17 stations réparties sur le couloir fluvial entre Cornwall et Québec (Sloterdijk 1977).

Plus récemment, le ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ), dans le cadre de son réseau de surveillance des substances toxiques dans le milieu aquatique, a publié et diffusé une série de trois rapports majeurs qui présentent, entre autres, les résultats d'analyse de substances toxiques pour un certain nombre d'espèces de poissons cibles provenant de cours d'eau d'une dizaine de bassins fluviaux méridionaux du Québec (Goulet et Laliberté 1982a, 1982b; Goulet et al. 1982).



Le refus de la République Fédérale Allemande d'accepter en 1981 des anguilles provenant du Québec parce que leurs teneurs en mirex dépassaient la limite administrative de tolérance fixée par ce Gouvernement pour la consommation, a créé un autre émoi dans le domaine de la pêche au Québec. Le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPA) et le ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO) ont alors mené des études afin de circonscrire le niveau réel et la répartition de cette contamination chez différentes populations d'anguilles du Québec (Carbonneau et Axelsen 1982; Desjardins et al. 1983).

Lors de la planification d'une importante étude sur la pêche que le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche (MLCP) a amorcé au lac Saint-Pierre en 1983, il était évident que le problème de la contamination des poissons devait être pris en considération. Si le cas des anguilles semblait être relativement bien circonscrit par les études précédemment mentionnées, de nombreuses autres espèces d'importance sportive ou commerciale n'avaient pas fait récemment l'objet d'un suivi quant à leur contamination, et ce depuis l'étude de 1975 et 1976.

Le MLCP entreprit donc la présente étude afin d'obtenir une image actualisée de la contamination de la majorité des espèces de poissons ayant un intérêt sportif ou commercial au lac Saint-Pierre. L'étude a porté sur 13 espèces de poissons. De plus, à titre exploratoire, deux espèces d'écrevisses et une espèce d'amphibien, la Grenouille léopard, ont été analysées. Les écrevisses font l'objet depuis peu d'une pêche commerciale alors que la grenouille léopard est chassée et commercialisée depuis de nombreuses années dans la région du lac Saint-Pierre (Marcotte 1981). Les analyses chimiques ont porté sur les substances toxiques connues et actuellement critiques pour la commercialisation soit les biphényles polychlorés, le mirex et le mercure.

La Direction des pêches maritimes et le laboratoire d'expertise et d'analyses alimentaires du MAPA acceptèrent de collaborer en réalisant les analyses de laboratoire effectuées sur les spécimens récoltés en 1983.

Des contraintes de disponibilité du laboratoire d'analyses nous firent opter pour des analyses d'homogénats de trois poissons par catégorie de taille (petit, moyen et grand) pour chaque espèce, mais dans les faits un bon nombre d'échantillons furent analysés individuellement.

De plus, suite à un bris des chambres froides du laboratoire, les échantillons furent perdus avant que les analyses de mercure puissent être réalisées.

L'année suivante, il fut décidé de compléter l'objectif initial et de récolter à nouveau des poissons afin de réaliser les analyses en mercure. Ces analyses, réalisées par un laboratoire privé, ont porté sur neuf espèces de poissons et deux espèces d'écrevisses.

Le prélèvement des spécimens a été réalisé au lac Saint-Pierre celui-ci étant délimité à l'ouest par les Îles de Berthier-Sorel et, à l'est, par le pont Laviolette à l'exutoire du lac.

Pour les besoins des différentes études menées sur la pêche au lac Saint-Pierre ce dernier a été subdivisé en huit zones distinctes (figure 1). Celles-ci correspondent également aux zones échantillonnées lors de la présente étude. Seule la zone 5 n'a pas fait l'objet d'échantillonnage.

La liste des espèces aquatiques échantillonnées apparaît à l'annexe 1. La nomenclature de ces espèces est conforme à la liste de la faune vertébrée du Québec (Lagacé et al. 1983).

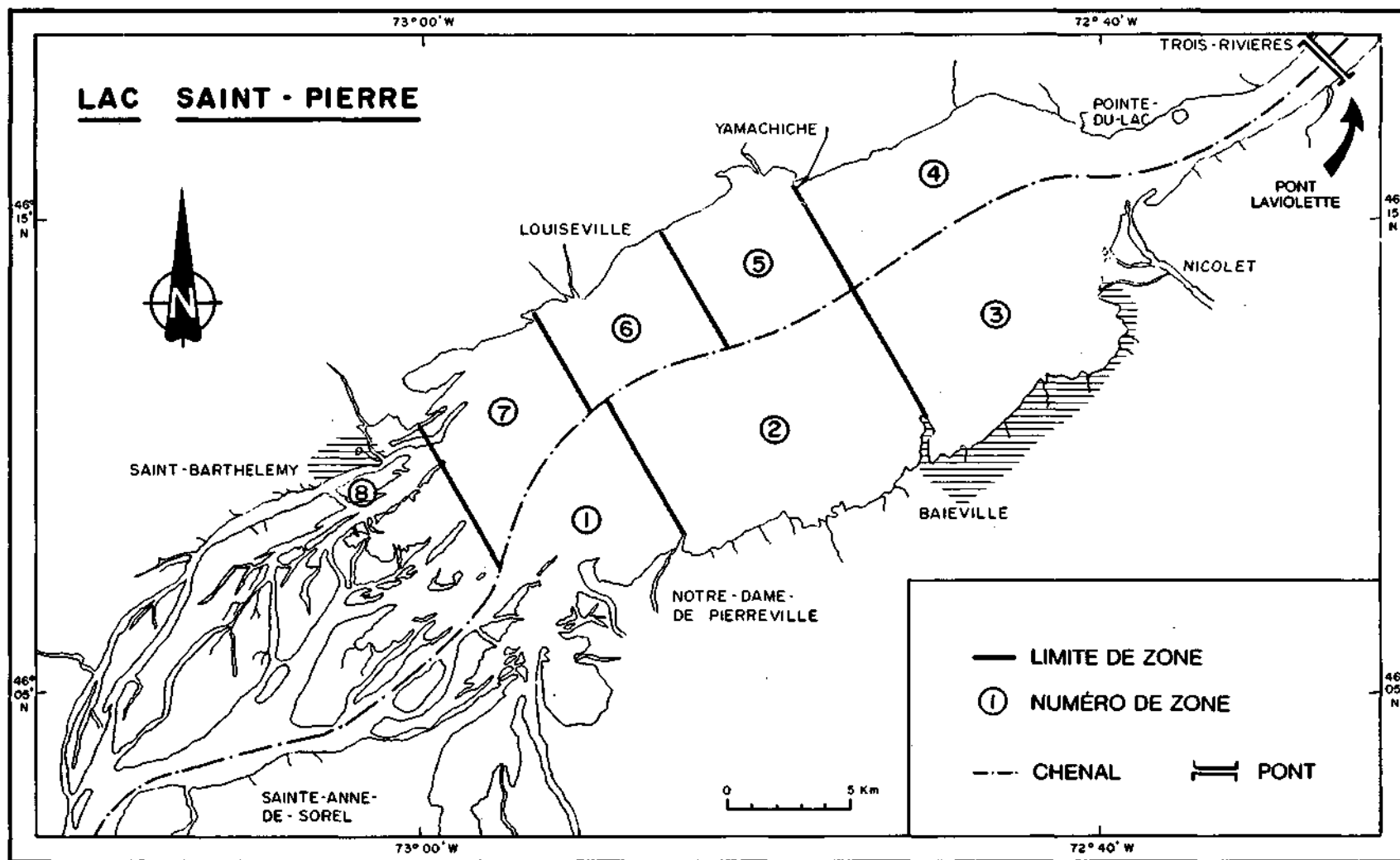


Figure 1. Localisation des zones d'échantillonnage correspondant aux secteurs de pêche commerciale au lac Saint-Pierre

Ce rapport présente donc les résultats des analyses en biphényles polychlorés, en mirex et en mercure effectuées sur la faune aquatique et amphibienne du lac Saint-Pierre en 1983 et 1984.

## 2. BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS ET MIREX

Ce chapitre présente les résultats de la détection des biphényles polychlorés (BPC) et du mirex contenus dans les tissus musculaires des principales espèces aquatiques d'intérêt commercial et sportif au lac Saint-Pierre. Une bonne partie des résultats provient d'un rapport préliminaire produit par Roy (1984).

Au total, 94 poissons, 80 écrevisses et quatre grenouilles de différentes espèces ont fait l'objet d'une détermination en BPC et en mirex en 1983. Les écrevisses et les grenouilles ont été analysées à titre exploratoire.

### 2.1 Matériel et méthodes

#### 2.1.1 Échantillonnage et préparation des échantillons

Les poissons et les écrevisses ont été récoltés parmi les captures des pêcheurs commerciaux sur une période s'étalant du mois de juin au mois d'octobre 1983. L'Alose savoureuse fut capturée par les pêcheurs à l'aide de filets dérivants à grandes mailles et l'Esturgeon jaune au moyen de filets maillants dont les mailles étirées mesuraient 19 cm. Les autres espèces de poissons et les écrevisses furent capturées aux verveux. Les grenouilles proviennent des marais de la plaine humide de la région de Baieville (zone 3).

Tous les spécimens de poissons ont été mesurés au millimètre près et répartis en trois catégories de taille. Les achigans, les barbottes et les perchaudes ont été pesés au gramme près avec une balance à plateau, et les autres espèces furent pesées aux cinq grammes près à l'aide d'une balance d'autopsie sur trépied. Le sexe des individus a été déterminé lorsque c'était possible.

Afin de répondre à notre objectif d'évaluer la qualité des poissons en regard de la consommation humaine, il fut décidé d'analyser les filets des poissons plutôt que le poisson étêté, queue coupée et éviscéré (Sloterdijk 1977) ou entier avec l'estomac et l'intestin vidés de leur contenu (Goulet et Laliberté 1982b).

Les spécimens ont fait l'objet d'une préparation unique pour la détermination des BPC et du mirex. Les poissons furent d'abord mis en filets et écorchés. Chaque filet fut enveloppé individuellement dans du papier d'aluminium et placé dans un sac de plastique, conformément aux directives reçues du laboratoire d'analyse. Pour les esturgeons, les différentes formes de mise en marché (frais, fumé ou cuit) furent recueillies et analysées à titre exploratoire. Les analyses des écrevisses et des grenouilles portent sur la chair contenue dans la queue et les cuisses respectivement.

Les sacs de plastique contenant les échantillons furent identifiés puis congelés. Les spécimens d'une même catégorie de taille pour une espèce et une zone données portaient un numéro d'échantillon identique permettant ainsi au laboratoire de réduire le nombre d'analyses par une homogénéisation de trois échantillons d'une même catégorie de taille. Dans les faits, un bon nombre de spécimens furent analysés individuellement.

### 2.1.2 Analyse chimique

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire d'expertise et d'analyses alimentaires du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, qui ont employé la méthode d'analyse chimique dite "Dosage des BPC ou du mirex par chromatographie en phase gazeuse". Ces méthodes sont présentées aux annexes 2 et 3. La limite de détection se situe à 0,002 mg/kg pour les BPC et à 0,001 mg/kg pour le mirex.

Les contrôles de qualité effectués par le laboratoire d'analyse ont consisté en des vérifications internes par le biais d'une mesure de solutions standards et d'échantillons de poissons contenant une teneur connue en substance toxique.

### 2.1.3 Traitement statistique des données

Les résultats des analyses ont été traités statistiquement selon les méthodes décrites dans Zar (1974). Les données brutes apparaissent à l'annexe 4.

Il est à noter que le petit nombre d'analyses dans certains cas et la variabilité des résultats peuvent parfois limiter la valeur du traitement statistique.

## 2.2 Résultats et discussion

### 2.2.1 Teneurs en biphényles polychlorés

#### 2.2.1.1 Teneurs individuelles et moyennes sur l'ensemble du lac

La chair de toutes les espèces analysées dans le cadre de la présente étude renferme des teneurs mesurables de BPC. Les teneurs varient indépendamment de l'espèce ou de la taille de 0,008 à 5,333 mg/kg (tableau 1).

Chez les poissons, les **teneurs individuelles** varient de 0,017 à 2,037 mg/kg, alors que les **teneurs mesurées** sans distinction au fait qu'elles puissent être le fruit de l'analyse d'un individu ou d'un homogénat de deux ou plusieurs spécimens, passent de 0,014 à 5,333 mg/kg.

Les **teneurs moyennes** ont été calculées à partir de la totalité des mesures du laboratoire. Dans certains cas elles consistent donc en

Tableau 1. Teneur en BPC et en mirex de la chair des espèces aquatiques de la région du lac Saint-Pierre

Espèce	Catégorie de longueur			Teneur en BPC (mg/kg) <sup>h</sup>			teneurs en mirex (mg/kg) <sup>h</sup>		
	Caté- gorie	Classes de long. (mm)	Nombre d'échan- tillons	Valeur ou domaines des valeurs	Valeur ou moyenne pour chaque catégorie de longueur	Moyenne pour l'espèce	Valeur ou domaines des valeurs	Valeur ou moyennes pour chaque catégorie de longueur <sup>i</sup>	Moyenne pour l'espèce
Achigan à petite bouche	P	< 175	1 <sup>a</sup>	---	0,027	0,062	Nil	0,000	0,000
	M	175-274	1	---	0,022		Nil	0,000	
	G	≥ 275	1	---	0,138		Traces	0,000	
Alose savoureuse	P	< 600	1	---	0,029	0,089 ± 0,065	Traces	0,000	0,001 ± 0,001
	M	600-699	1	---	0,080		Nil	0,000	
	G	≥ 700	1	---	0,158		0,002	0,002	
Anguille d'Amérique (toute saison)	P	< 800	6 <sup>f</sup>	0,450-2,516	1,580	1,731	0,002-0,040	0,025	0,103
	M	800-899	5 <sup>g</sup>	0,220-5,333	1,312		Traces-0,337	0,078	
	G	≥ 900	4 <sup>g</sup>	1,607-4,393	2,481		0,230-0,267	0,250	
Anguille d'Amérique (printemps)	P	< 800	3	1,810-2,220	2,007 ± 0,206	1,358 ± 0,867	0,034-0,040	0,037 ± 0,003	0,100 ± 0,109
	M	800-899	3	0,212-0,237	0,223 ± 0,013		0,015-0,019	0,017 ± 0,002	
	G	≥ 900	3	1,607-2,037	1,843 ± 0,218		0,230-0,252	0,244 ± 0,012	
Anguille d'Amérique (été)	P	< 800	2	0,450-0,495	0,473 ± 0,032	0,501 ± 0,054	0,002-0,003	0,003 ± 0,001	0,002 ± 0,002
	M	800-899	1	---	0,558		Traces	0,000	
Anguille d'Amérique (automne)	P	< 800	1 <sup>b</sup>	---	2,516	4,081	0,032	0,032	0,212
	M	800-899	1 <sup>a</sup>	---	5,333		0,337	0,337	
	G	≥ 900	1 <sup>a</sup>	---	4,393		0,267	0,267	
Barbotte brune	P	< 200	1 <sup>a</sup>	---	0,027	0,059	Traces	0,000	0,000
	M	200-299	1 <sup>a</sup>	---	0,037		Traces	0,000	
	G	≥ 300	1 <sup>a</sup>	---	0,112		Traces	0,000	



Tableau 1. Teneur en BPC et en mirex de la chair des espèces aquatiques de la région du lac Saint-Pierre (suite)

Espèce	Catégorie de longueur			Teneur en BPC (mg/kg) <sup>h</sup>			teneurs en mirex (mg/kg) <sup>h</sup>		
	Caté- gorie	Classes de long. (mm)	Nombre d'échan- tillons	Valeur ou domaines des valeurs	Valeur ou moyenne pour chaque catégorie de longueur	Moyenne pour l'espèce	Valeur ou domaines des valeurs	Valeur ou moyennes pour chaque catégorie de longueur <sup>i</sup>	Moyenne pour l'espèce
Grand Brochet	P	< 400	3	0,021-0,033	0,028 ± 0,006	0,079	Nil	0,000	0,001
	M	400-574	1 <sup>b</sup>	0,133	0,133		0,002	0,002	
	G	≥ 575	3	0,062-0,203	0,113 ± 0,078		Traces-0,001	0,001 ± 0,001	
Carpe	P	< 550	3	0,025-0,076	0,042 ± 0,029	0,166 ± 0,127	Traces	0,000	0,001 ± 0,001
	M	550-699	3	0,154-0,226	0,186 ± 0,037		Traces-0,001	0,001 ± 0,001	
	G	≥ 700	3	0,118-0,421	0,269 ± 0,152		Traces-0,002	0,001 ± 0,001	
Doré jaune	P	< 425	1 <sup>b</sup>	0,248	0,248	0,279	0,007	0,007	0,008
	M	425-524	1 <sup>b</sup>	0,100	0,100		0,001	0,001	
	G	≥ 525	3	0,163-0,669	0,349 ± 0,279		0,002-0,029	0,011 ± 0,015	
Esturgeon jaune	Nat, fumé cuit	950	1	0,661	---	---	0,003	---	---
			1	1,048	---	---	0,005	---	---
			1	1,288	---	---	0,007	---	---
Lotte	P	< 300	1 <sup>a</sup>	0,014	0,014	0,036	Traces	0,000	0,000
	M	300-399	2	0,017-0,019	0,018 ± 0,001		Nil-Traces	0,000	
	G	≥ 400	2	0,049-0,081	0,065 ± 0,023		Traces	0,000	
Meunier noir	P	< 400	1 <sup>a</sup>	0,245	0,245	0,267	0,001	0,010	0,002
	M	400-499	1 <sup>a</sup>	0,483	0,483		Traces	0,000	
	G	≥ 500	2	0,125-0,213	0,169 ± 0,062		0,002-0,003	0,003 ± 0,001	

Tableau 1. Teneur en BPC et en mirex de la chair des espèces aquatiques de la région du lac Saint-Pierre (suite)

Espèce	Catégorie de longueur			Teneur en BPC (mg/kg) <sup>h</sup>			teneurs en mirex (mg/kg) <sup>h</sup>		
	Caté- gorie	Classes de long. (mm)	Nombre d'échan- tillons	Valeur ou domaines des valeurs	Valeur ou moyenne pour chaque catégorie de longueur	Moyenne pour l'espèce	Valeur ou domaines des valeurs	Valeur ou moyennes pour chaque catégorie de longueur <sup>i</sup>	Moyenne pour l'espèce
Meunier rouge	P	< 400	2	0,183-0,230	0,207 ± 0,033	0,249 ± 0,077	Nil-0,002	0,001 ± 0,001	0,001 ± 0,011
	M	≥ 400	1	0,334	0,334		0,001	0,001	
Perchaude	P	<175	1 <sup>a</sup>	0,030	0,030	0,025	Traces	0,000	0,000
	M	175-224	1 <sup>a</sup>	0,017	0,017		Traces	0,000	
	G	≥225	1 <sup>a</sup>	0,028	0,028		Traces	0,000	
Suceurs sp.	P	<300	1	0,035	0,035	0,230	Traces	0,000	0,002 ± 0,003
	M	300-400	3 <sup>c</sup>	0,025-0,055	0,210		Traces-0,004	0,001 ± 0,002	
	G	≥ 400	5	0,197-0,428	0,280 ± 0,154		Traces-0,010	0,003 ± 0,004	
Écrevisses	-	---	4 <sup>d</sup>	0,008-0,009	0,009	0,009	Nil	0,000	0,000
Grenouille Léopard	-	---	2 <sup>e</sup>	0,010-0,021	0,016	0,016	Nil	0,000	0,000

a Échantillon composé de l'homogénéat de deux individus

b Échantillon composé de l'homogénéat de trois individus

c Un des trois échantillons était composé de l'homogénéat de deux poissons

d Échantillon composé de 20 individus

e Échantillon composé de 10 individus

f Dont un échantillon composé de l'homogénéat de trois poissons

g Dont deux échantillons composés de l'homogénéat de deux poissons

h Les écarts types n'ont pas été calculés lorsqu'un échantillon consiste en un homogénéat de deux ou de plusieurs spécimens

i Les résultats "nil" et "traces" ont été considérés comme 0,000 pour le calcul des moyennes

des moyennes de moyennes puisque l'analyse d'un homogénat de plusieurs spécimens fournit déjà une teneur moyenne. Néanmoins, l'examen des teneurs moyennes pour chaque espèce (tableau 1) fait ressortir trois catégories de valeurs: celles situées en deçà de 0,1 mg/kg, les valeurs entre 0,1 et 1,0 mg/kg et celles supérieures ou égales à 1,0 mg/kg (tableau 2).

Dans la première catégorie se retrouvent les espèces de poissons à comportement pélagique par opposition aux espèces à comportement benthique, qui se placent plutôt dans la seconde catégorie. Le Doré jaune et la Carpe s'inscrivent néanmoins dans la seconde catégorie malgré le fait qu'ils manifestent un comportement se rapprochant plus du caractère pélagique que benthique. L'Anguille d'Amérique, quant à elle, demeure la seule de sa catégorie avec une teneur moyenne de 1,731 mg/kg, mais représente un cas particulier de par son comportement migratoire.

#### 2.2.1.2 Relation entre la taille et la teneur en BPC

L'examen du tableau 1 permet d'entrevoir une certaine relation entre la taille des individus de chaque espèce et la teneur en BPC de leur chair. Cette relation peut difficilement être mise en évidence compte tenu du nombre restreint de données pour la plupart des espèces. Toutefois, pour les espèces où le nombre de sujets ayant fait l'objet d'une mesure individuelle de contamination est de trois ou plus (annexe 4) nous avons estimé la régression. Ainsi en testant la corrélation par un test-t (Zar 1974), l'hypothèse d'une relation semble valable à  $P < 0,01$  pour l'Alose savoureuse ( $n = 3$ ,  $r = 1,00$ ) et le Doré jaune ( $n = 3$ ,  $r = 0,9958$ ), auxquels s'ajoutent la Carpe ( $n = 9$ ,  $r = 0,6492$ ), le Meunier rouge ( $n = 3$ ,  $r = 0,9877$ ) et les suceurs ( $n = 8$ ,  $r = 0,6766$ ) si la limite de confiance est assouplie à  $P < 0,05$ .

Tableau 2. Regroupement des espèces de poissons compte tenu de leur teneur moyenne en BPC

Domaine de valeurs (mg/kg)	Espèces	N	Teneur moyenne (mg/kg)
< 0,1	Achigan à petite bouche	3	0,062
	Alose savoureuse	3	0,089
	Barbotte brune	3	0,059
	Grand Brochet	7	0,079
	Lotte	5	0,036
	Perchaude	3	0,025
	0,1 à 1,0	Carpe	9
Doré jaune		5	0,279
Esturgeon jaune		1	0,661
Meunier noir		4	0,267
Meunier rouge		3	0,249
Suceurs sp.		9	0,230
≥ 1,0	Anguille d'Amérique	15	1,731

Cependant, la taille réduite des échantillons pour chaque espèce de même que la faiblesse des corrélations dans certains cas nous incitent à considérer cette relation comme une tendance générale plutôt qu'un fait absolu.

### 2.2.1.3 Poissons autres que l'Anguille d'Amérique

Les valeurs individuelles pour les 12 espèces de poissons varient de 0,017 à 0,669 mg/kg. Elles se situent donc toutes en deçà de la limite administrative de tolérance de 2,0 mg/kg adoptée par le gouvernement fédéral pour la commercialisation. Les valeurs moyennes pour chacune des espèces varient quant à elles de 0,025 à 0,279 mg/kg.

Les seules autres données disponibles pour les espèces de poissons autres que l'Anguille d'Amérique de la région du lac Saint-Pierre sont celles de Sloterdijk (1977).

Lors de cette étude, deux stations échantillonnées se trouvaient dans la région du lac Saint-Pierre soit une près du secteur des Îles de Berthier-Sorel et l'autre dans le couloir fluvial à la décharge du lac. Les poissons destinés aux fins d'analyse avaient alors été récoltés en 1975 et 1976.

Parmi ces deux stations les teneurs individuelles de six espèces de poissons (Barbotte brune, Doré jaune, Esturgeon jaune, Grand Brochet, Meunier noir et Perchaude) communes à la présente étude variaient de non détectées (ND) à 3,7 mg/kg (tableau 3). Les teneurs moyennes oscillaient de 0,4 à 2,3 mg/kg.

Bien que la taille de notre échantillon pour chacune des espèces soit plus petite que lors de l'étude de Sloterdijk (1977), il semble qu'une diminution de la contamination du poisson par les BPC soit intervenue depuis 1976. Cependant, il faut interpréter ces résultats

Tableau 3. Évolution des teneurs en BPC de la chair de six espèces de poissons de la région du lac Saint-Pierre

Espèce	Îles de Berthier-Sorel 1975-76 <sup>a</sup>			Décharge du lac 1975-76 <sup>a</sup>			Notre étude Zones 1, 2 et 8, 1984		
	N	Masse moy. (g)	BPC moy. (mg/kg)	N	Masse moy. (g)	BPC moy. (mg/kg)	N	Masse moy. (g)	BPC moy. (mg/kg)
Barbotte brune	25	359	1,0 (ND-2,1) <sup>b</sup>	20	304	0,4 (0,2-1,0)	6	271	0,059 (0,027-0,112)
Doré jaune	12	754	2,3 (1,3-3,7)	9	1070	0,6 (0,3-1,1)	9	1102	0,279 (0,100-0,669)
Esturgeon jaune	16	1853	1,9 (0,7-2,9)	1	600	0,7	1	5425	0,661
Grand Brochet	23	552	0,8 (0,3-2,3)	13	1300	0,6 (ND-1,5)	9	784	0,079 (0,021-0,203)
Meunier noir	4	851	1,1 (1,0-1,1)	14	731	0,5 (0,3-0,8)	6	996	0,267 (0,125-0,483)
Perchaude	23	247	1,1 (0,5-2,7)	22	253	0,5 (0,3-0,7)	6	68	0,025 (0,017-0,030)

a Sloterdijk (1977)

b Les chiffres entre parenthèses indiquent l'étendue des valeurs

avec précaution pour les raisons suivantes: 1) les poissons analysés en 1975 et 1976 étaient homogénéisés avec de la peau et des ossements comparativement aux nôtres où seuls les tissus musculaires furent analysés, alors que les graisses sous la peau sont susceptibles d'accumuler les BPC qui sont solubles dans les lipides; 2) les masses moyennes des poissons échantillonnés ne sont pas nécessairement comparables alors qu'il semble exister une certaine relation entre la taille des sujets et leur teneur en BPC.

Soulignons que depuis 1980, le gouvernement fédéral interdit l'utilisation des BPC dans tout nouveau produit. De plus, les efforts déployés pour l'assainissement des cours d'eau, tant au Québec qu'en Ontario, se sont intensifiés depuis cette époque. Il est donc possible que ces mesures aient eu une influence perceptible sur les niveaux de contamination en BPC au sein des communautés aquatiques du fleuve Saint-Laurent.

Trépanier (1984) remarque que les espèces de poissons les plus contaminées par les BPC sont soit des espèces vivant et se nourrissant près du fond, soit des espèces prédatrices de niveau trophique relativement élevé. Le regroupement en trois catégories de valeurs, tel que nous l'avons suggéré auparavant, tend à confirmer cette situation. En effet, la seconde catégorie de poissons les plus contaminés, abstraction faite de l'Anguille d'Amérique, regroupe des poissons vivant près du fond (meuniers, esturgeons) ou des grands prédateurs (dorés). Un autre prédateur, le Grand Brochet, se retrouve néanmoins dans la première catégorie. Des taux d'absorption différents ou de faibles teneurs corporelles en graisses pour cette dernière espèce comparativement à d'autres prédateurs pourraient être à l'origine de cette observation.

#### 2.2.1.4 Anguille d'Amérique

Compte tenu des résultats de Desjardins et al. (1983) en ce qui concerne la distinction à faire entre les anguilles résidentes et migratrices, nous avons voulu, par une approche séquentielle, déterminer les niveaux de contamination des captures effectuées à différentes époques de l'année. L'hypothèse de base consistait à supposer que les anguilles récoltées au printemps et à l'été seraient résidentes donc moins contaminées que celles prises à l'automne lors de leur avalaison en provenance des Grands Lacs.

Les résultats fragmentaires, compte tenu du faible nombre d'échantillons, laissent voir que les anguilles d'automne ( $4,081 \pm 1,434$  mg/kg) sont plus contaminées que celles de printemps et d'été combinées ( $1,141 \pm 0,835$  mg/kg), différence significative confirmée par le test-t de Student ( $P < 0,01$ ).

Desjardins et al. (1983) ont également déterminé pour l'Anguille d'Amérique les teneurs moyennes en BPC suivantes: les migratrices ( $3,53 \pm 3,29$  mg/kg) et les résidentes ( $1,16 \pm 1,53$  mg/kg) pour une moyenne globale de  $2,95 \pm 3,37$  mg/kg. Ces valeurs sont tout à fait comparables à celles que nous avons obtenues, bien que dans ce cas les écarts soient nettement plus élevés. Il se pourrait donc que la plupart des anguilles migratrices prises au lac Saint-Pierre dépassent la limite administrative de tolérance canadienne de 2,0 mg/kg contrairement aux anguilles résidentes dont les teneurs en BPC se situent le plus souvent au-dessous de cette limite.

#### 2.2.1.5 Écrevisses et amphibiens

Toutes les écrevisses analysées, appartenant aux espèces Orconectes virilis et Orconectes limosus renferment très peu de BPC (moyenne globale de 0,009 mg/kg). Il en est de même pour la Grenouille léopard dont la teneur des échantillons varie de 0,010 à 0,021 mg/kg.



## 2.2.2 Teneurs en mirex

### 2.2.2.1 Teneurs individuelles et moyennes sur l'ensemble du lac

Les teneurs en mirex dans la chair des spécimens analysés sont beaucoup plus faibles que celles en BPC et se retrouvent bien souvent en deçà du seuil de détection de 0,001 mg/kg (tableau 1). Pour l'ensemble des espèces, les teneurs **individuelles** varient de Nil à 0,252 mg/kg et les teneurs **mesurées**, de Nil à 0,337 mg/kg. Les teneurs **moyennes** pour chacune des espèces se situent entre Nil et 0,212 mg/kg.

Chez les poissons, on peut distinguer trois catégories qui seraient les suivantes: une première regroupant les espèces où les teneurs sont en deçà du seuil de détection (Nil ou traces), les espèces où la teneur mesurable se situe dans les millièmes de mg/kg et une dernière catégorie plus fortement contaminée où les teneurs sont supérieures ou égales à 0,01 mg/kg (tableau 4).

Ces trois catégories regroupent les mêmes espèces que celles retrouvées dans les catégories artificielles déterminées pour les BPC, à une exception près. Seule l'Alose savoureuse passe de la première catégorie pour les BPC à la seconde dans le cas du mirex.

### 2.2.2.2 Relation entre la taille et la teneur en mirex

Compte tenu de la faible teneur en mirex obtenue pour la plupart des espèces, il apparaît difficile de pouvoir démontrer l'existence d'une corrélation des teneurs avec la taille des spécimens. Soulignons simplement que dans le cas des anguilles de printemps, où le nombre de valeurs détectables est suffisant ( $n = 9$ ), la relation semble valable ( $r = 0,8607$ ,  $P < 0,01$ ).

Tableau 4. Regroupement des espèces de poissons compte tenu de leur teneur moyenne en mirex

Domaine de valeurs (mg/kg)	Espèce	N	Teneur moyenne (mg/kg)
< 0,001	Achigan à petite bouche	3	0,000
	Barbotte brune	3	0,000
	Grand Brochet	7	0,000
	Lotte	5	0,000
	Perchaude	3	0,000
0,001 à 0,009	Alose savoureuse	3	0,001
	Carpe	9	0,001
	Doré jaune	5	0,008
	Esturgeon jaune	1	0,003
	Meunier noir	4	0,002
	Meunier rouge	3	0,001
	Suceurs sp.	9	0,002
≥ 0,01	Anguille d'Amérique	14	0,103

### 2.2.2.3 Poissons autres que l'Anguille d'Amérique

Parmi les 13 espèces de poissons analysées, à l'exception de l'Anguille d'Amérique, les teneurs individuelles en mirex sont toutes au-dessous de la norme de 0,1 mg/kg adoptée par le gouvernement canadien pour la commercialisation (Santé et Bien-être Social Canada 1977). Les teneurs individuelles oscillent entre Nil et 0,029 mg/kg. D'autres chercheurs ont également mentionné n'avoir pas ou peu trouvé de mirex dans des échantillons de Barbotte brune (Nil), de Doré jaune (0,003 mg/kg) et de Perchaude (Nil) récoltés dans la région du lac Saint-Pierre (Carbonneau et Axelsen 1982).

### 2.2.2.4 Anguille d'Amérique

Pour cette espèce, la situation reliée à la contamination par le mirex se présente différemment. En effet, une proportion assez élevée des spécimens ou groupes de spécimens (33%) serait impropre à la commercialisation sur le marché nord américain. La teneur moyenne des spécimens pris tant à l'automne qu'au printemps et qu'à l'été (n = 15) s'élève à  $0,103 \pm 0,123$  mg/kg.

En examinant la situation selon la provenance des anguilles il semble que les anguilles résidentes (n = 12) avec une teneur moyenne en mirex de  $0,075 \pm 0,103$  mg/kg sont moins fortement contaminées que les anguilles migratrices (n = 3) qui présentent une teneur moyenne de  $0,212 \pm 0,160$  mg/kg (test-t,  $P < 0,10$ ). La teneur moyenne dans les anguilles résidentes reste quand même très près de la norme et seules des mesures additionnelles permettraient de préciser la question.

Dans leur étude de contamination par le mirex des anguilles du lac Saint-Pierre, Desjardins et al. (1983) ont obtenu une concentration moyenne de  $0,062 \pm 0,110$  mg/kg (n = 162), alors que 64% des spécimens contaminés étaient des anguilles migratrices. Cette teneur moyenne

est inférieure de moitié environ à celle des anguilles de la présente étude bien que la masse moyenne des anguilles des deux études soit équivalente. Pourtant, notre échantillon comporterait plus d'anguilles résidentes (53%) que celui de l'étude de Desjardins et al. (21%). Soulignons cependant que les méthodes analytiques ne sont pas semblables.

La taille critique des anguilles de printemps sous laquelle les teneurs en mirex sont inférieures à la norme de 0,1 mg/kg est de 874 mm, et fut estimée selon l'équation résultant de l'analyse de régression suivante:  $\text{mirex} = -1,036 + 0,0013 \text{ Lt}$  ( $n = 9$ ;  $r = 0,8607$ ). Il s'avère impossible de fournir une taille critique pour les anguilles d'été ou d'automne en raison du nombre restreint d'analyses dont nous disposons.

#### 2.2.2.5 Écrevisses et amphibiens

Aucune teneur en mirex n'a été détectée chez les écrevisses et la Grenouille léopard.

### 2.3 Conclusion

Les résultats de la présente étude font ressortir que seule l'Anguille d'Amérique dépasse la limite administrative de tolérance de 2,0 mg/kg pour les BPC et la norme de 0,1 mg/kg pour le mirex fixées par le ministère canadien de la Santé et du Bien-être social. La plupart des anguilles ainsi contaminées appartiendraient aux populations migratrices d'automne.

Les autres espèces de poissons du lac Saint-Pierre, de même que les écrevisses et les grenouilles, ne présentent pas de teneurs limitant leur commercialisation selon les normes ou limites administratives de

tolérance nord-américaines actuellement en vigueur pour les BPC et le mirex.

Toutefois, compte tenu de la difficulté que comporte le traitement statistique des résultats d'analyses en substances toxiques provenant d'échantillons constitués de l'homogénéat de plusieurs spécimens, nous suggérons vivement que des analyses individuelles soient effectuées pour chaque spécimen. Cette pratique permettrait ainsi d'établir plus facilement la taille critique de mise en marché des diverses espèces de poissons, dans le cas où l'une ou l'autre d'entre elles présenterait des teneurs s'approchant de la limite administrative de contamination interdisant la commercialisation.

### 3. MERCURE

Les difficultés rencontrées lors du traitement statistique des résultats de 1983 portant sur les BPC et le mirex couplées à l'incohérence des méthodes d'analyse des études antérieures faisaient ressortir le besoin d'adopter une méthodologie permettant d'obtenir une image significative de la contamination du poisson par des substances toxiques.

Les travaux de la deuxième année d'étude, portant sur la contamination du poisson par le mercure (Hg) ont été orientés de telle sorte qu'ils nous permettent: 1) d'actualiser et d'obtenir une image statistiquement significative du niveau de contamination des espèces cibles, 2) de développer des outils de prédiction, et 3) de mettre au point une approche standard relative au prélèvement et à la préparation des échantillons de même qu'au traitement des résultats.

Les analyses de mercure ont porté sur 152 spécimens de neuf espèces de poissons et sur 20 écrevisses récoltés en 1984.

#### 3.1 Matériel et méthodes

##### 3.1.1 Échantillonnage et préparation des échantillons

La majorité des espèces de poissons et d'écrevisses proviennent des verveux des pêcheurs commerciaux. Les esturgeons, pour leur part, ont été pris avec des filets maillants dont les mailles étirées mesuraient 19 cm. Les poissons ainsi récoltés étaient rapportés aux poissonneries pour y être congelés entiers. Lorsque le nombre requis de chacune des espèces recherchées était atteint, on recueillait tous les spécimens afin de les préparer pour les analyses.

Au laboratoire, les poissons étaient décongelés pour être individuellement pesés, mesurés, puis mis en filet et déposés dans des sacs de polyéthylène ("Whirl pak") pour être congelés à nouveau; le sexe fut également déterminé. Pour les espèces cibles, une attention particulière a été apportée à la sélection des spécimens destinés aux analyses, afin de bien couvrir les trois classes de taille (petit, moyen et grand) avec un nombre de spécimens suffisant pour permettre un traitement statistique (annexe 5). Les autres espèces ont fait l'objet d'une analyse à titre exploratoire.

La détermination de la teneur en mercure a porté sur les tissus musculaires exempts de peau, de sang et d'ossements. La préparation des échantillons consistait en une homogénéisation individuelle répétée (3 à 4 fois) des tissus à l'aide d'un hachoir à viande en acier trempé.

La manipulation des tissus s'effectuait toujours en portant des gants de chirurgie. On nettoyait d'abord à l'eau distillée puis à l'alcool absolu tous les instruments, appareils ou contenants devant être utilisés. Le broyeur, pour sa part, était nettoyé entre chaque échantillon. Une portion de chair homogénéisée d'environ 25 g pour chacun des spécimens a été individuellement déposée dans des sacs de polyéthylène et recongelée entre -10 et -20°C.

Toutes les analyses ont été réalisées sur des poissons individuels. Il n'y eut pas d'homogénats de plusieurs poissons comme dans le cas de l'analyse des teneurs en BPC et en mirex.

### 3.1.2 Analyse chimique

La détermination de la teneur en mercure dans le poisson a été réalisée par les laboratoires de la compagnie Éco-Recherche Canada. La méthode analytique qu'ils ont employée provient du ministère de

l'Environnement de l'Ontario et s'intitule: "High temperature acid digestion for determination of mercury in environmental samples" (Ministry of Environment Ontario 1975). La description de cette méthode apparaît à l'annexe 6.1. En guise de contrôle de qualité, des échantillons ont aussi été analysés par les laboratoires du ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ) à Montréal, où l'on a utilisé la méthode analytique normalement reconnue par le Bureau des études sur les substances toxiques (BEST) et connue sous l'appellation de "Dosage du mercure par absorption atomique sans flamme" (Uthe et al. 1970) tel que décrit à l'annexe 6.2. Les analyses ont porté sur le mercure sous sa forme totale, ne faisant aucune distinction entre sa forme méthylée ou organique. La limite de détection des deux méthodes se situe à 0,02 mg/kg.

### 3.1.3 Contrôle de qualité

Le protocole suivi pour s'assurer de la validité des résultats d'analyse s'inspire de trois grandes recommandations apportées par Rickus (1984) lors d'une étude de contrôle de qualité auprès de laboratoires commerciaux aux États-Unis: 1) sélectionner avec précaution le laboratoire qui devra réaliser toutes les analyses, 2) ajouter un contrôle de qualité indépendant de celui que s'imposent habituellement les laboratoires (échantillons fantômes), et 3) insister pour obtenir la description complète des méthodes analytiques et les résultats des contrôles internes de qualité.

En premier lieu, nous avons procédé à l'envoi de 10% du nombre total des échantillons pour une analyse préliminaire en triplicata au laboratoire commercial retenu, ainsi qu'au laboratoire du MENVIQ considéré ici à titre de laboratoire témoin. C'est ainsi que 20 échantillons de poissons, 10 meuniers du lac Saint-Pierre et 10 dorés jaunes du réservoir Gouin ont été transmis en trois exemplaires individuels aux deux laboratoires. Les résultats de ces analyses en triplicata



se retrouvent aux annexes 7.7, 7.8 et 8.1. Une différence maximale de 25% dans les résultats d'analyse entre les deux institutions constituait le seuil d'acceptabilité (R. Schetagne, comm. pers.)<sup>1</sup>.

En second lieu, nous avons réintroduit ces mêmes échantillons à deux reprises dans les analyses subséquentes, afin de valider les mesures obtenues.

Enfin, 10% de tous les échantillons transmis au laboratoire commercial ont été analysés en triplicata afin d'évaluer la variabilité individuelle des teneurs en mercure pour un même filet de poisson.

Le premier exercice a démontré que les teneurs en mercure de la chair des poissons obtenues par le laboratoire d'Éco-Recherche étaient toutes supérieures à celles du laboratoire du MENVIQ, mais que l'écart demeurait relativement constant (figure 2). Cette différence observée dans les analyses entre les deux laboratoires était d'environ 0,18 mg/kg. De plus, puisqu'il ne semblait pas exister d'augmentation des teneurs en mercure de la chair en fonction de la masse chez les meuniers, nous avons pu déterminer statistiquement à l'aide d'un test-t de Student, qu'il y avait une différence significative ( $P < 0,001$ ) entre les analyses de meuniers de chacun des deux laboratoires.

Pour rétablir l'exactitude des mesures, les deux laboratoires ont procédé à une analyse conjointe de solutions standards et d'échantillons de poissons de concentration connue en mercure ce qui a permis d'étalonner la courbe standard du laboratoire d'Éco-Recherche de

---

1 Société d'énergie de la Baie James

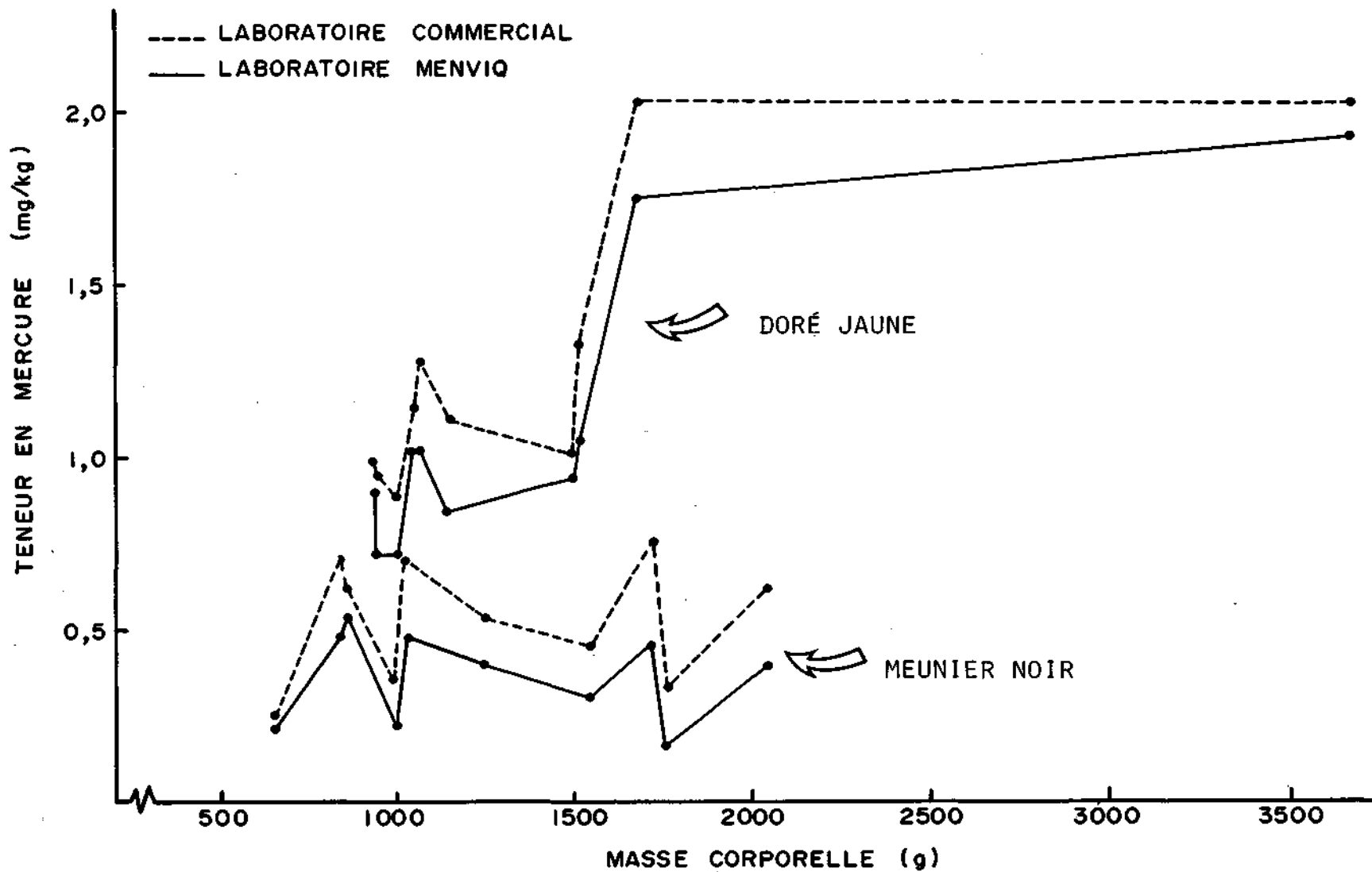


Figure 2. Résultats de l'analyse préliminaire effectuée par deux laboratoires des teneurs en mercure retrouvées dans la chair de meuniers du lac Saint-Pierre et de dorés jaunes du réservoir Gouin en relation avec la masse de spécimens

façon comparable à celle du MENVIQ. Ainsi, les teneurs en mercure des échantillons témoins de meuniers réintroduits dans les analyses subséquentes sont semblables à celles obtenues par le MENVIQ lors du pré-test (test-t,  $P < 0,05$ ). Cette dernière vérification tend ainsi à confirmer la validité des résultats d'analyse présentés dans le présent travail.

Afin d'apprécier la précision des analyses en mercure, nous avons également calculé l'écart type de la variation que comporte l'analyse successive d'un même échantillon de poisson réalisée au cours d'une même série ou de séries différentes (American Public Health Association et al. 1975). Cette statistique porte sur 27 spécimens du lac Saint-Pierre, parmi lesquels nous avons éliminé le poisson où la variation est la plus petite et celui où elle est la plus grande. La variation moyenne est de 0,05 mg/kg (0,01 - 0,18 mg/kg) avec un écart type de 0,04 mg/kg. Ceci revient à dire que le niveau de précision maintenu est de l'ordre de 0,04 mg/kg dans le cas présent. Cette procédure choisie est la plus sévère puisqu'elle intègre toutes les causes de variabilité incluant celle reliée à l'homogénéité des échantillons.

#### 3.1.4 Traitement statistique des données

Les résultats contenus dans ce chapitre ont été analysés par les méthodes statistiques décrites dans l'ouvrage de Zar (1974). Les données brutes qui ont servi au traitement sont regroupées à l'annexe 7.

### 3.2 Résultats et discussion

La procédure adoptée pour traiter les résultats est basée sur les recommandations formulées par Penn (1978) lors d'une étude de la contamination des poissons du nord québécois par le mercure.

### 3.2.1 Contamination de la chair des poissons et des crustacés par le mercure sur l'ensemble du lac

Le tableau 5 présente les teneurs moyennes et l'étendue des valeurs en mercure retrouvées dans la chair de neuf espèces de poissons et dans celle de deux espèces d'écrevisses récoltées au lac Saint-Pierre au cours de l'année 1984.

La contamination des espèces de poissons s'inscrit en décroissance comme suit: Doré jaune, Meuniers, Grand Brochet, Perchaude, Barbotte brune, Crapet-soleil, Esturgeon jaune et Achigan à grande bouche.

En principe, les espèces prédatrices sont habituellement les plus contaminées. On remarque cependant que les teneurs en mercure trouvées dans la chair des meuniers sont supérieures à celles des brochets. Il faut toutefois noter que la masse moyenne des meuniers noirs (1 122 g) est nettement plus élevée que celle des grands brochets (741 g), ce qui peut possiblement expliquer ce résultat inhabituel.

Par ailleurs, la teneur moyenne obtenue pour les dorés est environ deux fois supérieure à celle des brochets. Bien que la taille moyenne des deux espèces prédatrices soit équivalente, on enregistre une masse moyenne plus élevée chez les dorés jaunes. Mathers et Johansen (1985) ont déterminé que le taux d'accumulation du mercure dans la chair de dorés était plus élevé que pour les brochets. Selon ces auteurs, une plus grande ingestion de nourriture chez les dorés et une différence dans la composition spécifique des proies entre les deux prédateurs seraient à l'origine de cette observation.

Seul le Doré jaune montre une teneur moyenne supérieure à la limite administrative de tolérance canadienne de 0,5 mg/kg. Les autres espèces présentent généralement un niveau de contamination moyen inférieur à cette valeur de référence.

Tableau 5. Teneurs moyennes et étendues des mesures en mercure mises en relation avec les paramètres biométriques de certaines espèces de la faune aquatique du lac Saint-Pierre

Espèce	N	Longueur totale (mm)			Masse (g)			Teneur en mercure (mg/kg)		
		$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	Étendue des valeurs	$\bar{X}$	$S_{\bar{X}}$	Étendue des valeurs	$\bar{Y}$	$S_{\bar{Y}}$	Étendue des valeurs
Achigan à grande bouche	5	181	76	132-308	156	223	31-548	0,15	0,11	0,06-0,33
Barbotte brune	24	245	64	155-340	268	214	41-671	0,23	0,11	0,11-0,60
Crapet-soleil	16	173	25	136-209	158	69	76-260	0,18	0,06	0,10-0,39
Doré jaune	24	440	85	330-663	945	711	329-3500	0,64	0,36	0,24-1,47
Esturgeon jaune	9	1023 <sup>b</sup>	63	965-1080	6520 <sup>b</sup>	1183	5440-7600	0,16	0,10	0,04-0,33
Grand Brochet	36	468	146	285-965	741	780	122-3455	0,36	0,20	0,12-0,92
Meunier noir	20	434	67	245-546	1122	450	184-2040	0,43	0,22	0,16-1,16
Meunier rouge	2	387	--	385-389	660	--	--	0,38	--	0,30-0,45
Perchaude	16	211	37	162-269	148	84	50-287	0,30	0,14	0,15-0,67
Écrevisses										
<u>Orconectes limosus</u> <sup>a</sup>	10	--	--	--	--	--	--	0,15	--	--
<u>O. virilis</u> <sup>a</sup>	10	--	--	--	--	--	--	0,13	--	--

a Homogénat de 10 spécimens

b La moyenne des longueurs et des masses est calculée à partir de mesures approximatives

### 3.2.2 Variation de la contamination à l'intérieur du lac

Dans le but de déterminer s'il existait au lac Saint-Pierre des différences significatives de contamination entre les divers sites qui furent échantillonnés, nous avons comparé les teneurs en mercure des poissons regroupés par espèce selon leur provenance. Cet examen porte sur les six espèces ichtyennes pour lesquelles nous possédons suffisamment de données: la Barbotte brune, le Crapet-soleil, le Doré jaune, le Grand Brochet, le Meunier noir et la Perchaude.

Les poissons ont été regroupés selon les grands secteurs du lac<sup>1</sup>: la rive sud (zones 2 et 3), la rive nord (zones 4, 7 et 8), l'entrée du lac à l'ouest (zones 7 et 8) et enfin son exutoire à l'est (zones 3 et 4). La teneur moyenne en mercure de même que la taille moyenne des spécimens ont été analysées à l'aide d'un test-t de Student afin de déceler, pour une espèce donnée, les différences entre les divers grands secteurs du lac. Les poissons provenant de la rive sud ont ainsi été comparés à ceux prélevés sur la rive nord et, à l'opposé, les spécimens capturés à l'entrée du lac furent confrontés à ceux qui ont été pêchés dans les zones à la sortie du lac. Les résultats de ces analyses sont illustrés à la figure 3.

En premier lieu, notons que dans tous les cas la longueur totale moyenne des poissons d'une même espèce appartenant aux différents groupes de provenance est comparable ( $P < 0,05$ ). De façon générale, on obtient des teneurs en mercure plus élevées pour les spécimens des zones de la rive sud comparativement aux sujets des zones de la rive nord. Une différence significative ( $P < 0,10$  ou  $P < 0,05$ ) confirme cette situation pour les barbottes brunes, les crapets-soleil ainsi

---

1 Aucun spécimen pour les zones 1 et 6

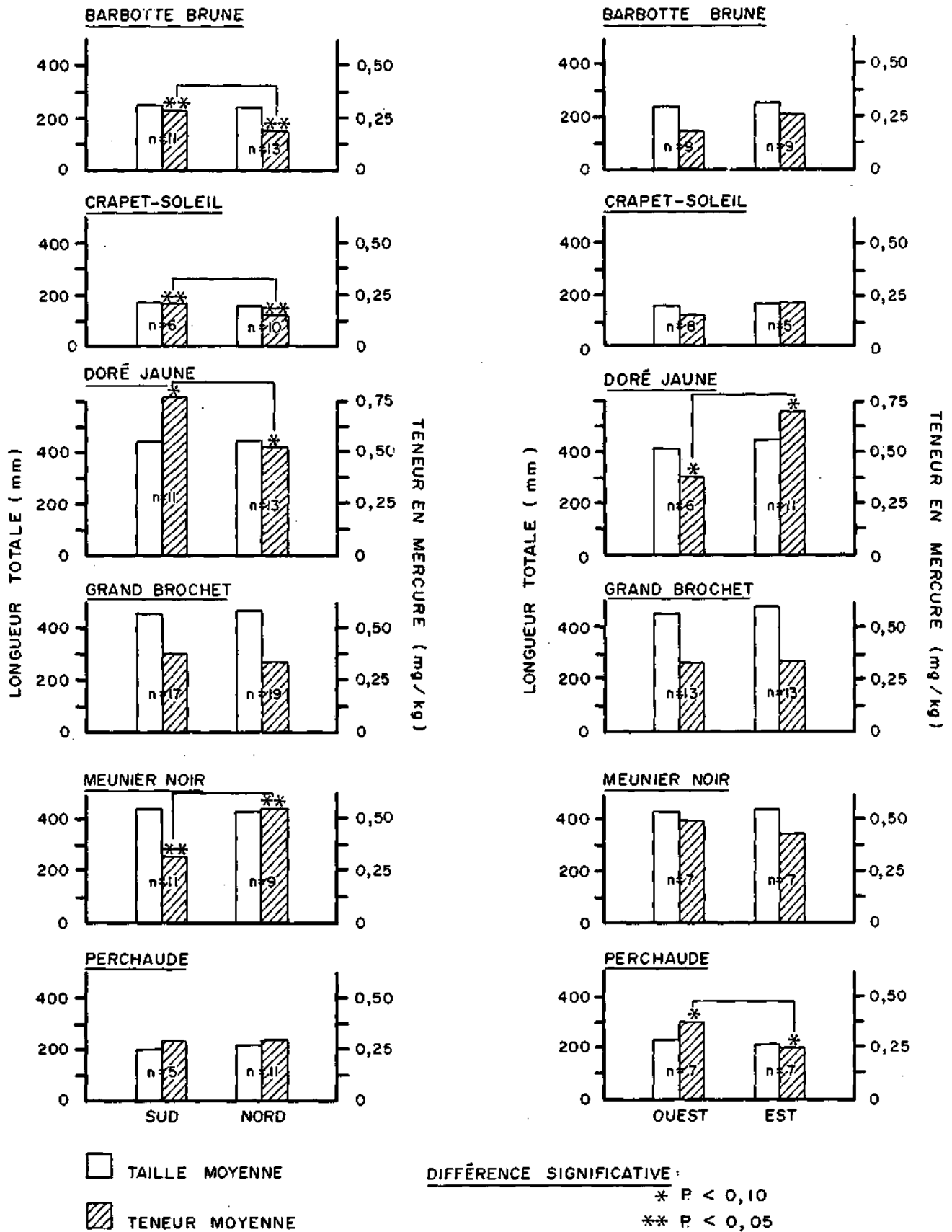


Figure 3. Teneur moyenne en mercure et taille moyenne de six espèces de poissons selon leur provenance parmi les grands secteurs du lac Saint-Pierre

que les dorés jaunes. A l'inverse, seuls les meuniers noirs pris sur la rive nord présentent des teneurs en mercure significativement supérieures aux meuniers noirs pêchés sur la rive sud ( $P < 0,05$ ).

Il semble plus difficile de détecter l'existence d'une différence de contamination entre les poissons recueillis dans les engins installés à proximité de l'entrée et ceux récoltés aux environs de la décharge du lac. Les données présentées dans l'étude Sloterdijk (1977) tendent également à appuyer ce fait. Des différences significatives ( $P < 0,10$ ) ont cependant été trouvées chez les dorés jaunes et les perchaudes, la première espèce étant plus fortement contaminée à l'est du lac et la seconde, inversement, à l'ouest de la nappe d'eau.

Ces résultats doivent cependant être interprétés avec prudence puisque la variabilité individuelle du niveau de contamination pour chaque espèce est élevée, et peut être modulée par des facteurs aussi diversifiés que l'âge, la croissance, la diète, la qualité de l'habitat, les déplacements et les migrations.

Néanmoins, ces résultats nous laissent croire à la possibilité qu'il puisse effectivement exister des différences d'accumulation du mercure dans la chair des poissons selon les différentes zones du lac Saint-Pierre. En effet, le partage des eaux brunes en provenance de la rivière des Outaouais, au nord, et des eaux claires des Grands Lacs, au sud, se fait sentir jusqu'en aval de Trois-Rivières (Sloterdijk 1977). Cet auteur a également signalé, dans la région environnante de Montréal, des teneurs en mercure plus élevées pour les poissons de la rive sud du fleuve comparativement aux poissons provenant des eaux brunes de la rive nord.



### 3.2.3 Variation de la contamination selon la taille des poissons

L'accroissement de la bioconcentration du mercure au sein des populations de poissons du lac Saint-Pierre a été traité à l'aide d'une analyse de régression que nous avons effectuée pour chacune des espèces où le nombre d'échantillons analysés était suffisant. Elle met en relation la teneur en mercure accumulée dans les tissus musculaires avec la taille ou la masse des spécimens. Un sommaire de cet examen se retrouve au tableau 6. L'illustration de la dispersion des points pour les relations étudiées apparaît aux figures 4 à 10. Nous avons soumis la pente des droites obtenues à l'épreuve d'un test-F de Fisher, afin de vérifier que dans chacun des cas, elles ne sont pas nulles. Soulignons aussi que les spécimens ont été regroupés sans égard aux différences observées chez certaines espèces entre les teneurs moyennes en mercure des poissons provenant de différentes zones, et ce, puisque aucune amélioration significative des corrélations n'apparaît lorsque les analyses de régression sont effectuées séparément pour les secteurs nord et sud ou est et ouest du lac Saint-Pierre (test-t,  $P < 0,05$ ). De plus, pour chacune de ces espèces où l'on observe une différence spatiale de contamination, les pentes se sont avérées comparables à celles des régressions calculées sur l'ensemble des spécimens (test-t,  $P < 0,05$ ).

On obtient une corrélation significative entre la taille et la teneur en mercure retrouvée dans la chair de l'Achigan à grande bouche, de la Barbotte brune, du Doré jaune et de la Perchaude.

En ce qui touche la relation masse-teneur, elle vaut aussi pour les mêmes espèces, auxquelles s'ajoute le Crapet-soleil. Il est intéressant de noter qu'à l'exception de la Barbotte brune, ces espèces se classent toutes dans l'ordre des Perciformes.

Tableau 6. Analyses de régression des teneurs en mercure (Hg) en mg/kg retrouvées dans la chair des poissons du lac Saint-Pierre mises en relation avec la longueur totale (Lt) en mm ou la masse (M) en g, sous la forme arithmétique  $y = a + bx$

Espèce	N	Équations des droites de régression	$S_{x.y}^a$	$r^b$	$r^2$	Probabilité $c$
Achigan à grande bouche	5	[Hg] = -0,1115 + 0,0014 LT [Hg] = 0,0726 + 0,0005 M	0,0574 0,0819	0,9760 0,9612	0,9527 0,9239	P < 0,005 P < 0,02
Barbotte brune $d$	23	[Hg] = 0,0451 + 0,0007 LT [Hg] = 0,1493 + 0,0002 M	0,0614 0,1105	0,6323 0,6692	0,3998 0,4398	P < 0,002 P < 0,001
Crapet-soleil	16	LT vs [Hg] Pas de corrélation [Hg] = 0,1046 + 0,0005 M	0,0700	0,4361 $e$ 0,5266	0,1902 0,2773	P > 0,05 P < 0,05
Doré jaune	24	[Hg] = -0,4673 + 0,0025 LT [Hg] = 0,3320 + 0,0003 M	0,3116 0,3498	0,5902 0,6435	0,3483 0,4141	P < 0,005 P < 0,001
Grand Brochet	36	LT vs [Hg] Pas de corrélation M vs [Hg] Pas de corrélation		0,3464 $e$ 0,4287 $e$	0,1200 0,1838	P > 0,05 P > 0,05
Meunier noir	20	LT vs [Hg] Pas de corrélation M vs [Hg] Pas de corrélation		0,2971 $e$ 0,2369 $e$	0,0883 0,0561	P > 0,2 P > 0,5
Perchaude	16	[Hg] = -0,3086 + 0,0029 LT [Hg] = 0,1063 + 0,0013 M	0,1140 0,1126	0,7421 0,7484	0,5512 0,5602	P < 0,001 P < 0,001

a  $S_{x.y}$  est l'erreur type de la droite d'estimation

b Aucune différence significative observée entre les coefficients de corrélation ( $P < 0,05$ )

c Établie selon Zar (1974)

d Équation calculée en éliminant une valeur douteuse

e Coefficient de corrélation non soumis au test

Fig. A

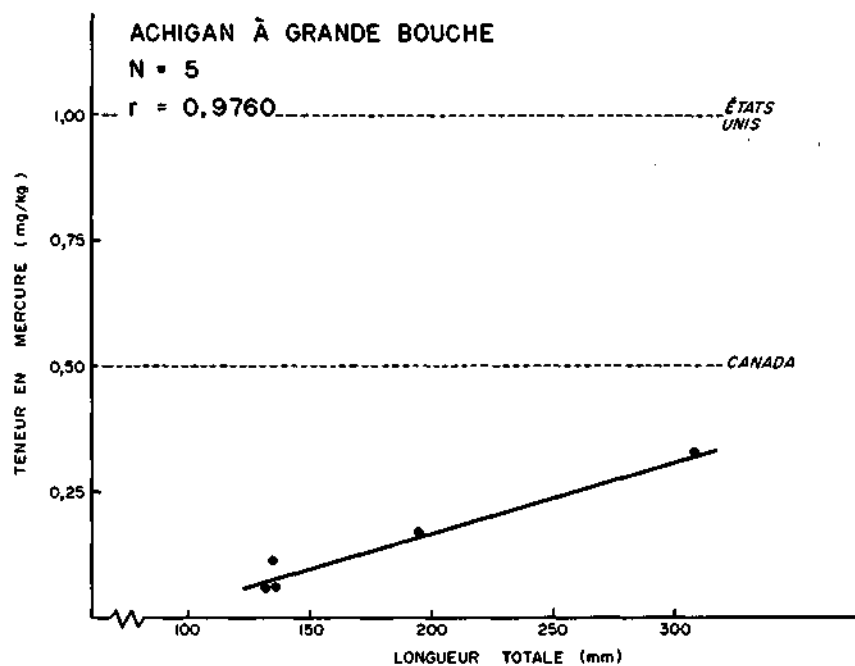


Fig. B

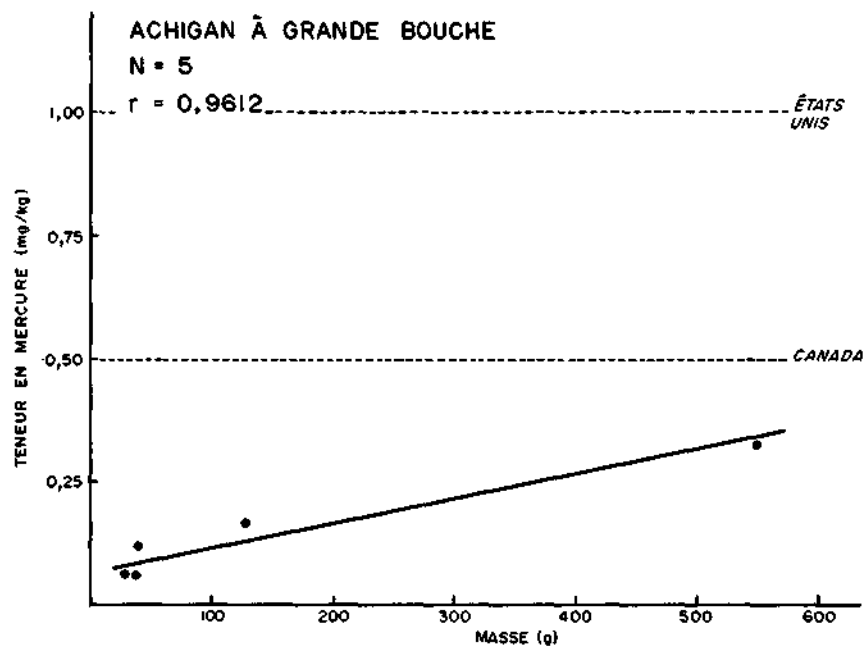


Figure 4. Relation des teneurs en mercure de la chair des achigans à grande bouche du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens

Fig. A,  $y = 0,1115 + 0,0014 x \pm 0,0574$

Fig. B,  $y = 0,0726 + 0,0005 x \pm 0,0819$

--- limite administrative de tolérance

Fig. A

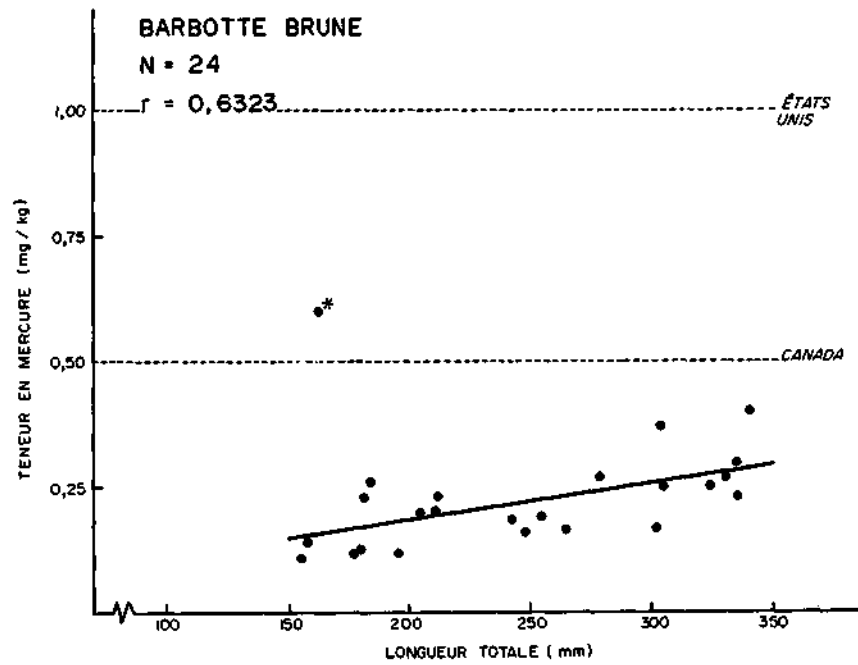


Fig. B

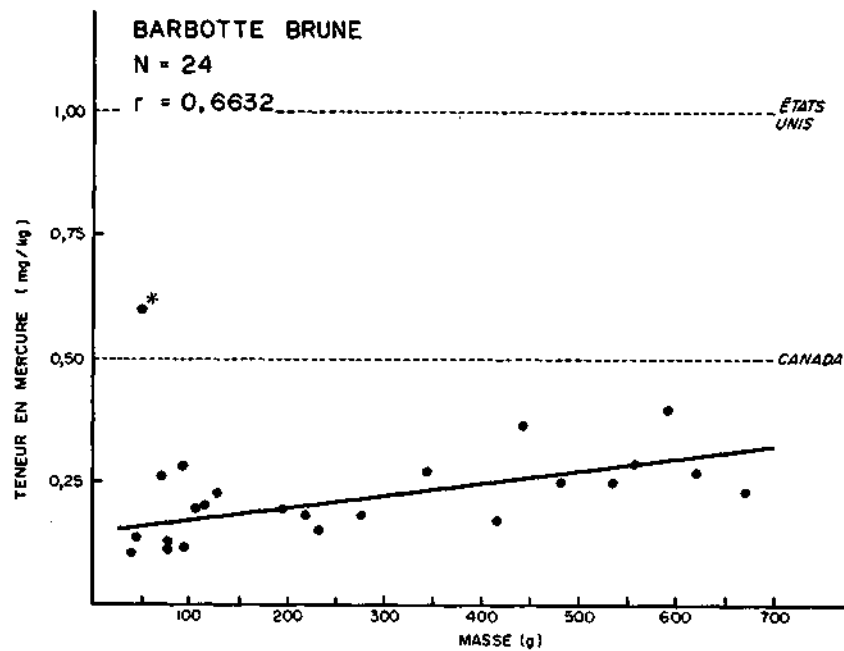


Figure 5. Relation des teneurs en mercure de la chair des barbottes brunes du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens

Fig. A,  $y = 0,0451 + 0,0007 x \pm 0,0614$

Fig. B,  $y = 0,1493 + 0,0002 x \pm 0,1105$

--- limite administrative de tolérance

\* valeur douteuse exclue du calcul de la relation

Fig. A

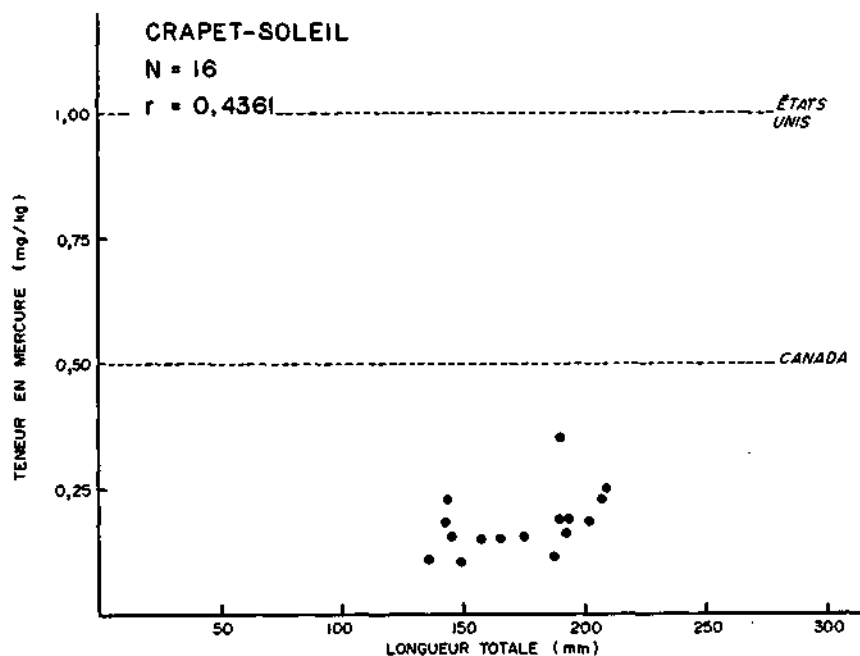


Fig. B

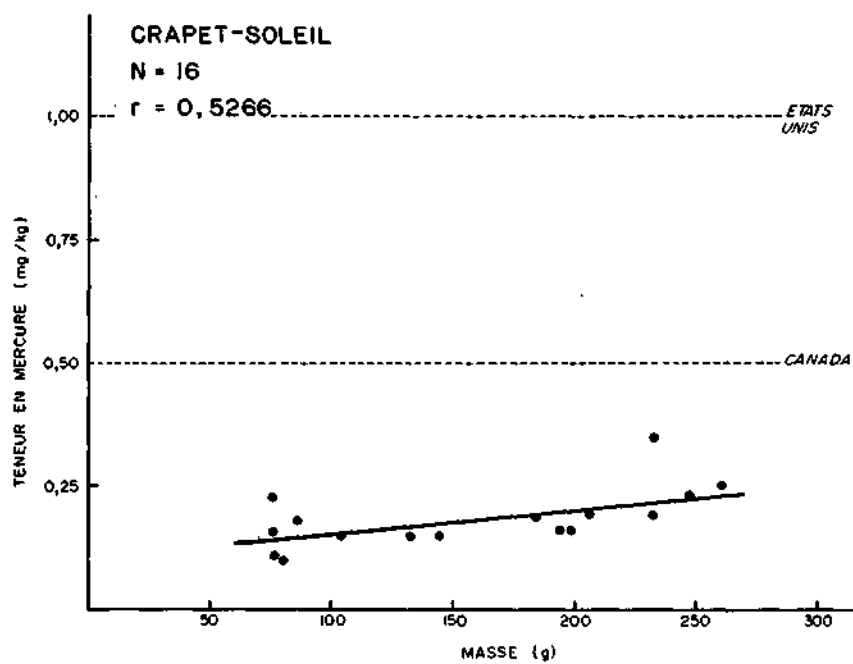


Figure 6. Relation des teneurs en mercure de la chair des crapets-soleil du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens

$$\text{Fig. B, } y = 0,1046 + 0,0005 x \pm 0,0700$$

--- limite administrative de tolérance

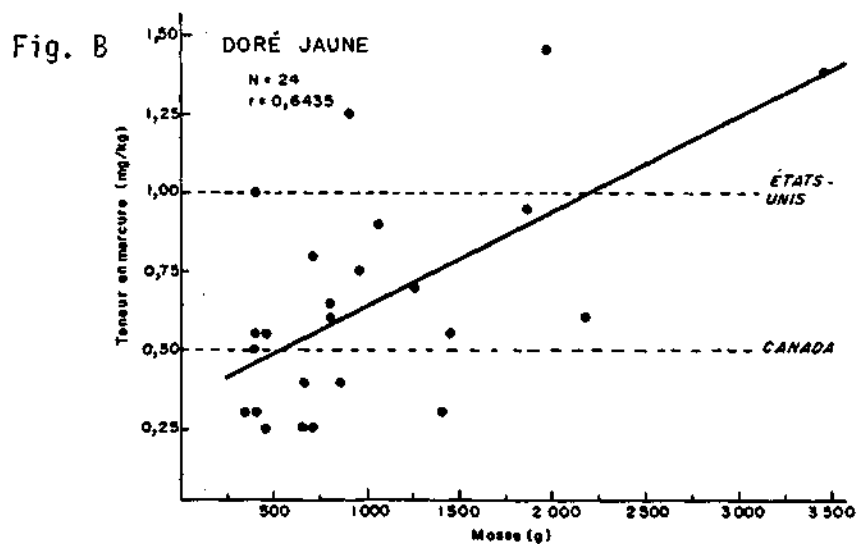
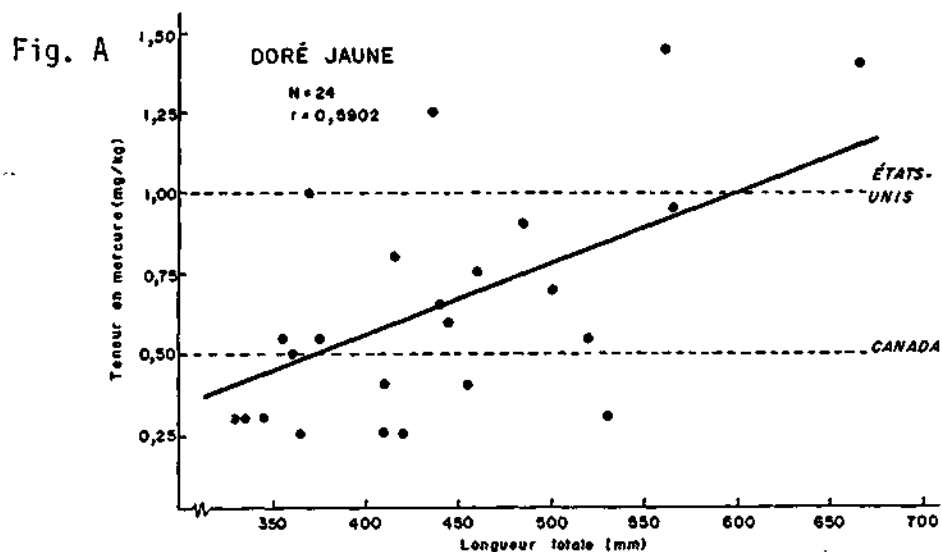


Figure 7. Relation des teneurs en mercure de la chair des dorés jaunes du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens

Fig. A,  $y = -0,4673 + 0,0025 x \pm 0,3116$

Fig. B,  $y = 0,3320 + 0,0003 x \pm 0,3498$

--- limite administrative de tolérance

Fig. A

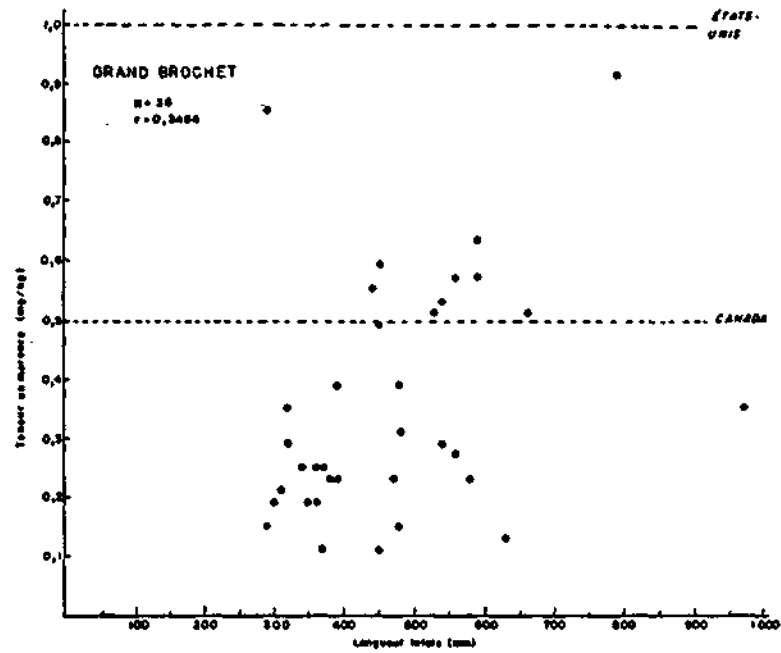


Fig. B

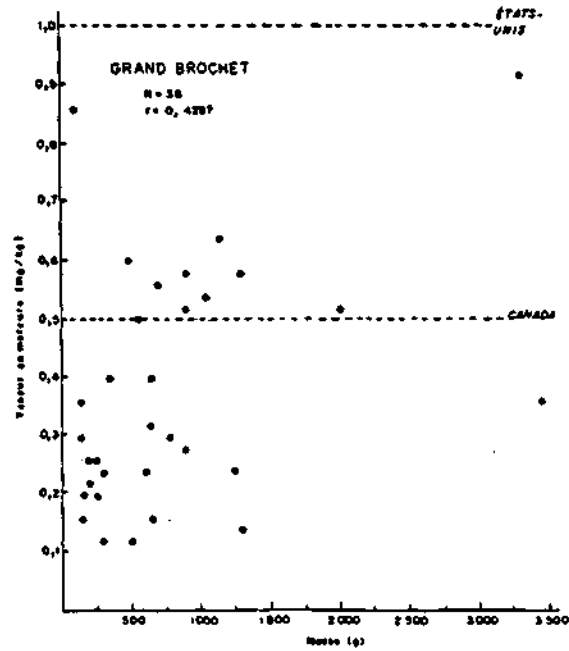


Figure 8. Teneurs en mercure de la chair des grands brochets du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens

--- limite administrative de tolérance

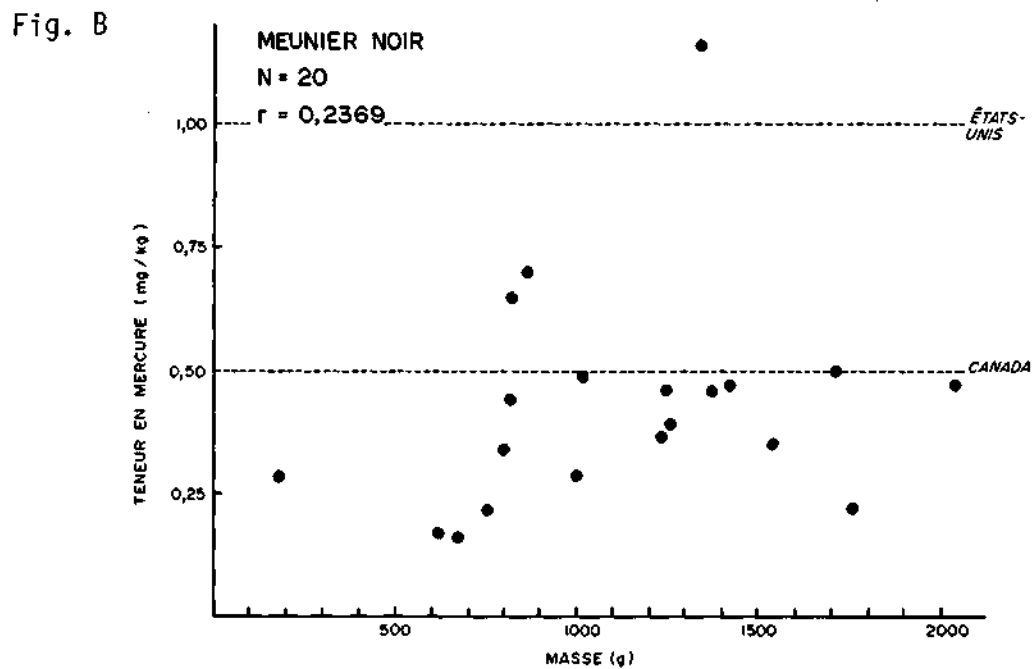
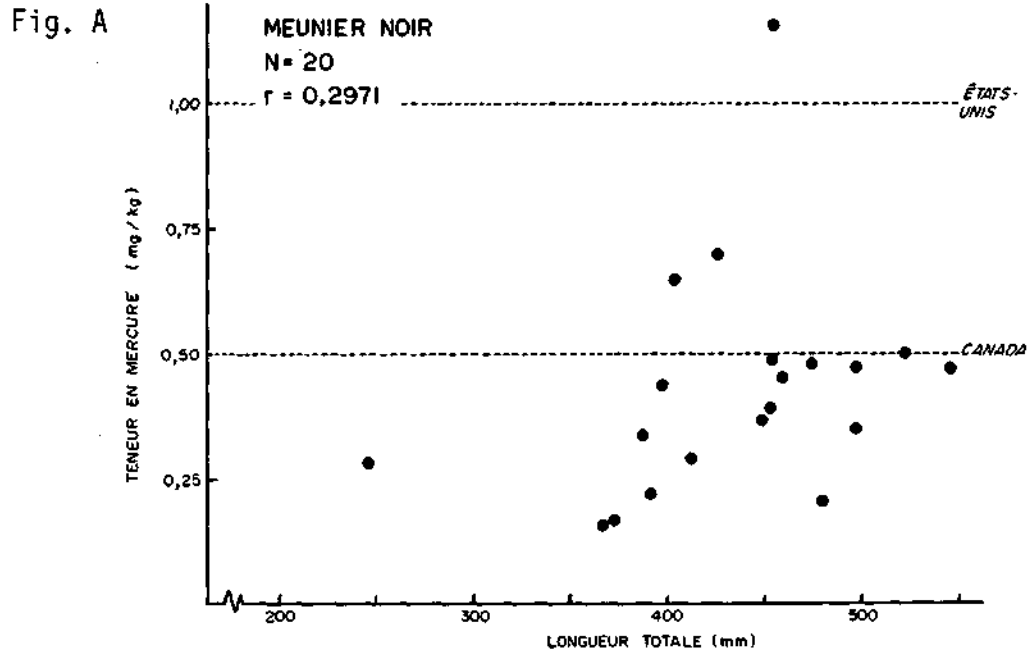


Figure 9. Teneurs en mercure de la chair des meuniers noirs du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens

--- limite administrative de tolérance



Fig. A

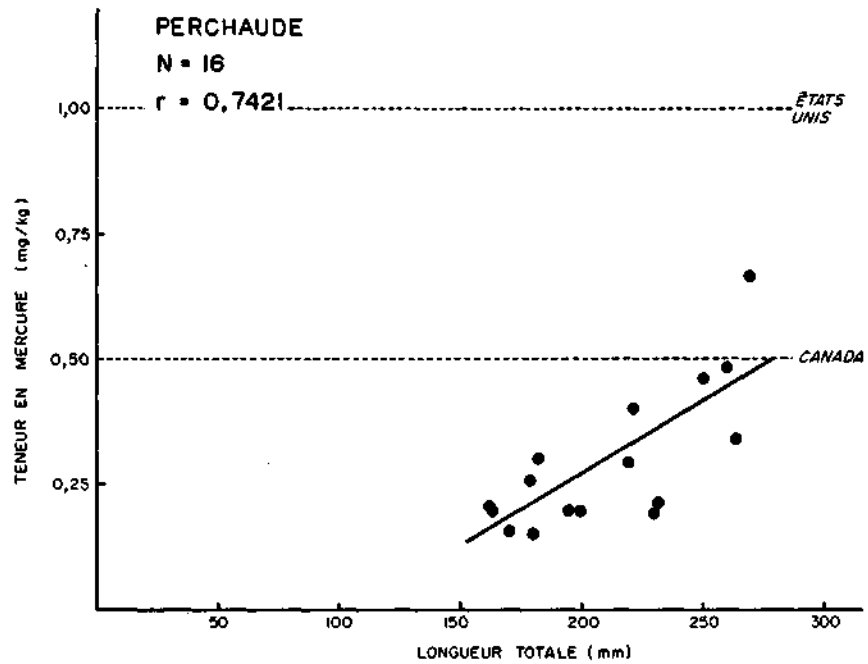


Fig. B

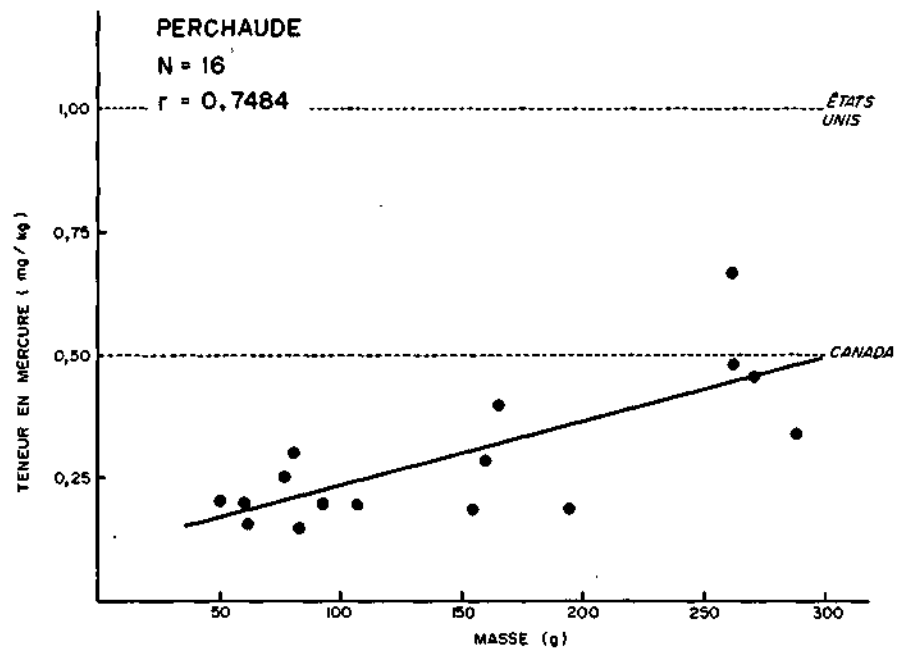


Figure 10. Relation des teneurs en mercure de la chair des perchaudes du lac Saint-Pierre en fonction de la taille (fig. A) et de la masse (fig. B) des spécimens.

Fig. A,  $y = -0,3086 + 0,0029 x + 0,1140$

Fig. B,  $y = 0,1063 + 0,0013 x \pm 0,1126$

--- limite administrative de tolérance

Pour les autres espèces, les relations sont au-dessous du niveau de confiance  $P < 0,05$ . Pourtant, certains chercheurs ont trouvé une corrélation entre la masse et la contamination des grands brochets, mais constatent qu'elle est variable selon les années ( $r = 0,28-0,75$ ) (Göthberg 1983). Par ailleurs, Skurdal et al. (1985) ont obtenu pour des grand brochets pesant de 138 à 10 500 g, un coefficient de corrélation aussi élevé que 0,919. Un échantillonnage réalisé sur quelques années ou couvrant une plus grande étendue de tailles permettrait peut-être de déceler une corrélation chez les espèces récoltées en 1984 où elle n'a pu être démontrée.

De façon générale, on peut noter que la relation masse-teneur en mercure n'est pas plus fortement corrélée qu'une relation de type taille-teneur. Aucune différence significative entre les coefficients de corrélation des deux types de relation ou parmi les différentes espèces n'a d'ailleurs été décelée ( $P < 0,05$ ). Ceci revient à dire que dans ce cas-ci la masse n'explique pas mieux l'augmentation des teneurs en mercure que la taille. Cependant, l'embonpoint est souvent le reflet d'une plus grande ingestion de nourriture qui, selon Göthberg (1983), est le véhicule prédominant de l'absorption du mercure dans les systèmes biologiques.

Nous n'avons pas poussé davantage l'investigation pour déterminer par exemple, si les relations examinées s'ajusteraient mieux à des modèles de type allométrique (non-linéaire), en raison de la grande variabilité des teneurs en mercure au sein de la collection des spécimens. Rapportons toutefois que l'analyse de contamination en mercure de la chair des dorés jaunes du réservoir Gouin suggère un meilleur ajustement aux courbes allométriques, mettant en relation aussi bien la taille que la masse aux teneurs en mercure (Lévesque et Pomerleau 1986).

### 3.2.4 Variation de la contamination au sein des classes de taille

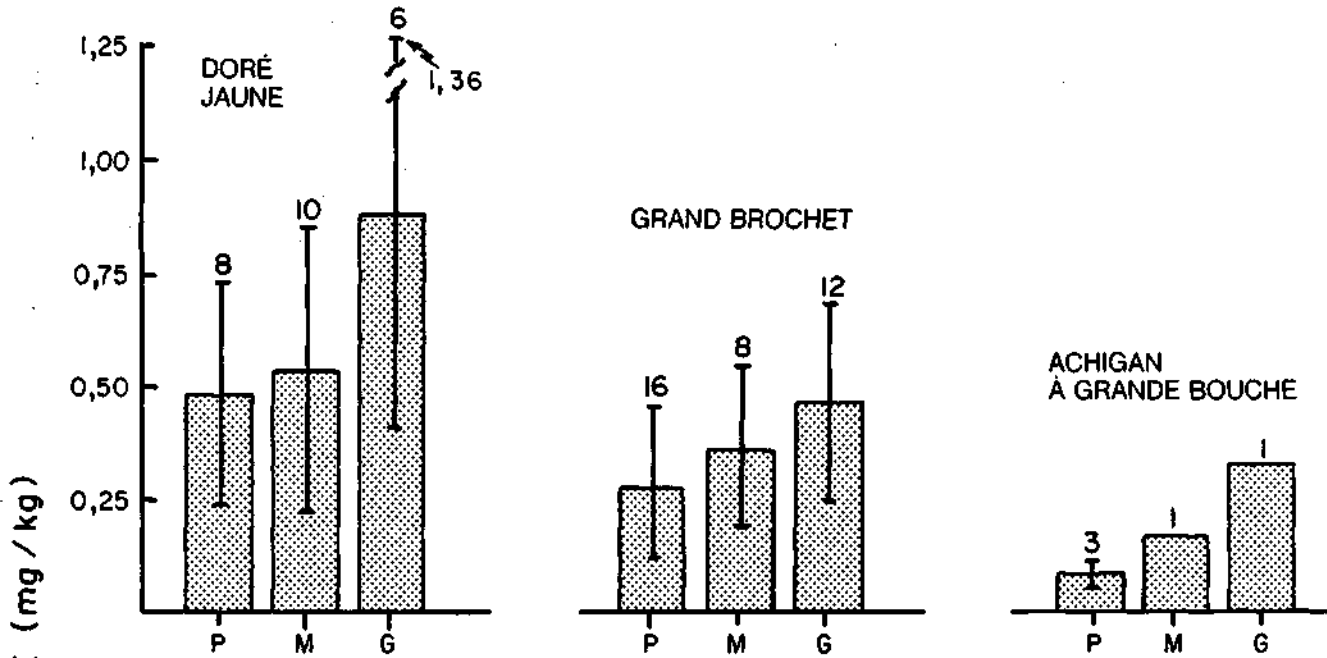
Afin de vérifier les possibilités d'interprétation qu'offre l'approche quelquefois utilisée lors d'études sur la contamination du poisson et qui consiste à analyser des homogénats de chair d'une même espèce de poisson selon des catégories de taille, nous avons, comme il fut mentionné auparavant, arbitrairement établi trois classes de taille pour chacune des espèces cibles (annexe 5).

À la figure 11 on retrouve l'illustration des teneurs moyennes parmi les classes sélectionnées pour chacune des espèces, que nous avons rassemblées d'après Scott et Crossman (1974), selon les régimes alimentaires types suivants: les piscivores (Grand Brochet, Doré jaune et Achigan à grande bouche), les benthivores (Meunier noir et Barbotte brune) et les insectivores (Perchaude et Crapet-soleil).

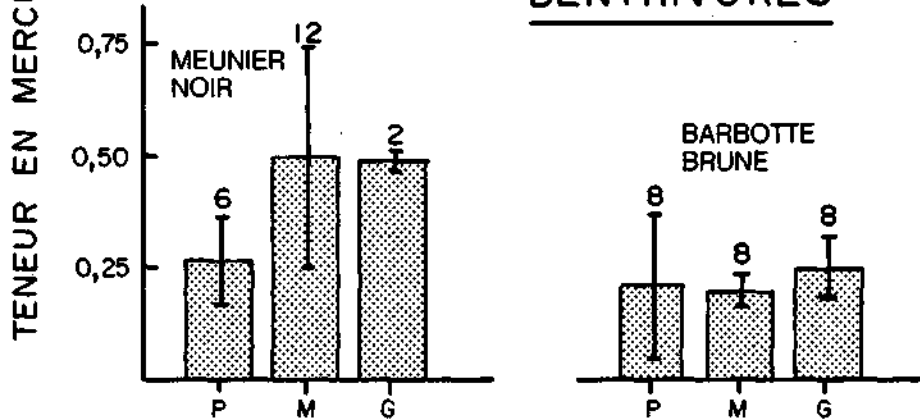
On peut observer un accroissement graduel et généralisé des teneurs en mercure avec la taille des poissons, sauf pour les meuniers noirs et les barbottes brunes où cette tendance devient moins bien perceptible. Entre autres, soulignons que pour la plupart des espèces, les grands spécimens présentent des teneurs en mercure approximativement deux fois plus élevées que celles de la classe des petits individus. Toutefois, une différence significative (test-F,  $P < 0,05$ ) de contamination entre les classes de taille d'une espèce donnée n'est apparue que pour le Crapet-soleil, où il convient de constater la faible variation des mesures de l'échantillon comparativement aux autres espèces de poissons analysées.

Ainsi, compte tenu de la grande variabilité de la teneur en mercure chez les individus faisant partie d'une même catégorie de taille, il devient généralement impossible de conclure, lorsqu'on regroupe les individus en trois catégories de taille, que même les plus gros individus (catégorie de grandes tailles) sont plus contaminés que les

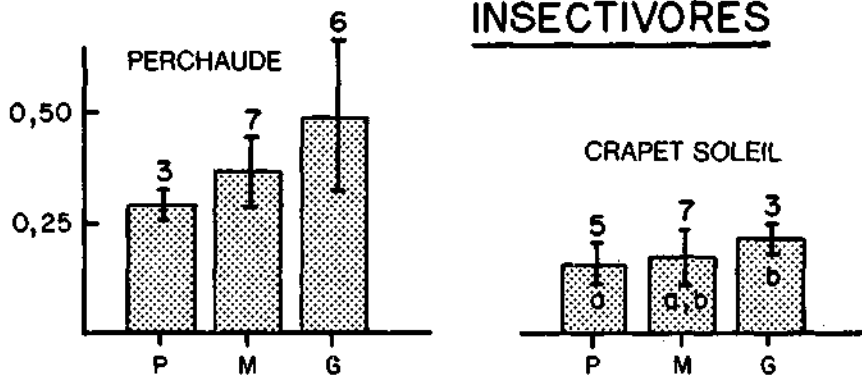
PISCIVORES



BENTHIVOIRES



INSECTIVOIRES



a,b Les histogrammes identifiés d'une lettre identique ou sans lettre ne sont pas significativement différents ( $P < 0,05$ )

CLASSE DE TAILLE

Figure 11. Histogrammes des teneurs moyennes en mercure de la chair des poissons du lac Saint-Pierre exprimés par classe de taille (Petit, P; Moyen, M; Grand, G) et associés aux régimes alimentaires types

plus petits (catégorie de petites tailles). L'approche par homogénéats en trois catégories de taille est donc à toutes fins pratiques peu révélatrice de l'accroissement de la teneur en mercure en fonction de la taille des spécimens dans ce cas-ci.

### 3.2.5 Regroupement des espèces de poissons en fonction de leur teneur moyenne en mercure

Le niveau moyen de contamination est généralement plus élevé chez les grands prédateurs lorsqu'on les compare aux benthivores et aux insectivores. Ceci peut s'expliquer aisément en considérant les niveaux trophiques dans lesquels se trouvent les éléments de la diète de chacun des trois grands groupes d'alimentation impliqués.

De façon analogue aux BPC et au mirex, nous avons examiné la distribution des teneurs moyennes en mercure regroupées selon la catégorisation arbitraire suivante: inférieures à 0,25 mg/kg, de 0,25 à 0,49 mg/kg et enfin, supérieures ou égales à 0,5 mg/kg (tableau 7).

À première vue, il apparaît difficile d'expliquer la ségrégation obtenue par une simple activité comportementale particulière, compte tenu de la complexité de la bioconcentration du mercure dans les systèmes biologiques. Indiquons toutefois que notre échantillon n'est pas nécessairement représentatif des tailles de poissons habituellement rencontrées au lac Saint-Pierre. De fait, Hazel et Pomerleau (1986) rapportent des tailles extrêmes plus élevées pour la majorité des espèces de poissons que nous avons étudiées.

Afin de mieux définir la situation, nous avons examiné la teneur en mercure contenue dans la chair des poissons qui détiendraient des masses moyennes équivalentes. Pour ce faire, nous présentons à la figure 12 une illustration de l'accroissement des teneurs en mercure en fonction de la masse des spécimens pour les cinq espèces de

Tableau 7. Regroupement des espèces de poissons compte tenu de leur teneur moyenne en mercure

Domaine de valeurs (mg/kg)	Espèce	N	Teneur moyenne (mg/kg)	Écart type (mg/kg)
< 0,25	Achigan à grande bouche	5	0,15	0,11
	Barbotte brune	24	0,23	0,11
	Crapet-soleil	16	0,18	0,06
	Esturgeon jaune	9	0,16	0,10
0,25 à 0,49	Grand Brochet	36	0,36	0,20
	Meunier noir	20	0,43	0,22
	Meunier rouge	2	0,38	-
	Perchaude	16	0,30	0,14
$\geq 0,5$	Doré jaune	24	0,64	0,36

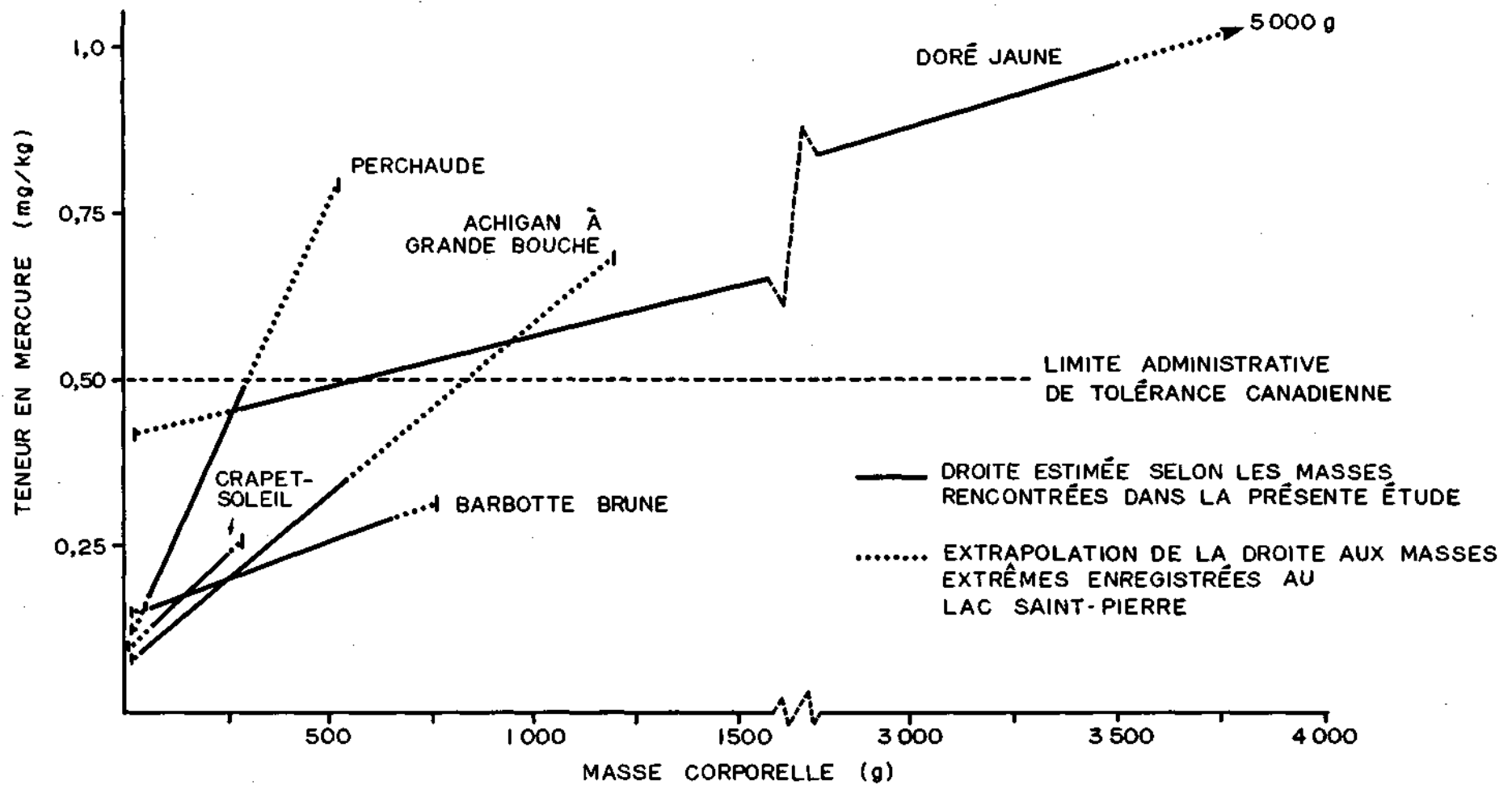


Figure 12. Illustration de l'accroissement des teneurs en mercure en fonction de la masse des spécimens de cinq espèces de poissons du lac Saint-Pierre

poissons où la relation s'est avérée significative: l'Achigan à petite bouche, la Barbotte brune, le Crapet-soleil, le Doré jaune et la Perchaude. Les droites sont tracées dans les limites des masses extrêmes enregistrées au lac Saint-Pierre, tel que le rapportent Hazel et Pomerleau (1986).

C'est ainsi qu'à des poids comparables, la contamination des poissons se présente autrement. À titre d'exemple, des perchaudes de 500 g seraient plus fortement contaminées que des dorés jaunes dont la masse est équivalente. Par contre, des achigans de 1 000 g auraient un niveau de contamination qui se rapproche de celui des grands prédateurs de même poids tel le Doré jaune. Une différence significative d'accroissement du mercure a été décelée entre les cinq espèces où la régression linéaire de la relation masse-teneur fut établie (test-F entre les pentes,  $P < 0,05$ ). Un test de comparaisons multiples (test-SNK,  $P < 0,05$ ) n'a cependant pas permis de préciser les espèces montrant des différences d'accroissement.

À la lumière de ces résultats, il devient donc difficile de définir un regroupement d'espèces en fonction de leur teneur moyenne en mercure. Plusieurs phénomènes sont susceptibles d'intervenir.

Il a été démontré que l'absorption des métaux lourds peut s'effectuer de deux façons, c'est-à-dire, directement par l'eau ambiante au niveau des branchies et de l'épithélium cutané, ou par la nourriture, au niveau du système digestif. Même si peu de mercure sous forme méthylée (forme la plus efficacement assimilable) se retrouve dans l'eau, il y a des évidences à l'effet qu'il existe une absorption différentielle du méthylmercure entre les voies directes et l'entremise de la nourriture.

À ce sujet, Jernelöv et Lann (1971) rapportent que l'absorption directe est moins importante que l'absorption par les aliments chez les



piscivores, alors qu'on trouve une relation inverse chez les benthivores. En effet, Sloterdijk (1977) indique que le taux d'absorption du mercure par la nourriture est inférieur chez les benthivores (50%) à ce qu'on retrouve chez les piscivores (80%). Par ailleurs, Göthberg (1983) prétend qu'une accélération de la croissance des grands brochets induit possiblement une régression de l'assimilation du mercure.

On invoque aussi une absorption plus importante de métaux lourds chez les espèces de petite taille, puisque leur métabolisme est habituellement plus élevé (De Freitas 1976). Il semble aussi que la surface relative des branchies diminue en fonction d'une augmentation de la taille (Fry 1957). Ceci pourrait expliquer en partie la forte contamination extrapolée pour des perchaudes de 500 g.

Tous les facteurs précités seraient donc susceptibles de moduler les niveaux de contamination des espèces étudiées. Pour une revue plus complète des phénomènes d'absorption, le lecteur pourra se référer au travail de Sloterdijk (1977).

### 3.2.6 Taille et masse critiques

Nous donnons au tableau 8 le pourcentage des poissons d'une espèce donnée qui dépassent les limites administratives de tolérance canadienne (0,5 mg/kg) et américaine (1,0 mg/kg) pour le mercure. La taille et la masse critiques ont été estimées à partir de la relation longueur-teneur ou masse-teneur existante. Dans le cas où une telle relation n'a pu être mise en évidence, la taille et la masse critique sont celles du plus petit poisson qui dépasse la limite administrative de tolérance. Cette dernière procédure est celle qui nous a permis d'établir entre autres la taille et la masse critiques du Grand Brochet et du Meunier noir.

Tableau 8. Pourcentage, taille et masse critiques des poissons du lac Saint-Pierre qui présentent des teneurs en mercure supérieures aux limites administratives de tolérance du Canada (0,5 mg/kg) et des États-Unis (1,0 mg/kg)

Espèce	N	Pourcentage de poissons au-dessus de la valeur de référence (%)		Taille critique (mm) <sup>a</sup>		Masse critique (g) <sup>a</sup>	
		0,5 mg/kg	1,0 mg/kg	0,5 mg/kg	1,0 mg/kg	0,5 mg/kg	1,0 mg/kg
Achigan à grande bouche	5	--	--	437 b	Nil b	855 b	Nil b
Barbotte brune	24	4	--	Nil b	Nil b	Nil b	Nil b
Crapet-soleil	16	--	--	Nil	Nil	Nil b	Nil b
Doré jaune	24	58	17	387 b	587 b	560 b	2226 b
Esturgeon jaune	9	--	--	D.I.	D.I.	D.I.	D.I.
Grand Brochet	36	28	--	437	D.I.	675	D.I.
Meunier noir	20	15	5	405	455	830	1338
Meunier rouge	2	--	--	D.I.	D.I.	D.I.	D.I.
Perchaude	16	6	--	279 b	Nil b	303 b	Nil b

a Établies à l'intérieur de la limite de taille ou de masse rencontrée pour une espèce donnée au lac Saint-Pierre, d'après Hazel et Pomerleau (1986): Nil, aucun poisson n'aurait la possibilité d'atteindre cette limite; D.I., données insuffisantes

b Estimé selon la droite de régression obtenue

c Excluant une valeur extrême inhabituelle

Les intervalles de confiance des tailles et des masses critiques ont également été calculés pour les espèces où une relation entre les teneurs et la masse est significative, selon les procédures de Snedecor et Cochran (1967). Les valeurs obtenues ne sont toutefois pas présentées puisque leur étendue est nettement trop vaste pour apporter un intérêt quelconque quant à leur utilisation pratique. Elles permettent cependant de réaliser l'importance de réduire les variances statistiques, ce qui ne peut être atteint qu'en augmentant considérablement le nombre d'échantillons.

On constate que plus de la moitié des spécimens de Doré jaune analysés comportent des teneurs en mercure supérieures à la limite administrative de tolérance canadienne, plus du quart des grands brochets, 15% des meuniers noirs, et enfin 6% des perchaudes. Seuls quelques dorés et meuniers présentent des teneurs plus élevées que la limite administrative de tolérance américaine.

La taille critique correspondant à la valeur de référence canadienne serait de 387 mm chez le Doré jaune, de 437 mm chez le Grand Brochet et de 405 mm pour le Meunier noir. De façon générale, la taille critique des autres espèces est suffisamment grande pour ne pas poser de contraintes à leur commercialisation si l'on s'en reporte aux tailles échantillonnées au cours de la présente étude. Cependant, compte tenu que pour la plupart des espèces de poissons l'étendue des tailles rencontrées au lac Saint-Pierre est plus vaste que celle de l'étude actuelle, il y aurait lieu d'apporter une attention particulière à certaines espèces telle la Perchaude (figure 12), espèce pour laquelle la taille critique à la limite administrative de tolérance canadienne serait de 279 mm.

La masse critique des poissons permettant leur commercialisation au Canada s'élèverait à 560 g pour le Doré jaune, 675 g pour le Grand Brochet, 830 g pour le Meunier noir et 303 g pour la Perchaude.

### 3.2.7 Évolution des teneurs en mercure au cours des dernières années

Le tableau 9 compare les résultats de la détection du mercure dans les poissons du lac Saint-Pierre que nous avons récoltés en 1984, à ceux analysés en 1975 et 1976 par Sloterdijk (1977), de même qu'aux poissons examinés de 1970 à 1977 par le ministère des Pêches et des Océans du Canada.

Il semble difficile de pouvoir tirer des conclusions précises à partir des données non normalisées disponibles. Ce problème a déjà été souligné lors d'une étude synthèse de la contamination des poissons du réservoir Gouin (Lévesque et Pomerleau 1985), faisant état de l'évolution des techniques analytiques au cours des récentes années, des résultats de base souvent présentés en moyenne de plusieurs échantillons, ou encore d'analyses effectuées sur des homogénats de plusieurs poissons.

Compte tenu de ces faits, soulignons simplement qu'il ne semble pas y avoir de changements majeurs pour l'ensemble des espèces analysées depuis les quinze dernières années. Cette observation très générale, laisse entrevoir une certaine stabilité des niveaux de contamination en mercure des poissons du lac Saint-Pierre.

### 3.3 Conclusion

Au terme de l'analyse effectuée sous ce chapitre, il ressort que les poissons prédateurs sont habituellement les plus contaminés par le mercure. Des dorés jaunes de plus de 387 mm, des grands brochets de plus de 437 mm, des meuniers noirs de plus de 405 mm, de même que des perchaudes de plus de 279 mm sont susceptibles de présenter des teneurs en mercure supérieures à la limite administrative de tolérance reconnue par le ministère de la Santé et du Bien-être social du

Tableau 9. Évolution temporelle des teneurs en mercure retrouvées dans la chair des poissons de la région du lac Saint-Pierre (1970 à 1984)

ESPÈCE	1984			1977 <sup>a</sup>			1976 <sup>a</sup>			1975-76 <sup>b</sup> Îles de Berthier-Sorel			1974-75 <sup>a</sup>			1970-72 <sup>a</sup>		
	N	MASSE MOY. (g)	Hg (mg/kg)	N	MASSE MOY. (g)	Hg (mg/kg)	N	MASSE MOY. (g)	Hg (mg/kg)	N	MASSE MOY. (g)	Hg (mg/kg)	N	MASSE MOY. (g)	Hg (mg/kg)	N	MASSE MOY. (g)	Hg (mg/kg)
Barbotte brune	24	268	0,23 (0,11-0,60) <sup>c</sup>				27	—	0,10 (0,03-0,17)	25	359	0,1 (0,05-0,2)	10	—	0,15 (0,13-0,19)	27	—	0,19 (0,05-0,40)
Crapet-soleil	5	158	0,18 (0,10-0,39)				3	—	0,27 (0,22-0,35)	4	216	0,3 (0,2-0,4)	1	130	0,39	5	—	0,29 (0,18-0,38)
Doré jaune	24	954	0,64 (0,24-1,47)	7	—	0,52 (0,27-0,84)	7	—	0,53 (0,27-1,10)	12	754	0,5 (0,3-1,1)				41	—	0,75 (0,29-2,28)
Grand Brochet	36	741	0,36 (0,12-0,92)	1	3810	0,75	41	—	0,39 (0,14-1,08)	23	552	0,4 (0,1-0,8)	3	—	0,41 (0,30-0,52)	64	—	0,73 (0,21-1,64)
Meunier noir	20	1122	0,43 (0,16-1,16)	12	—	0,36 (0,15-0,42)	2	—	0,31 (0,33-0,62)	4	851	0,4 (0,2-0,6)	1	700	0,43	8	—	0,28 (0,13-0,48)
Perchaude	16	148	0,30 (0,15-0,67)				18	—	0,21 (0,04-0,39)	23	247	0,3 (0,1-0,5)	10	—	0,30 (0,22-0,45)	41	—	0,31 (0,06-0,57)

a Ministère des Pêches et des Océans du Canada

b Sloterdijk (1977)

c Les nombres inclus entre parenthèse indiquent l'étendue des valeurs

Canada (0,5 mg/kg). Toutes les autres espèces examinées, sauf quelques rares spécimens, affichent des teneurs inférieures à cette valeur de référence.

Il existe une relation significative entre la teneur en mercure et la taille ou la masse pour la plupart des espèces étudiées (Achigan à grande bouche, Barbotte brune, Crapet-soleil, Doré jaune et Perchaude) dont la majorité appartiennent aux Perciformes. Bien qu'une telle relation n'ait pu être démontrée pour les autres espèces, il apparaît néanmoins que les grands individus sont en général plus fortement contaminés que les petits.

Les résultats d'analyse tendent aussi à démontrer que certaines espèces de poissons du lac Saint-Pierre provenant des secteurs situés au sud du chenal maritime sont plus fortement contaminées en mercure que celles prises au nord.

Il faut éviter d'analyser des homogénats de plusieurs spécimens comme ce fut le cas pour les BPC et le mirex. Cette pratique a l'avantage bien sûr de réduire les coûts d'analyse mais présente le désavantage de ne fournir que des valeurs moyennes qu'il est difficile de traiter statistiquement, et surtout, qui offrent de faibles possibilités de prédiction des tailles ou des masses critiques pour fins de consommation ou de commercialisation.

#### 4. CONCLUSION GÉNÉRALE

Les résultats de la présente étude font ressortir que seule l'Anguille d'Amérique dépasse dans certains cas la limite administrative de tolérance canadienne pour les BPC (2,0 mg/kg) et la norme pour le mirex (0,1 mg/kg).

Les dorés jaunes, les grands brochets, les meuniers noirs et les perchaudes sont quant à eux susceptibles de présenter des teneurs en mercure supérieures à la limite administrative de tolérance canadienne de 0,5 mg/kg. En fait, selon la relation obtenue entre la teneur en mercure et la longueur totale des poissons, les dorés jaunes et les perchaudes d'une taille égale ou supérieure à 387 mm et 279 mm respectivement présentent des teneurs en mercure égales ou supérieures à la limite administrative de 0,5 mg/kg. Une telle relation n'a pu être démontrée à partir de notre échantillon en ce qui concerne le Grand Brochet et le Meunier noir. Notons toutefois que la limite administrative est dépassée par des grands brochets à partir d'une taille de 437 mm. Cette observation s'applique également aux meuniers noirs à partir d'une taille de 405 mm.

De façon très générale, il est apparu que les concentrations en substances toxiques sont reliées à la taille et à la masse des poissons malgré le fait que les teneurs soient très variables d'un individu à l'autre.

La grande variabilité de la teneur en mercure chez les individus nous amène à recommander que la détermination de la teneur en mercure, à tout le moins, soit réalisée individuellement sur un nombre minimal de spécimens répartis uniformément sur toute l'étendue des tailles disponibles, afin d'avoir non seulement une image de la variabilité autour de la moyenne, mais également d'établir une relation taille-

teneur ou masse-teneur nous permettant de prédire la taille ou la masse critique à partir desquelles la teneur en mercure dépasse les valeurs de référence. L'approche par catégories de taille s'est avérée peu utile dans ce cas-ci puisque la grande variabilité des résultats ne permet pas de déterminer statistiquement si les différences observées sont significatives ou non entre les diverses classes de taille. À plus forte raison, l'analyse d'homogénats de plusieurs poissons serait à éviter sauf dans le cas d'étude exploratoire très générale.

La réalisation préalable de tests inter-laboratoires et l'introduction d'échantillons fantômes lors des analyses finales se sont révélées des précautions fort utiles permettant d'obtenir des résultats justes et fiables. Cette procédure devrait, tout comme le recommande Rickus (1984), faire partie de toute étude sur la contamination du poisson par des substances toxiques.

La taille optimale d'un échantillon de poissons favorisant l'obtention de résultats significatifs demeure par contre une question ouverte. Si un échantillon de 25 individus d'une même espèce semble suffisant dans le cas d'un milieu relativement homogène comme le réservoir Gouin (Lévesque et Pomerleau 1986) il apparaît que ce nombre puisse être insuffisant dans le cas d'un milieu hétérogène comme le lac Saint-Pierre. Dans ce cas, chaque entité territoriale (rive nord, rive sud, etc.) devrait faire l'objet d'un échantillonnage indépendant et suffisant.

Outre cet aspect, signalons que seuls un grand nombre d'échantillons permettraient l'utilisation pratique des intervalles de confiance reliés aux tailles et masses critiques lorsque calculées à partir des modèles de régression.



## REMERCIEMENTS

La réalisation de cette étude répartie sur trois années est le résultat de la collaboration de nombreuses personnes ou organismes ministériels.

Soulignons la participation de l'Association des pêcheurs commerciaux du lac Saint-Pierre et du Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune du ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche à Trois-Rivières pour la récolte et la préparation des échantillons, de la Direction des pêches maritimes et du Laboratoire d'expertise et d'analyse alimentaire du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPA) pour les analyses des biphényles polychlorés et du mirex, ainsi que du Laboratoire d'analyse du ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ) à Montréal et du laboratoire d'Éco-Recherche Canada pour leur précieuse collaboration lors des pré-tests.

Les personnes qui ont contribué à la réalisation de la présente étude sont Messieurs Marcel Bernard, Denis Bourbeau, Mark Norman et Jacques Picard du ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche à Trois-Rivières, Messieurs Aristide Bouchard et Germain Tremblay du ministère de l'Environnement du Québec, Messieurs Lucien Poirier et Germain Labrecque du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Monsieur Yvon Gobeil de l'Association des Pêcheurs commerciaux du lac Saint-Pierre ainsi que Madame Ghylaine Trudeau de la firme Éco-Recherche Canada.

Les lecteurs qui ont grandement contribué à la critique de cette étude sont Monsieur Michel Goulet et Madame Mireille Paul du ministère de l'Environnement du Québec.

La réalisation des figures revient à Monsieur Jean Berthiaume et la dactylographie du document fut réalisée par Mesdames Chantale Desgagné, Claudette Robin et Line Therrien.

Enfin la révision et l'édition de ce document ont été effectuées par Madame Nicole Samson.

Que toutes ces personnes retrouvent ici l'expression de nos remerciements les plus sincères.

## LISTE DES RÉFÉRENCES

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION AND WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. 1975. Standard methods for the examination of water and waste water. 14th ed., Washington, DC. 1193 p.
- CARBONNEAU, M. et F. AXELSEN. 1982. Étude de l'état de la contamination de l'anguille du St-Laurent et du Richelieu par le mirex. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction de la recherche. 26 p.
- DE FREITAS, A.S.W. 1976. A model for pollutant accumulation by fish. Distribution and transport of pollutants in flowing water ecosystems, Ottawa River Project. Nat. Res. Council Canada, Univ. of Ottawa. Report 3, ch. 16.
- DESJARDINS, C., J.D. DUTIL et R. GÉLINAS. 1983. Contamination de l'anguille (Anguilla rostrata) du bassin du fleuve Saint-Laurent par le mirex. Ministère des Pêches et des Océans du Canada, Rapport canadien à l'industrie sur les sciences halieutiques et aquatiques 141. 51 p.
- FRY, F.E.J. 1957. Aquatic respiration of fish. In M. Brown (ed.) The Physiology of Fishes, vol. 1. Academic Press Inc., N.Y. 447 p.
- GÖTHBERG, A. 1983. Intensive fishing - A way to reduce mercury level in fish. *Ambio* 12 (5): 259-261.
- GOULET, M. et D. LALIBERTÉ. 1982a. Métaux: Contamination du milieu aquatique au Québec méridional. Ministère de l'Environnement du Québec, Service de la qualité des eaux. Publication Q.E. - 51, Envirodoq - ND - 83 - 0017. 115 p.
- GOULET, M. et D. LALIBERTÉ. 1982b. BPC: Contamination du milieu aquatique au Québec méridional. Ministère de l'Environnement du Québec, Service de la qualité des eaux. Publication Q.E. - 53, Envirodoq - ND - 83 - 0018. 57 p.
- GOULET, M., P. POTVIN et S. PRIMEAU. 1982. Toxiques inorganiques dans l'eau des rivières et des lacs du Québec méridional. Ministère de l'Environnement du Québec, Service de la qualité des eaux. Publication Q.E. - 52, Envirodoq 3981. 294 p.

- HAZEL, P.P. ET C. POMERLEAU. 1986. Ressources ichtyennes et activités halieutiques au lac Saint-Pierre - Bilan et analyse des connaissances en septembre 1985. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction de la faune aquatique, Service des espèces d'eau fraîche, Québec. Rapp. tech. 86-03. 107 p.
- INTERNATIONAL JOINT COMMISSION. 1977. New and revised specific water quality objectives. Vol. 11. Great Lake Water Quality Board Report.
- JERNELÖV, A. and H. LANN. 1971. Mercury accumulation in food chains. *Oikos* 22: 403-406.
- LAGACÉ, M., L. BLAIS et D. BANVILLE (éd.). 1983. Liste de la faune vertébrée du Québec. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction générale de la faune, Québec. 100 p.
- LÉVESQUE, F. et C. POMERLEAU. 1986. Contamination en mercure de la chair du Doré jaune des réservoirs Gouin et Blanc (1984). Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction de la faune aquatique, Service des espèces d'eau fraîche, Québec. Rapp. tech. 86-02. 56 p.
- LÉVESQUE, F. et C. POMERLEAU. 1985. Contamination de la chair des poissons du réservoir Gouin par des substances toxiques d'après les études de 1972, 1973, 1975 et 1983. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction de la faune aquatique, Service des espèces d'eau fraîche, Québec. 13 p.
- MARCOTTE, A. 1981. L'exploitation des grenouilles au Québec. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction régionale de Montréal, Montréal. Rapp. 06-34. 75 p.
- MATHERS, R.A. and P.H. JOHANSEN. 1985. The effects of feeding ecology on mercury accumulation in walleye (*Stizostedion vitreum*) and pike (*Esox lucius*) in lake Simcoe. *Can. J. Zool.* 63: 2006-2012.
- MINISTRY OF ENVIRONMENT ONTARIO. 1975. High temperature acid digestion for determination of mercury in environmental samples. March 1975.
- PENN, A.F. 1978. La répartition du mercure, du sélénium et de certains métaux lourds chez les principales espèces de poisson dans le nord québécois. Rapport préparé par le Grand Conseil Cris du Québec pour le Service des pêches et sciences de la mer du ministère des Pêches et des Océans du Canada. 58 p.

- RICKUS, W.A. 1984. Considerations in the selection of commercial analytical laboratories. *Fisheries* 9 (5): 12-15.
- ROY, C. 1984. Contamination de la chair des poissons du lac Saint-Pierre par les biphényles polychlorés et le mirex, en 1983. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction de la faune aquatique et Direction régionale de Trois-Rivières, Trois-Rivières. (Préliminaire)
- SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL CANADA. 1977. "Mirex". Publication 77 - EHD - 12. 159 p.
- SCOTT, W.B. and E.J. CROSSMAN. 1974. Poissons d'eau douce du Canada. *J. Fish. Res. Board Can. Bull.* 184. 1026 p.
- SKURDAL, J., T. QUENILD and O.K. SKOGHEIM. 1985. Mercury accumulation in 5 species of freshwater fish in lake Tyrifjorden, south-east Norway, with emphasis on their suitability as test organism. *Env. Biol. Fishes* 14 (2-3): 233-237.
- SLOTEDIJK, H. 1977. Accumulation des métaux lourds et des composés organochlorés dans la chair des poissons du fleuve Saint-Laurent. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Comité d'étude sur le Fleuve Saint-Laurent. Rapp. 7. 181 p.
- SNEDECOR, G.W. and W. COCHRAN. 1967. *Statistical methods*. 6th ed., Iowa State University Press, Ames, Iowa. 593 p.
- TRÉPANIÉ, J.P. 1984. Biphényles polychlorés - Informations générales et situation au Québec. Ministère de l'Environnement du Québec, Service d'analyse des études d'impact. 192 p.
- UTHE, J.F., F.A.J. ARMSTRONG and M.P. STANTON. 1970. Mercury determination in fish samples by wet digestion and flameless atomic absorption spectrophotometry. *J. Fish. Res. Board Can.* 27 (4): 805-811.
- ZAR, J.H. 1974. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs. N.J. 620 p.

**ANNEXE 1**

**LISTE ET NOMENCLATURE DES ESPÈCES AQUATIQUES  
ET AMPHIBIENNES TRAITÉES DANS LA PRÉSENTE ÉTUDE**



## ANNEXE 1

Liste et nomenclature des espèces aquatiques et  
amphibiennes traitées dans la présente étude <sup>1</sup>

<u>CLASSE</u>	<u>NOM VERNACULAIRE</u>	<u>NOM SCIENTIFIQUE</u>
Amphibiens	Grenouille Léopard	<u>Rana pipiens</u>
Crustacés	Écrevisses	<u>Orconectes limosus</u> <u>Orconectes virilis</u>
Poissons	Achigan à grande bouche	<u>Micropterus salmoides</u>
	Achigan à petite bouche	<u>Micropterus dolomieu</u>
	Alose savoureuse	<u>Alosa sapidissima</u>
	Anguille d'Amérique	<u>Anguilla rostrata</u>
	Barbotte brune	<u>Ictalurus nebulosus</u>
	Carpe	<u>Cyprinus carpio</u>
	Crapet-soleil	<u>Lepomis gibbosus</u>
	Doré jaune	<u>Stizostedion vitreum</u>
	Esturgeon jaune	<u>Acipenser fulvescens</u>
	Grand Brochet	<u>Esox lucius</u>
	Lotte	<u>Lota lota</u>
	Meunier noir	<u>Catostomus commersoni</u>
	Meunier rouge	<u>Catostomus catostomus</u>
	Perchaude	<u>Perca flavescens</u>
	Suceurs	<u>Moxostoma sp.</u>

---

<sup>1</sup> LAGACÉ, M., L. BLAIS ET D. BANVILLE (éd.). 1983. Liste de la faune vertébrée du Québec. Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction générale de la faune, Québec. 100 p.



11/11/11

11/11/11

**ANNEXE 2**

**MÉTHODE ANALYTIQUE DE LA DÉTERMINATION DES BIPHÉNYLES POLYCHLORÉS  
DANS LE POISSON**



## ANNEXE 2

Méthode analytique de la détermination des biphényles polychlorés dans le poisson - Dosage des BPC par chromatographie en phase gazeuse

La méthode consiste à peser environ 25 g de l'homogénat dont les composés sont extraits de l'échantillon par l'addition d'acétonitrile. On sépare ensuite ces composés obtenus de lipides coextractibles par chromatographie sur colonne de Florisil désactivée. Après concentration, l'extrait est analysé par chromatographie en phase gazeuse.

La limite de détection de la méthode est de l'ordre de 0,002 mg/kg en BPC.

- 
- 1 COMITÉ DE NORMALISATION DES MÉTHODES D'ANALYSE. 1980. Les méthodes d'analyse des pesticides organochlorés et des biphényles polychlorés dans l'eau, les sédiments, les boues, les sols, les milieux biologiques, l'air et les hydrocarbures. Ministère de l'Environnement du Québec, Bureau d'étude sur les substances toxiques. 184 p.



**ANNEXE 3**

**MÉTHODE ANALYTIQUE DE LA DÉTERMINATION DU MIREX DANS LE POISSON**



## ANNEXE 3

Méthode analytique de la détermination du mirex dans le poisson -  
Dosage du mirex par chromatographie en phase gazeuse <sup>1</sup>

Un homogénat de 10 g est d'abord déshydraté en présence de sulfate de sodium. Les composés sont ensuite extraits à l'aide d'une solution d'un mélange hexane/dichlorométhane (4/1) avec un homogénéisateur de type polytron.

La purification des composés est obtenue par chromatographie sur colonne de Florisil désactivée. Les BPC sont ensuite séparés à l'aide d'une colonne de carbone-polyuréthane <sup>2</sup>. Après concentration, l'extrait est analysé par une chromatographie en phase gazeuse, puis confirmé par une spectrométrie de masse.

La limite de détection de la méthode est de 0,001 mg/kg en mirex.

---

1 CARBONNEAU, M ET F. AXELSEN. 1982. Etude de la contamination de l'anguille du St-Laurent et du Richelieu par le mirex. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction de la recherche. 26 p.

2 CHAU, A.S.Y. AND L.J. BABJAK. 1979. Column chromatographic determination of mirex, photomirex and polychlorinated biphenyls in lake sediments. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 62(1): 107-113.





**ANNEXE 4**

**RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN BPC ET EN MIREX DE  
LA CHAIR DES POISSONS, DES ÉCREVISSES ET DES GRENOUILLES  
AU LAC SAINT-PIERRE (1983)**



## ANNEXE 4

RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN BPC ET EN MIREX DE LA CHAIR DES POISSONS,  
DES ÉCREVISSES ET DES GRENOUILLES AU LAC SAINT-PIERRE (1983)

ESPÈCE ANIMALE	NUMÉRO DE STATION	CLASSE DE TAILLE (petit, moyen, grand)	COMPOSITION DE L'HOMOGENAT		MESURES BIOMETRIQUES				TENEURS EN SUBSTANCES TOXIQUES	
			Nombre de poissons	Numéro des échantillons	Longueur totale (mm)		Masse (g)		BPC (mg/kg)	Mirex (mg/kg)
					Intervalle	Moyenne	Intervalle	Moyenne		
Achigan à petite bouche	1 et 2	petit	2	60 et 50	114-175	145	76-203	140	0,027	Nil
Achigan à petite bouche	1	moyen	1	56	205	--	120	--	0,022	Nil
Achigan à petite bouche	7	grand	1	51	377	--	960	--	0,138	Traces
Alose savoureuse	4	petit	1	42	565	--	1425	--	0,029	Traces
Alose savoureuse	4	moyen	1	43	630	--	2300	--	0,080	Nil
Alose savoureuse	4	grand	1	41	732	--	3500	--	0,158	0,002
Anguille d'Amérique	Printemps	petit	1	23	752	--	820	--	1,810	0,038
Anguille d'Amérique		petit	1	23	780	--	855	--	1,990	0,040
Anguille d'Amérique		petit	1	23	790	--	1100	--	2,220	0,034
Anguille d'Amérique		moyen	1	22	803	--	880	--	0,212	0,015
Anguille d'Amérique		moyen	1	22	825	--	805	--	0,220	0,017
Anguille d'Amérique		moyen	1	22	861	--	1345	--	0,237	0,019
Anguille d'Amérique		grand	1	21	908	--	1465	--	1,607	0,252
Anguille d'Amérique		grand	1	21	920	--	1830	--	1,885	0,230
Anguille d'Amérique		grand	1	21	950	--	1900	--	2,037	0,251
Anguille d'Amérique	Été	petit	1	47	649	--	450	--	0,495	0,003
Anguille d'Amérique		moyen	1	48	760	--	940	--	0,450	0,002
Anguille d'Amérique		grand	1	49	895	--	1535	--	0,558	Traces
Anguille d'Amérique	Automne	petit	3	61	730-792	759	880-945	875	2,516	0,032
Anguille d'Amérique		moyen	2	62	817-880	849	930-1450	1190	5,333	0,337
Anguille d'Amérique		grand	2	63	910-940	925	1570-1925	1748	4,393	0,267

## ANNEXE 4 (suite)

RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN BPC ET EN MIREX DE LA CHAIR DES POISSONS,  
DES ÉCREVISSSES ET DES GRENOUILLES AU LAC SAINT-PIERRE (1983)

ESPÈCE ANIMALE	NUMÉRO DE STATION	CLASSE DE TAILLE (petit, moyen, grand)	COMPOSITION DE L'HOMOGENAT		MESURES BIOMÉTRIQUES				TENEURS EN SUBSTANCES TOXIQUES	
			Nombre de poissons	Numéro des échantillons	Longueur totale (mm)		Masse (g)		BPC (mg/kg)	Mirex (mg/kg)
					Intervalle	Moyenne	Intervalle	Moyenne		
Barbotte brune	2	petit	2	18	177-193	185	81-110	96	0,027	Traces
Barbotte brune	2	moyen	2	19	228-251	240	208-264	236	0,037	Traces
Barbotte brune	2	grand	2	20	301-303	302	494	481	0,112	Traces
Grand Brochet	1+2	petit	1	13	291	--	130	--	0,021	Nil
Grand Brochet	1+2	petit	1	13	330	--	200	--	0,029	Nil
Grand Brochet	1+2	petit	1	13	350	--	235	--	0,033	Nil
Grand Brochet	1+2	moyen	3	14	481-562	511	425-930	598	0,133	0,002
Grand Brochet	1	grand	1	32	696	--	1720	--	0,075	Traces
Grand Brochet	1	grand	1	52	663	--	1700	--	0,062	Traces
Grand Brochet	1	grand	1	64	621	--	1280	--	0,203	0,001
Carpe	2	petit	1	2	481	--	1550	--	0,025	Traces
Carpe	2	petit	1	3	494	--	1570	--	0,076	Traces
Carpe	2	petit	1	1	523	--	1620	--	0,025	Traces
Carpe	2	moyen	1	5	615	--	3045	--	0,226	0,001
Carpe	2	moyen	1	6	650	--	3520	--	0,154	Traces
Carpe	2	moyen	1	4	675	--	4070	--	0,179	0,001
Carpe	2	grand	1	9	730	--	6600	--	0,421	0,002
Carpe	2	grand	1	8	755	--	6825	--	0,269	0,001
Carpe	2	grand	1	7	807	--	6975	--	0,118	Traces
Doré jaune	1+2	petit	3	10	375-412	388	480-580	520	0,248	0,007
Doré jaune	1+2	moyen	3	11	460-512	488	950-1105	1048	0,100	0,001
Doré jaune	1+2	grand	1	12	520	--	1225	--	0,163	0,002
Doré jaune	1+2	grand	1	12	537	--	1690	--	0,215	0,003
Doré jaune	8	grand	1	68	607	--	2300	--	0,669	0,029

## ANNEXE 4 (suite)

RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN BPC ET EN MIREX DE LA CHAIR DES POISSONS,  
DES ÉCREVISSÉS ET DES GRENOUILLES AU LAC SAINT-PIERRE (1983)

ESPÈCE ANIMALE	NUMÉRO DE STATION	CLASSE DE TAILLE (petit, moyen, grand)	COMPOSITION DE L'HOMOGENAT		MESURES BIOMÉTRIQUES				TENEURS EN SUBSTANCES TOXIQUES	
			Nombre de poissons	Numéro des échantillons	Longueur totale (mm)		Masse (g)		BPC (mg/kg)	Mirex (mg/kg)
					Intervalle	Moyenne	Intervalle	Moyenne		
Esturgeon jaune	8	frais	1	44	949	--	5425	--	0,661	0,003
Esturgeon jaune	8	fumé	1	45	949	--	5425	--	1,048	0,005
Esturgeon jaune	8	cuit	1	46	949	--	5425	--	1,288	0,007
Lotte	1+2	petit	2	28	185-218	202	76-84	80	0,014	Traces
Lotte	1	moyen	1	38	340	--	310	--	0,017	Traces
Lotte	1	moyen	1	33	383	--	430	--	0,019	Nil
Lotte	3	grand	1	59	411	--	260	--	0,081	Traces
Lotte	3	grand	1	58	480	--	496	--	0,049	Traces
Lotte	3	-----	1	57	---	--	---	--	0,032	Traces
Meunier noir	1+2	petit	2	26	320-357	339	404-615	510	0,245	0,001
Meunier noir	1+2	moyen	2	25	427-439	433	875-840	858	0,483	Traces
Meunier noir	1+2	grand	1	24.a	511	--	1775	--	0,125	0,002
Meunier noir	1+2	grand	1	24.b	521	--	1465	--	0,213	0,003
Meunier rouge	1	petit	1	40	335	--	350	--	0,183	Nil
Meunier rouge	1+2	petit	1	27	371	--	372	--	0,230	0,002
Meunier rouge	4	moyen	1	67	415	--	870	--	0,334	0,001
Perchaude	2	petit	2	15	146-152	149	42-46	44	0,030	Traces
Perchaude	2	moyen	2	16	187-208	198	75-44	60	0,017	Traces
Perchaude	2	grand	2	17	236-257	247	84-114	99	0,028	Traces
Suceur sp.	1	petit	1	66	247	--	170	--	0,035	Traces
Suceur sp.	1+2	moyen	2	30	355-385	370	420-510	465	0,553	0,004
Suceur sp.	1	moyen	1	35	366	--	610	--	0,025	Traces

## ANNEXE 4 (suite)

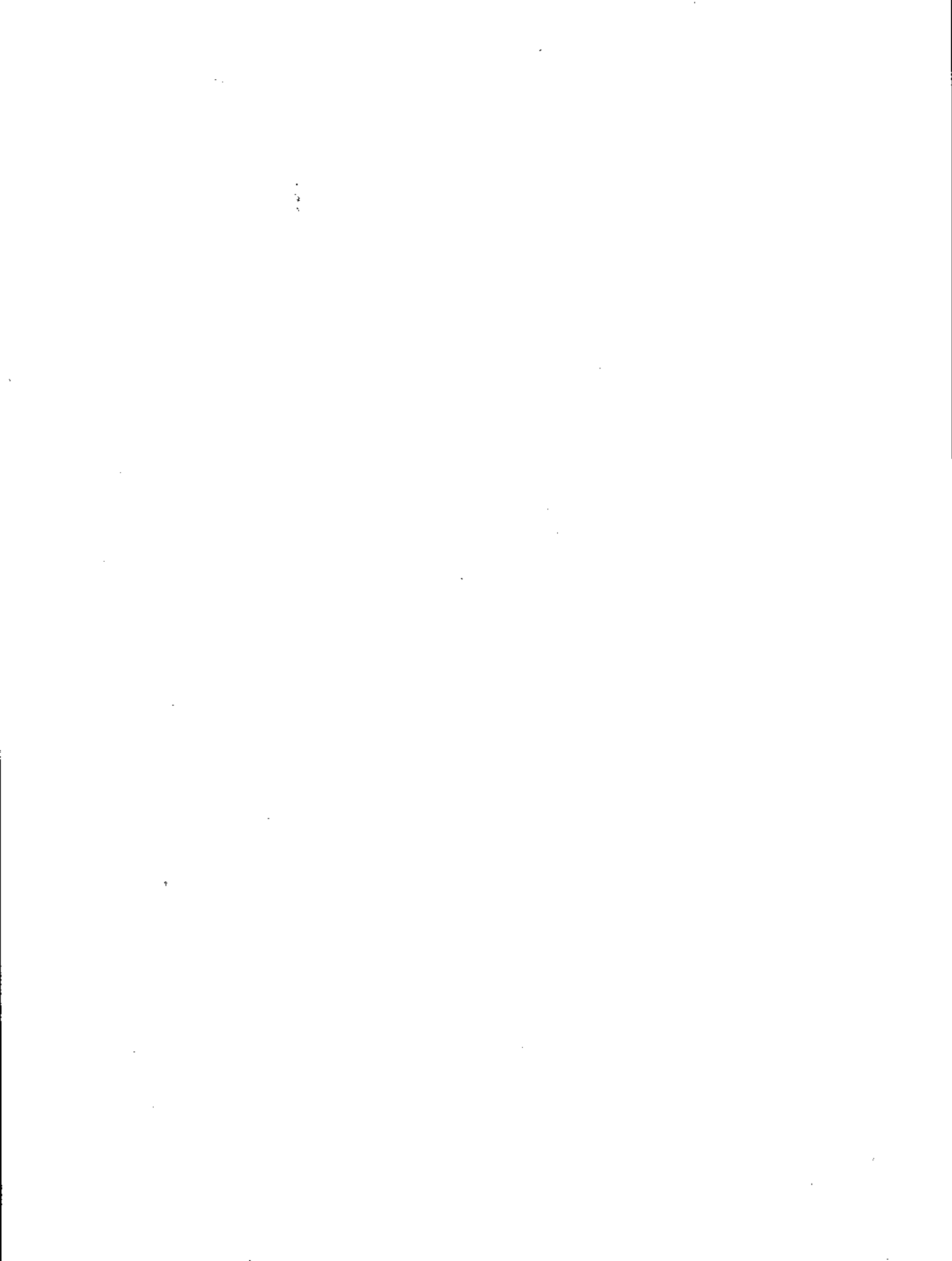
RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN BPC ET EN MIREX DE LA CHAIR DES POISSONS,  
DES ÉCREVISSES ET DES GRENOUILLES AU LAC SAINT-PIERRE (1983)

ESPÈCE ANIMALE	NUMÉRO DE STATION	CLASSE DE TAILLE (petit, moyen, grand)	COMPOSITION DE L'HOMOGENAT		MESURES BIOMÉTRIQUES				TENEURS EN SUBSTANCES TOXIQUES	
			Nombre de poissons	Numéro des échantillons	Longueur totale (mm)		Masse (g)		BPC (mg/kg)	Mirex (mg/kg)
					Intervalle	Moyenne	Intervalle	Moyenne		
Suceur sp.	1	moyen	1	36	367	--	575	--	0,053	Traces
Suceur sp.	1	grand	1	37	438	--	800	--	0,055	Traces
Suceur sp.	1+2	grand	1	29	447	--	800	--	0,325	0,002
Suceur sp.	1	grand	1	65	446	--	1030	--	0,397	0,002
Suceur sp.	1	grand	1	34	500	--	1380	--	0,428	Traces
Suceur sp.	4	grand	1	53	505	--	1680	--	0,197	0,010
Écrevisse	2		20	31.a					0,009	Ni1
Écrevisse	2		20	31.b					0,008	Ni1
Écrevisse	2		20	31.c					0,008	Ni1
Écrevisse	2		20	31.d					0,009	Ni1
Grenouille Léopard	2		10	54					0,021	Ni1
Grenouille Léopard	2		10	55					0,010	Ni1

**ANNEXE 5**

**CATÉGORIES DE TAILLE DES POISSONS DU LAC SAINT-PIERRE  
RETENUES À PRIORI POUR LES ANALYSES EN MERCURE  
ET NOMBRE CORRESPONDANT D'ÉCHANTILLONS SÉLECTIONNÉS**

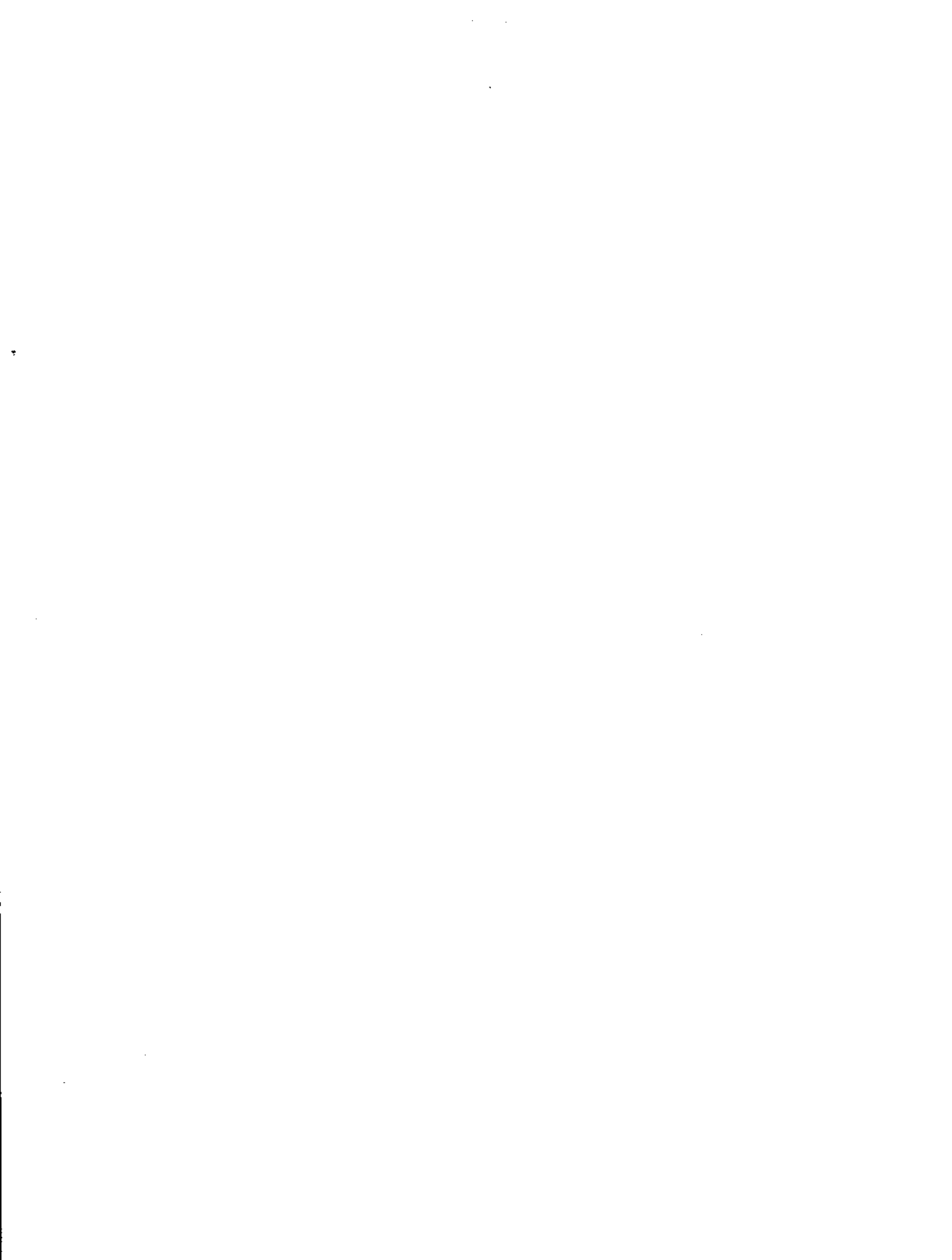




## ANNEXE 5

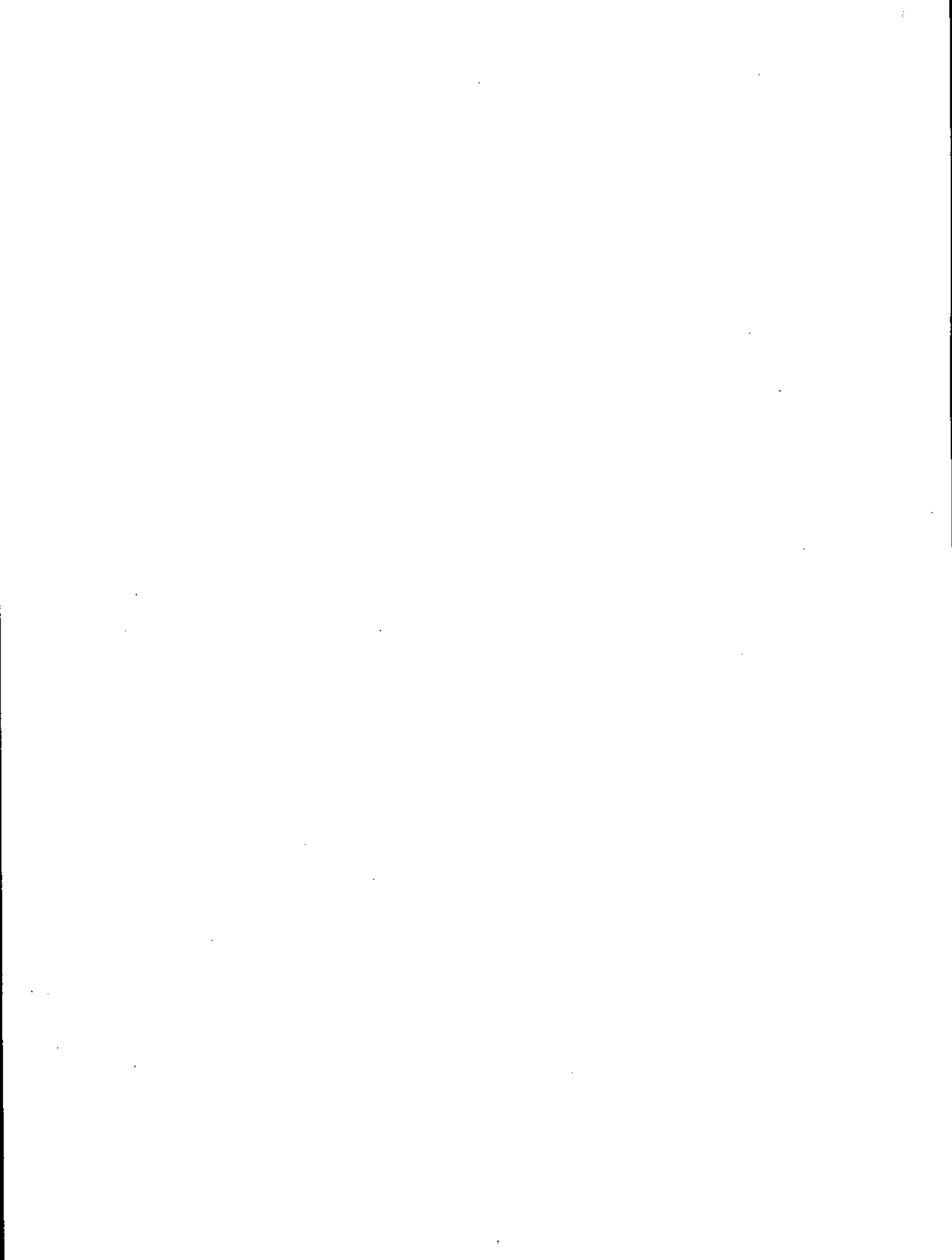
Catégories de taille des poissons du lac saint-pierre retenues à priori pour les analyses de teneur en mercure et nombre correspondant d'échantillons sélectionnés

<u>Espèce</u>	<u>Catégorie de taille</u>	<u>Longueur totale (mm)</u>	<u>n</u>
Achigan à grande bouche	Petit	LT < 175	3
	Moyen	175 < LT < 275	1
	Grand	LT ≥ 275	1
Barbotte brune	Petit	LT < 200	8
	Moyen	200 < LT < 300	8
	Grand	LT ≥ 300	8
Crapet-soleil	Petit	LT < 150	5
	Moyen	150 < LT < 200	8
	Grand	LT ≥ 200	3
Doré jaune	Petit	LT < 400	8
	Moyen	400 < LT < 500	10
	Grand	LT ≥ 500	6
Grand Brochet	Petit	LT < 400	16
	Moyen	400 < LT < 500	8
	Grand	LT ≥ 500	12
Meunier noir	Petit	LT < 400	6
	Moyen	400 < LT < 500	12
	Grand	LT ≥ 500	2
Perchaude	Petit	LT < 175	3
	Moyen	175 < LT < 225	7
	Grand	LT ≥ 225	6



**ANNEXE 6**

**MÉTHODES ANALYTIQUES DE LA DÉTERMINATION DU MERCURE  
DANS LE POISSON**



## ANNEXE 6.1

Méthode analytique de la détermination du mercure dans le poisson -  
"high temperature acid digestion for determination of mercury in  
environmental samples" <sup>1</sup>

Cette méthode consiste à peser environ 0,5 g de poisson dans un tube pour ensuite effectuer une digestion de l'échantillon avec 4 ml d'acide sulfurique et 2 ml d'acide nitrique sur un bloc métallique chauffé à 200°C et ce jusqu'à la disparition complète de la couleur jaune de l'échantillon (en général 1 heure).

Après la digestion, tout le mercure se retrouve sous forme d'ions mercuriques. Par la suite, ces ions ( $\text{Hg}^{+2}$ ) sont réduits à l'état élémentaire ( $\text{Hg}^0$ ) par l'addition d'une solution de chlorure stanneux. Le mercure est alors extrait grâce à un barbottage d'air dans la solution. Le gaz résultant est ensuite acheminé vers la cellule du détecteur U.V. (253,7 nm).

La limite de détection de cette méthode a été évaluée par le laboratoire d'Éco-Recherche à 0,02 mg/kg (Ghylene Trudeau, comm. pers.).

---

1 MINISTRY OF ENVIRONMENT ONTARIO. 1975. High temperature acid digestion for determination of mercury in environmental samples. March 1975.

## ANNEXE 6.2

Méthode analytique de la détermination du mercure dans le poisson - dosage du mercure par absorption atomique sans flamme <sup>1</sup>

La technique d'analyse consiste d'abord à oxyder par digestion les composés organomercuriels d'un échantillon de 0,1 à 5 g de tissu à l'état d'ions mercuriques sous une température modérée de 60°C en présence de 4 ml d'acide sulfurique et de 1 ml d'acide nitrique, jusqu'à ce qu'une solution claire soit obtenue (habituellement 2 heures). L'ajout d'une solution de 15 ml de permanganate de potassium fait apparaître des composés manganiques insolubles formés suite à la réduction des ions  $Mn^{+7}$  par la matière organique. Ces composés sont ensuite redissous par l'addition goutte à goutte d'une solution de  $H_2O_2$  à 30%.

Après oxydation, les ions mercuriques  $Hg^{+2}$  sont réduits en mercure élémentaire  $Hg^0$  par l'addition d'une solution mixte de sulfate stanneux et de sulfate d'hydroxylamine. Le mercure élémentaire est ensuite extrait par barbotage d'air ou d'azote dans la solution et acheminé dans la cellule d'absorption située dans le parcours optique d'un spectrophotomètre d'absorption atomique ou d'un détecteur U.V. (253.7 nm).

La limite de détection de la méthode est de l'ordre de 0,02 mg/kg en mercure.

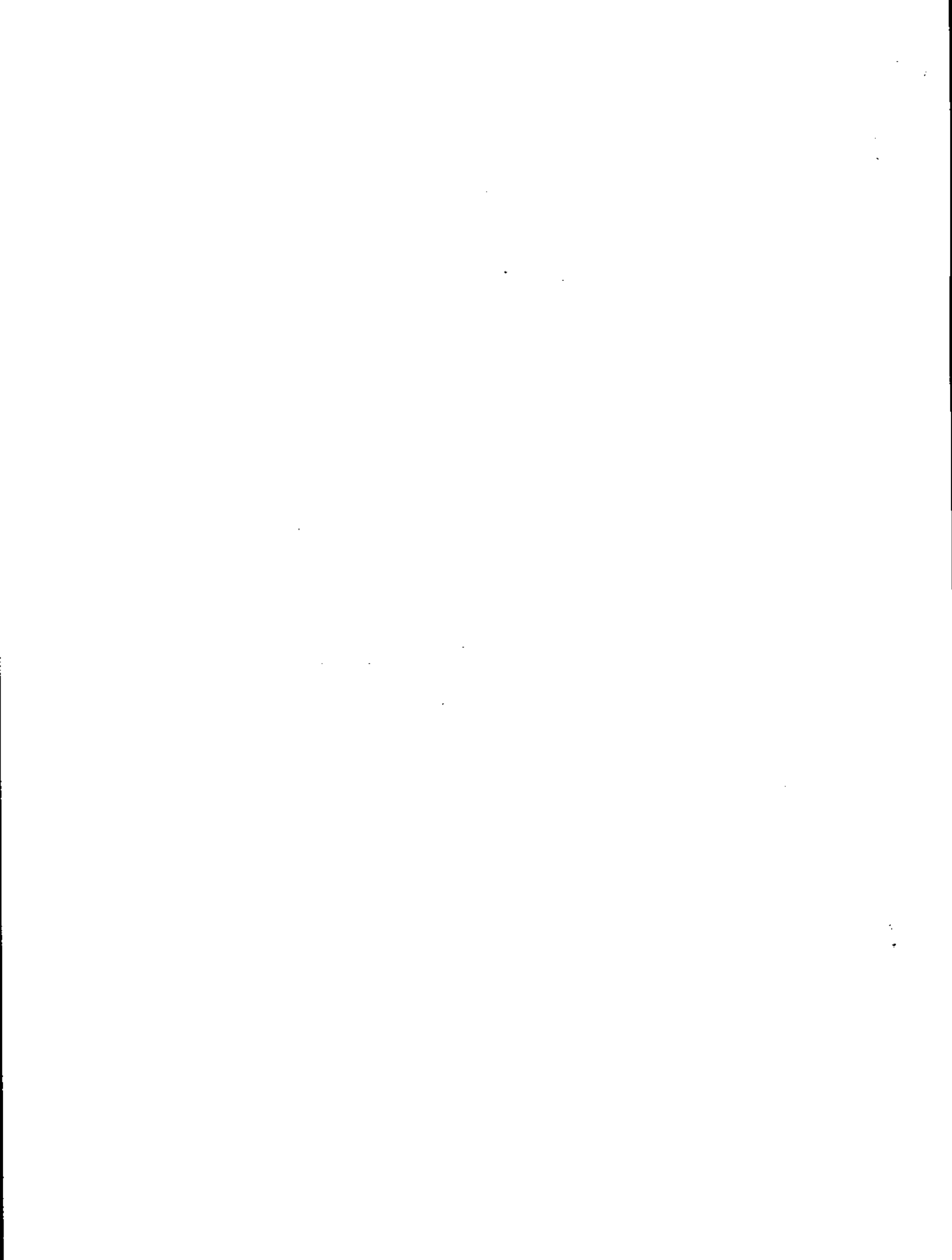
---

1 COMITÉ DE NORMALISATION DES MÉTHODES D'ANALYSE. 1979. Les méthodes d'analyse du mercure dans l'eau, les sédiments, les boues, les sols, les milieux biologiques, l'air et les hydrocarbures. Ministère de l'Environnement du Québec, Bureau d'étude sur les substances toxiques, Service de protection de l'environnement. p. 111-122.

**ANNEXE 7**

**RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DES  
POISSONS ET DES ÉCREVISSÉS AU LAC SAINT-PIERRE (1984)**





## ANNEXE 7

Résultats de l'analyse des teneurs en mercure de la chair des poissons et des écrevisses au lac Saint-Pierre (1984)

## LÉGENDE DES ANNEXES 7.1 À 7.10

Sexe:

M = Mâle

F = Femelle

IND. = Sexe indéterminé

Classe de taille:

P = Petit

M = Moyen

G = Grand

Teneurs en mercure:

1 = Première analyse

2 = Deuxième analyse

3 = Troisième analyse

## ANNEXE 7.1

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DE L'ACHIGAN À GRANDE BOUCHE AU LAC ST-PIERRE

No Spécimen	Localité	MESURES ANATOMIQUES			Classe de taille (P, M ou G)	TENEURS EN MERCURE (mg/kg)											
		Long. tot. (mm)	Masse (g)	Sexe (M, F. ou Ind.)		Analyse de contrôle						Analyse finale Éco-Recherche					
						MENVIQ			Éco-Recherche			1 <sup>a</sup>	2	3	Échant. fantôme		
						1	2	3	1	2	3						
581	Station 02	134	39	IND.	P												
626	Station 07	132	31	IND.	P												
627	" " "	135	36	IND.	P												
628	" " "	194	128	F	M												
629	" " "	308	548	F	G												

a Valeur utilisée pour le traitement des résultats dans la présente étude

## ANNEXE 7.2

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DE LA BARBOTTE BRUNE AU LAC ST-PIERRE

No Spécimen	Localité	MESURES ANATOMIQUES			Classe de taille (P, M ou G)	TENEURS EN MERCURE (mg/kg)									
		Long. tot. (mm)	Masse (g)	Sexe (M, F ou Ind.)		Analyse de contrôle						Analyse finale Éco-Recherche			
						MENVIQ			Éco-Recherche			1a	2	3	Échant. fantôme
						1	2	3	1	2	3				
516	Station 03	324	535	IND.	G							0,25			
517	" " "	304	440	F	G							0,37			
518	" " "	255	190	IND.	M							0,19			
519	" " "	211	115	IND.	M							0,20			
520	" " "	163	50	F	P							0,60			
551	Station 02	182	88	F	P							0,23			
552	" " "	196	92	M	P							0,12			
572	" " "	340	585	M	G							0,40			
573	" " "	335	560	F	G							0,29			
590	" " "	204	111	F	M							0,20	0,19		
591	" " "	212	126	F	M							0,23	0,22		
620	Station 07	158	45	IND.	P							0,14	0,16	0,17	
621	" " "	155	41	F	P							0,11			
623	" " "	265	278	F	M							0,17			
624	" " "	305	479	F	G							0,25			
625	" " "	302	417	F	G							0,17			
709	Station 04	180	77	IND.	P							0,13			
710	" " "	242	218	M	M							0,18	0,19	0,21	
711	" " "	335	671	F	G							0,23			
712	" " "	330	622	M	G							0,27			
742	Station 08	184	70	F	P							0,26			
743	" " "	178	76	F	P							0,12			
744	" " "	248	212	M	M							0,16			
745	" " "	269	344	F	M							0,27			

a Valeur utilisée pour le traitement des résultats dans la présente étude

## ANNEXE 7.3

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DU CRAPET-SOLEIL AU LAC ST-PIERRE

No Spécimen	Localité	MESURES ANATOMIQUES			Classe de taille (P, M ou G)	TENEURS EN MERCURE (mg/kg)									
		Long. tot. (mm)	Masse (g)	Sexe (M, F ou Ind.)		Analyse de contrôle			Analyse finale Éco-Recherche						
						MENVIQ			Éco-Recherche			1 <sup>a</sup>	2	3	Échant. fantôme
						1	2	3	1	2	3				
541	Station 03	190	232	M	M							0,35			
542	" " "	190	206	M	M							0,19			
544	" " "	143	76	IND.	P							0,23			
553	Station 02	202	232	IND.	G							0,18			
554	" " "	207	248	M	G							0,23			
583	" " "	165	133	M	M							0,15			
616	Station 07	136	77	IND.	P							0,11			
617	" " "	142	86	IND.	P							0,18			
618	" " "	187	194	IND.	M							0,11			
619	" " "	209	260	F	G							0,25			
695	Station 04	158	104	F	M							0,15			
696	" " "	192	199	M	M							0,16			
738	Station 08	149	80	F	P							0,10			
739	" " "	145	76	M	P							0,16			
740	" " "	174	144	M	M							0,15	0,16	0,13	
741	" " "	183	184	F	M							0,19			

a Valeur utilisée pour le traitement des résultats dans la présente étude

## ANNEXE 7.4

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DU DORÉ JAUNE AU LAC ST-PIERRE

No Spécimen	Localité	MESURES ANATOMIQUES			Classe de taille (P, M ou G)	TENEURS EN MERCURE (mg/kg)									
		Long. tot. (mm)	Masse (g)	Sexe (M, F ou Ind.)		Analyse de contrôle			Analyse finale Éco-Recherche						
						MENVIQ			Éco-Recherche			1 <sup>a</sup>	2	3	Échant. fantôme
						1	2	3	1	2	3				
537	Station 03	460	970	F	M							0,73			
538	" " "	416	710	M	M							0,78			
539	" " "	364	410	M	P							1,01			
540	" " "	345	405	M	P							0,32	0,34	0,31	
558	Station 02	436	910	M	M							1,27			
559	" " "	443	820	M	M							0,59			
569	" " "	561	1950	F	G							1,47			
570	" " "	485	1045	F	M							0,89	0,85		
571	" " "	500	1250	F	G							0,68			
574	" " "	412	665	M	M							0,24			
575	" " "	375	425	M	P							0,55			
645	Station 07	360	421	M	P							0,50			
646	" " "	365	440	F	P							0,27			
647	" " "	440	822	M	M							0,67			
648	" " "	422	702	M	M							0,26			
661	Station 04	522	1428	F	G							0,53			
662	" " "	337	329	IND.	P							0,30			
663	" " "	357	395	IND.	P							0,57			
664	" " "	410	637	F	M							0,42			
665	" " "	457	852	F	M							0,41			
666	" " "	565	1858	F	G							0,93			
667	" " "	663	3500	F	G							1,39			
756	Station 08	330	353	IND.	P							0,32			
757	" " "	532	1384	M	G							0,28			

a Valeur utilisée pour le traitement des résultats dans la présente étude

## ANNEXE 7.5

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DE L'ESTURGEON JAUNE AU LAC ST-PIERRE

No Spécimen	Localité	MESURES ANATOMIQUES			Classe de taille (P, M ou G)	TENEURS EN MERCURE (mg/kg)									
		a Long. tot. (mm)	a Masse (g)	Sexe (M, F ou Ind.)		Analyse de contrôle						Analyse finale Éco-Recherche			
						MENVIQ			Éco-Recherche			1b	2	3	Échant. fantôme
						1	2	3	1	2	3				
725	Station 08	965	5440	F	-					FUMÉ	0,05				
726	" " "	965	5440	F	-					FRAIS	0,05	0,03	0,04		
727	" " "	965	5440	F	-					CUIT	0,04				
728	Station 04	1080	7600	M	-					FUMÉ	0,18	0,19	0,18		
729	" " "	1080	7600	M	-					FRAIS	0,18	0,16	0,16		
730	" " "	1080	7600	M	-					CUIT	0,24				
731	Station 06	-	-	-	-					FUMÉ	0,33				
732	" " "	-	-	-	-					FRAIS	0,16				
733	" " "	-	-	-	-					CUIT	0,18	0,19	0,17		

a Longueur et masse sont approximatifs

b Valeur utilisée pour le traitement des résultats dans la présente étude

## ANNEXE 7.6

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DU GRAND BROCHET AU LAC ST-PIERRE

No Spécimen	Localité	MESURES ANATOMIQUES			Classe de taille (P, M ou G)	TENEURS EN MERCURE (mg/kg)									
		Long. tot. (mm)	Masse (g)	Sexe (M, F ou Ind.)		Analyse de contrôle			Analyse finale Éco-Recherche						
						MENVIQ			Éco-Recherche			1a	2	3	Échant. fantôme
						1	2	3	1	2	3				
522	Station 03	965	3455	F	G							0,36			
523	" " "	381	280	M	P							0,24			
524	" " "	363	230	F	P							0,26			
525	" " "	322	165	F	P							0,30			
526	" " "	300	150	M	P							0,20			
535	" " "	437	675	M	M							0,56			
536	" " "	445	475	M	M							0,60			
560	Station 02	285	122	F	P							0,86	0,90	0,90	
561	" " "	315	160	M	P							0,36			
562	" " "	446	525	F	M							0,50			
563	" " "	475	665	F	M							0,32			
564	" " "	580	1230	IND.	G							0,23			
565	" " "	627	1310	IND.	G							0,14			
584	" " "	350	254	M	P							0,19			
585	" " "	371	254	IND.	P							0,25			
600	" " "	560	910	F	G							0,57	0,54	0,55	
601	" " "	542	1025	F	G							0,54			
604	Station 07	585	1300	F	G							0,58			
605	" " "	526	880	M	G							0,52			
606	" " "	585	1145	F	G							0,64			
608	" " "	656	2000	F	G							0,51			
634	" " "	290	149	F	P							0,16			
635	" " "	312	190	M	P							0,22			
636	" " "	355	229	F	P							0,19			
637	" " "	387	328	M	P							0,39			
638	" " "	478	657	F	M							0,15			
655	Station 04	372	304	F	P							0,12			
656	" " "	390	317	F	P							0,23			

a Valeur utilisée pour le traitement des résultats dans la présente étude



## ANNEXE 7.6 (suite)

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DU GRAND BROCHET AU LAC ST-PIERRE

No Spécimen	Localité	MESURES ANATOMIQUES			Classe de taille (P, M ou G)	TENEURS EN MERCURE (mg/kg)									
		Long. tot. (mm)	Masse (g)	Sexe (M, F ou Ind.)		Analyse de contrôle						Analyse finale Éco-Recherche			
						MENVIQ			Éco-Recherche			1a	2	3	Échant. fantôme
						1	2	3	1	2	3				
657	Station 04	472	586	F	M							0,23			
658	" " "	543	813	F	G							0,29			
659	" " "	560	919	F	G							0,27			
660	" " "	792	3310	F	G							0,92	1,04	1,04	
746	Station 08	342	213	F	P							0,25			
747	" " "	378	284	M	P							0,23			
748	" " "	447	516	F	M							0,12			
749	" " "	480	636	F	M							0,40			

a Valeur utilisée pour le traitement des résultats dans la présente étude

## ANNEXE 7.7

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DU MEUNIER NOIR AU LAC ST-PIERRE

No Spécimen	Localité	MESURES ANATOMIQUES			Classe de taille (P, M ou G)	TENEURS EN MERCURE (mg/kg)									
		Long. tot. (mm)	Masse (g)	Sexe (M, F ou Ind.)		Analyse de contrôle						Analyse finale Éco-Recherche			
						MENVIQ			Éco-Recherche			1 <sup>a</sup>	2	3	Échant. fantôme
						1	2	3	1	2	3				
500	Station 08	405	830	IND.	M	0,49	0,48	0,51	0,69	0,70	0,71	0,65			0,62
501	" " "	411	1000	IND.	M	0,21	0,22	0,23	0,35	0,37	0,38	0,28			0,22
502	Station 07	546	2040	IND.	G	0,39	0,40	0,41	0,63	0,62	0,64	0,47			0,38
503	" " "	455	1010	IND.	M	0,52	0,48	0,48	0,69	0,72	0,71	0,49	0,50	0,44	0,56
504	" " "	474	1250	IND.	M	0,40	0,40	0,39	0,53	0,53	0,54	0,46			0,36
505	" " "	426	860	IND.	M	0,55	0,56	0,55	0,64	0,60	0,62	0,70			0,46
507	Station 02	522	1710	IND.	G	0,45	0,49	0,44	0,75	0,79	0,77	0,50			0,44
508	" " "	495	1540	IND.	M	0,30	0,30	0,29	0,43	0,47	0,47	0,35			0,28
509	Station 03	481	1760	IND.	M	0,18	0,17	0,16	0,32	0,33	0,34	0,21	0,20		0,16
527	" " "	497	1415	F	M							0,47			
529	" " "	372	620	M	P							0,17			
530	" " "	385	800	M	P							0,34	0,32	0,28	
531	" " "	391	750	F	P							0,22			
578	Station 02	397	815	IND.	P							0,44			
579	" " "	368	675	M	P							0,16			
598	" " "	449	1230	M	M							0,37			
599	" " "	454	1255	F	M							0,39			
609	Station 07	245	184	IND.	P							0,28			
653	Station 04	455	1338	F	M							1,16			
654	" " "	460	1362	F	M							0,46			

a Valeur utilisée pour le traitement des résultats dans la présente étude

## ANNEXE 7.8

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DU MEUNIER ROUGE AU LAC ST-PIERRE

No Spécimen	Localité	MESURES ANATOMIQUES			Classe de taille (P, M ou G)	TENEURS EN MERCURE (mg/kg)									
		Long. tot. (mm)	Masse (g)	Sexe (M, F ou Ind.)		Analyse de contrôle						Analyse finale Éco-Recherche			
						MENVIQ			Éco-Recherche			1 <sup>a</sup>	2	3	Échant. fantôme
						1	2	3	1	2	3				
506	Station 07	389	660	IND.	P	0,23	0,22	0,19	0,26	0,26	0,27	0,30	0,33	0,44	0,19
610	" " "	385	660	F		P							0,45		

a Valeur utilisée pour le traitement des résultats dans la présente étude

## ANNEXE 7.9

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DE LA PERCHAUDE AU LAC ST-PIERRE

No Spécimen	Localité	MESURES ANATOMIQUES			Classe de taille (P, M ou G)	TENEURS EN MERCURE (mg/kg)									
		Long. tot. (mm)	Masse (g)	Sexe (M, F ou Ind.)		Analyse de contrôle			Analyse finale Éco-Recherche						
						MENVIQ			Éco-Recherche			1 <sup>a</sup>	2	3	Échant. fantôme
						1	2	3	1	2	3				
512	Station 03	250	270	F	G							0,46			
513	" " "	221	165	F	M							0,40			
515	" " "	163	60	M	P							0,20			
555	Station 02	180	83	F	M							0,15			
556	" " "	179	77	M	M							0,26			
613	Station 07	182	80	M	M							0,30			
614	" " "	265	287	F	G							0,34			
615	" " "	220	160	M	M							0,29			
690	Station 04	195	92	F	M							0,20	0,21	0,21	
691	" " "	199	107	F	M							0,20			
692	" " "	269	261	F	G							0,67			
693	" " "	260	261	F	G							0,48			
734	Station 08	162	50	F	P							0,21			
735	" " "	170	62	M	P							0,16			
736	" " "	230	194	F	G							0,19			
737	" " "	231	154	F	G							0,21			

a Valeur utilisée pour le traitement des résultats dans la présente étude

## ANNEXE 7.10

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR D'ÉCREVISSE AU LAC ST-PIERRE

No Spécimen	Localité	MESURES ANATOMIQUES			Classe de taille (P, M ou G)	TENEURS EN MERCURE (mg/kg)									
		Long. tot. (mm)	Masse (g)	Sexe (M, F ou Ind.)		Analyse de contrôle			Analyse finale Éco-Recherche						
						MENVIQ			Éco-Recherche			1 <sup>b</sup>	2	3	Échant. fantôme
						1	2	3	1	2	3				
761 <sup>a</sup>	Station 08	-	-	-	-	Orconectes limosus						0,15	0,19	0,11	
762 <sup>a</sup>	" " "	-	-	-	-	Orconectes virilis						0,13	0,18	0,13	

a Homogénat de 10 spécimens de la même espèce

b Valeur utilisée pour le traitement des résultats dans la présente étude

ANNEXE 8

RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DE DORÉS  
JAUNES AU RÉSERVOIR GOUIN (1984)

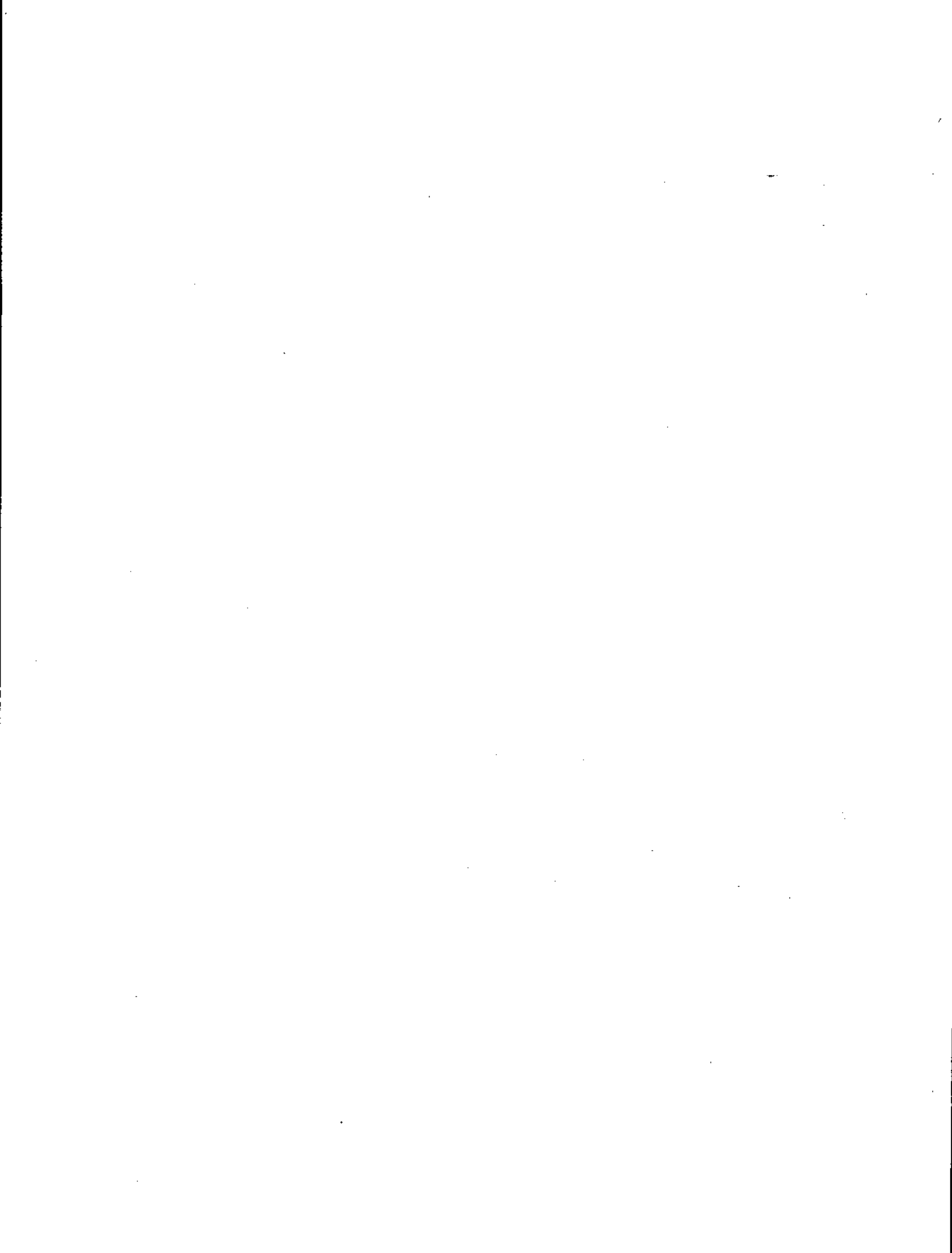


## ANNEXE 8

## RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES TENEURS EN MERCURE DE LA CHAIR DE DORÉS JAUNES AU RÉSERVOIR GOUIN (1984)

No Spécimen	Localité	MESURES ANATOMIQUES				Classe de taille (P, M ou G)	TENEURS EN MERCURE (mg/kg)									
		Long. tot. (mm)	Masse (g)	Sexe (M, F ou Ind.)	Âge		Analyse de contrôle			Analyse finale Éco-Recherche						
							MENVIQ			Éco-Recherche			1	2	3	Échant. fantôme
							1	2	3	1	2	3				
8	Baie J. Pierre	499	1080	M	12	M	1,01	1,04	1,04	1,29	1,28	1,29	1,22			1,03
11	" " " "	527	1510	F	9	G	1,05	1,04	1,06	1,30	1,31	1,35	1,06			0,93
37	" " " "	462	1000	F	8	M	0,68	0,71	0,74	0,88	0,88	0,92	0,76			0,59
49	" " " "	460	950	M	8	M	0,75	0,72	0,67	0,95	0,95	0,95	0,76			0,64
64	" " " "	496	1140	IND.	--	M	0,85	0,82	0,89	1,10	1,12	1,13	0,84	0,80	0,80	0,98
67	" " " "	540	1690	M	14	G	1,71	1,78	1,75	2,05	2,05	2,01	1,77	1,82		1,74
78	" " " "	528	1500	F	9	G	0,92	0,95	0,96	1,03	1,02	1,02	0,89			0,85
81	" " " "	635	3670	F	15	G	1,81	1,99	1,97	2,04	2,00	2,04	1,73			1,52
169	Lac Magnan	475	1050	F	9	M	1,04	1,04	1,00	1,13	1,13	1,15	1,17			0,84
175	" " "	461	930	F	8	M	0,91	0,90	0,88	0,96	1,00	1,02	0,81	0,87		0,73







Document PDF numérisé à 300 DPI  
Reconnaissance optique de caractères  
Numériseur Kodak I260/I280  
Adobe Acrobat 6.0  
Le 14 décembre 2004  
Micromatt Canada Ltée