

**BIOACCUMULATION  
DE CERTAINS CONTAMINANTS  
CHEZ LES POISSONS JUVÉNILES  
RÉGION DE CORNWALL-SAINT-RÉGIS  
- LAC SAINT-FRANÇOIS ET SES  
PRINCIPAUX AFFLUENTS**

**Jacques Bureau, Harm Sloterdijk**  
Direction Écotoxicologie et Écosystèmes

Centre Saint-Laurent  
Conservation et Protection  
Environnement Canada

Avril 1992

© **Ministre des Approvisionnements et Services**

Canada 1992

ISBN: 0-662-97447-6

N. catalogue: En 40-430/1992 F

## PERSPECTIVE DE GESTION

En raison de son rôle socio-économique et écologique essentiel, le fleuve Saint-Laurent constitue une ressource vitale pour l'économie du Canada. La surveillance de la qualité du milieu récepteur est un des volets dont le Centre Saint-Laurent s'est vu confier le mandat en 1988. La présente étude a été réalisée dans les premiers mois de la mise en oeuvre du Plan d'Action Saint-Laurent, et avait pour objectif une mise à jour aussi complète que possible des données de contamination de certaines espèces de poissons dans le lac le plus en amont de la zone québécoise du fleuve. Les résultats ont permis de confirmer l'utilité des poissons juvéniles comme intégrateur de la contamination ambiante sur une période estivale de 3 mois, et d'établir l'existence de processus de contamination complexes dans le secteur la région de Cornwall - Massena. Cette étude a également permis de mettre en évidence l'accumulation des composés chlorophénoliques qui n'avait jamais été étudiée à ce jour. Les niveaux de bioaccumulation des métaux lourds mesurés ne permettent pas de dégager de patron de distribution particulier dans ce plan d'eau. Par contre, l'applicabilité de cet outil à certaines régions spécifiques du fleuve a pu être démontrée, notamment vis à vis de certains contaminants organiques persistents. Son intégration dans le cadre d'un réseau de surveillance est recommandée.

## MANAGEMENT PERSPECTIVE

The St.Lawrence River is playing an essential socio-economic and ecological role, and is therefore a vital resource for Canada's economy. One of the mandate given to the St.Lawrence Centre in 1988 is the monitoring of its water quality.

This study was conducted during the first months of the St.Lawrence action plan implementation. Its objective was to update as completely as possible data on contamination of some fish species found in the most upstream lake in the Québec part of the river. The results confirmed the usefulness of juvenile fish as integrators of the ambient environment contamination over a summertime period of three months, and also revealed the existence of complex contamination processes in the Cornwall - Massena sector. Furthermore, this study has shown accumulation of chlorophenolic compounds which had never been studied before. The measured bioaccumulation levels of heavy metals do not allow to draw a particular distribution pattern for this water body. However, the applicability of this tool to some specific areas of the river, namely for some persistent organic compounds, was demonstrated. Integration of this tool in a monitoring network is thus recommended.

## RÉSUMÉ

Dès la mise en place du Plan d'action Saint-Laurent, la Direction Écotoxicologie et Écosystèmes a procédé à une étude de la contamination des poissons juvéniles dans le lac Saint-François. Vingt-trois stations furent échantillonnées durant le mois de septembre 1988. Un intérêt particulier fut porté à la région la plus occidentale du lac dans laquelle un transect nord-sud fut tracé entre l'embouchure de la rivière Saint-Régis et la ville de Cornwall. Des échantillons de poissons juvéniles de trois espèces (le Queue à tache noire, la Perchaude et le Méné émeraude) furent analysés pour les métaux lourds, les biphényles polychlorés, quelques pesticides persistants, et les chlorophénols. Les résultats ne permettent pas de mettre en évidence un problème aigu de contamination des poissons juvéniles par les métaux lourds, ce qui confirme les résultats obtenus lors d'études antérieures. Par contre, la présence d'Arochlor 1242 dans les tissus de jeunes de l'année constitue un fait nouveau par rapport aux études antérieures menées tant par la DEI/RQ que par le Ministère ontarien de l'Environnement. Les teneurs en chlorophénols, détectées particulièrement dans la région de Cornwall-Massena, laissent supposer un transport de ces contaminants par des masses d'eau de nature différente. Une étude plus approfondie permettrait de mieux cerner les phénomènes qui n'ont été que dépistés lors de la présente étude.

**ABSTRACT**

From the very beginning of the St.Lawrence action plan implementation, the Ecotoxicology and Ecosystems Direction proceeded to study contamination of juvenile fish in lake St.Francis. Twenty three stations were sampled in September 1988. The most western area of the lake was of particular interest, and a transect was selected between the mouth of St-Régis River and the city of Cornwall. Juvenile fish of three species (spottail shiner, yellow perch and emerald shiner) were analysed for heavy metals, PCBs, some persistent pesticides, and chlorophenols. Results do not show a severe contamination of juvenile fish by heavy metals, and thus confirm results obtained in previous studies. On the other hand, Aroclor 1242 was found in tissues of young-of-the-year fish, something new compared to studies conducted in the past by the Inland Water Directorate, Quebec Region, and by the Ontario Ministry of the Environment. Chlorophenol concentrations, particularly in the Cornwall - Massena area, suggest transportation of these contaminants by water masses of different nature. A thorough study would allow to better define phenomena detected in this study.

## TABLE DES MATIÈRES

PERSPECTIVES DE GESTION	iii
MANAGEMENT PERSPECTIVE	iv
RÉSUMÉ	v
ABSTRACT	vi
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	xi
LISTE DES ABRÉVIATIONS	xiii
REMERCIEMENTS	xiv
<b>1 INTRODUCTION ET OBJECTIFS</b>	<b>1</b>
<b>2 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE</b>	<b>3</b>
<b>3 MATÉRIEL ET MÉTHODE</b>	<b>5</b>
3.1 Plan d'échantillonnage	5
3.2 Choix des sites d'échantillonnage et localisation des stations	5
3.3 Choix des espèces	9
3.4 Période d'échantillonnage et protocole de pêche	9
3.5 Emballage et conservation des échantillons	10
3.6 Fiches de terrain	10
3.7 Préparation des échantillons au laboratoire	11
3.8 Choix des substances chimiques analysées	11
3.9 Choix des réplicats	12
3.10 Homogénéisation et constitution des réplicats	12
3.11 Analyse des contaminants organiques et contrôle de qualité	13
3.12 Analyse des métaux lourds	14
3.13 Traitement des données	15
<b>4 RÉSULTATS</b>	<b>16</b>
4.1 Captures	16
4.2 Lectures d'écailles et des mesures de longueur	18
4.3 Pourcentages en lipides et en eau	20
4.4 Teneurs en contaminants organiques	23
4.4.1 Biphényles polychlorés et organochlorés	23
4.4.2 Chlorophénols	32
4.5 Teneurs en métaux lourds	32

5	<b>DISCUSSION</b>	46
5.1	Teneurs en BPC et organochlorés	46
	5.1.1 Présence et répartition des BPC et Aroclors	46
	5.1.2 pp'-DDE	49
	5.1.3 HCB et Mirex	49
5.2	Chlorophénols	49
	5.2.1 Fréquence et distribution par forme chimique et par espèce	50
	5.2.2 Différences entre les stations	50
	5.2.3 Interprétation globale sur les chlorophénols	52
5.3	Métaux lourds	53
	5.3.1 Le cuivre et le zinc	53
	5.3.2 Le cadmium	53
	5.3.3 Le plomb	53
	5.3.4 Le chrome	54
	5.3.5 Le nickel	54
	5.3.6 Le mercure	55
	5.3.7 L'arsenic	55
	5.3.8 Le sélénium	55
	5.3.9 Synthèse sur la contamination par les métaux	56
5.4	Synthèse des observations sur les niveaux de contamination	56
5.5	Comparaison début-fin de campagne	57
5.6	Différences inter-espèces	60
6	<b>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS</b>	61
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	65
	<b>ANNEXES</b>	71
1	Longueurs moyennes des individus mesurées pour chaque répliquata	73
2	Pourcentages moyens en eau et en lipides pour chaque répliquat	75
3	Concentrations de BPC-OC dans le homogénats de poissons juvéniles- Résultats par répliquat.	79
4	Concentrations de métaux lourds dans les homogénats de poissons juvéniles - Résultats par répliquata.	83



**LISTE DES TABLEAUX**

1	Débits moyens et superficie des bassins versants des principaux affluents du lac Saint-François (1988)	4
2	Coordonnées UTM des stations et date d'échantillonnage - lac Saint-François (1988)	8
3	Longueurs maximales retenues pour la sélection des individus de la classe 0+ - lac Saint-François (1988)	10
4	Répartition des sous-échantillons d'homogénats selon le type d'analyse effectuée	13
5	Liste des composés organiques analysés, et leur limite de détection - poissons juvéniles - lac Saint-François (1988)	14
6	Liste des métaux lourds analysés et leur limite de détection - lac Saint-François (1988)	15
7	Résultats des captures (en g.) pour les individus d'âge 0+, et nombre de réplicats constitués par station - lac Saint-François (1988)	17
8	Capture (en g.) pour chaque espèce récoltée aux deux stations échantillonnées en début et en fin de campagne - lac Saint-François (1988)	19
9	Valeurs moyennes par espèces des pourcentages en lipides et des pourcentages en eau obtenus dans les homogénats - lac Saint-François (1988)	21
10	Valeurs moyennes des pourcentages en lipides et des teneurs en BPC-OC dans les homogénats de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)	24
11	Pourcentages de détection des BPC et des pesticides organochlorés pour l'ensemble des réplicats analysés - lac Saint-François (1988)	26
12	Teneurs en Chlorophénols dans les homogénats de Queues à tache noir et de Perchaude - lac Saint-François (1988)	33
13	Teneurs moyennes en métaux lourds dans les homogénats de poissons juvéniles (NOHU) - lac Saint-François (1988)	34

14	Pourcentages de détection des métaux lourds pour l'ensemble des réplicats analysés - lac Saint-François (1988)	37
15	Pourcentage d'augmentation des variables mesurées entrele début et la fin de l'étude - lac Saint -François (1988)	59

## LISTE DES FIGURES

1	Carte de localisation des stations dans le lac Saint-François	6
2	Carte de localisation détaillée des stations du transect îles Saint-Régis	7
3	Pourcentages moyens de lipides dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles	22
4	Concentrations moyennes ( $\pm$ écart type) d'Arochlor 1242 dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles	27
5	Concentrations moyennes ( $\pm$ écart type) d'Arochlor 1254 dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles	28
6	Concentrations moyennes ( $\pm$ écart type) d'Arochlor 1260 dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles	29
7	Concentrations moyennes ( $\pm$ écart type) de BPC totaux dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles	30
8	Concentrations moyennes ( $\pm$ écart type) de pp'-DDE dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles	31
9	Concentration moyenne ( $\pm$ écart-type) d'arsenic (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - lac Saint-François - 1988	38
10	Concentration moyenne ( $\pm$ écart-type) de chrome (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - lac Saint-François - 1988	39
11	Concentration moyenne ( $\pm$ écart-type) de cuivre (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - lac Saint-François - 1988	40
12	Concentration moyenne ( $\pm$ écart-type) de mercure (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - lac Saint-François - 1988	41
13	Concentration moyenne ( $\pm$ écart-type) de nickel (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - lac Saint-François - 1988	42

14	Concentration moyenne ( $\pm$ écart-type) de plomb (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - lac Saint-François - 1988	43
15	Concentration moyenne ( $\pm$ écart-type) de sélénium (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - lac Saint-François - 1988	44
16	Concentration moyenne ( $\pm$ écart-type) de zinc (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - lac Saint-François - 1988	45
17	Part relative des trois formes d'Aroclor analysées dans les homogénats de poissons juvéniles - lac Saint-François - 1988	48
18	Concentrations de Chlorophénols dans les homogénats de queue à tache noire et de perchaude - transect sud-nord	51

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

**Substances chimiques**

2CP	DichlorophénoI
3CP	TrichlorophénoI
4CP	TétrachlorophénoI
5CP	PentachlorophénoI
A1242	Aroclor 1242
A1254	Aroclor 1254
A1260	Aroclor 1260
BPC	Biphényles polychlorés
CP	ChlorophénoI(s)

**Poissons**

NOAT	Méné émeraude ( <i>Notropis atherinoïdes</i> )
NOHU	Queue à tache noire ( <i>Notropis hudsonius</i> )
PEFL	Perchaude ( <i>Perca flavescens</i> )

**Autres**

CSL	Centre Saint-Laurent
CV	Coefficient de variation
DDE	1,2-dichloro-2,2-bis(4-chlorophényl)éthylène
DEI/RQ	Direction des eaux intérieures, Région du Québec
E.T.	Écart type
HAP	Hydrocarbure(s) aromatique(s) polycyclique(s)
HCB	Hexachlorobenzène
LSF	Lac Saint-François
LCPE	<i>Loi canadienne sur la protection de l'environnement</i>
Max	Maximum
Min	Minimum
OC	Pesticides organochlorés
PASL	Plan d'Action Saint-Laurent
RAP	Remedial Action Plan
RBU	Rivière Beaudette
RG	Rivière à la Guerre
RR	Rivière aux Raisins
RS	Rivière aux Saumons
RSR	Rivière Saint-Régis
n.a.	Non analysé
n.q.	Non quantifiable
l.d.	Limite de détection

## REMERCIEMENTS

Cette étude, réalisée dans le cadre des programmes de la Direction Écotoxicologie et Écosystèmes du Centre Saint-Laurent, est l'oeuvre de plusieurs personnes que nous tenons à remercier :

- G. Guay et P. Delisle, biologistes, et toute l'équipe de la firme Environnement Illimité pour leur participation active aux campagnes d'échantillonnage;
- M. Mastromatteo, chimiste au Laboratoire Novalab Inc., pour ses conseils avisés, et la qualité du travail analytique réalisé;
- H. Agemian, chimiste au laboratoire national de la qualité des eaux à Burlington, pour les analyses des composés inorganiques effectuées au Centre canadien des eaux intérieures.

Nous tenons également à remercier les membres du comité de révision, et notamment G. Costan, écoanalyste à la section Écotoxicologie, L. Champoux, biologiste au Service canadien de la faune, V. Jarry, biologiste à la section Apports toxiques, et M. Léveillé, biologiste au Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, et A.M. Prud'homme, biologiste à la firme Analex, pour les remarques pertinentes qu'ils ont apportées, ainsi que Mme M. Simond, réviseuse à la section Révision et graphisme, Centre Saint-Laurent, pour avoir corrigé les imperfections qui nous avaient échappé.

## 1 INTRODUCTION ET OBJECTIFS

Entre 1984 et 1987, la Direction des eaux intérieures, région du Québec (DEI/RQ), a développé un outil de surveillance du milieu aquatique basé sur l'utilisation de poissons juvéniles comme bioindicateurs du niveau de contamination du milieu aquatique (Guay et Dandurand, 1986). Ces études ont révélé que les poissons juvéniles constituaient de bons indicateurs régio-spécifiques, notamment pour les contaminants organiques lipophiles persistants tels que les biphényles polychlorés (BPC) et les pesticides organochlorés modernes (OC) ainsi que pour le mercure. L'application de cet outil a permis de mettre en évidence la présence de certains contaminants organiques, tel que l'hexachlorobenzène dans la région de Beauharnois, et qui jusqu'alors n'avaient pu être détectés par les analyses chimiques conventionnelles de l'eau

En 1988, la mise en place du Plan d'action Saint-Laurent (PASL) permit d'appliquer cet outil à l'échelle du fleuve Saint-Laurent. La Direction Écotoxicologie et Écosystèmes du Centre Saint-Laurent (CSL) proposa d'appliquer cet outil de caractérisation à l'ensemble du fleuve Saint-Laurent. Un échantillonnage fut réalisé en septembre 1988, avec pour objectifs principaux:

- de quantifier les taux moyens de la contamination par les principales substances toxiques d'intérêt prioritaire figurant dans la *Loi canadienne de protection de l'environnement* (LCPE) chez deux espèces de poissons juvéniles présentes dans la partie québécoise du fleuve Saint-Laurent;
- de mettre en évidence la présence de composés chlorophénoliques dans les poissons juvéniles;
- de confirmer la présence, dans le biota, d'une bioaccumulation de produits toxiques non détectés par les méthodes conventionnelles;

- d'obtenir une image précise des taux de contamination à proximité immédiate des sources connues de contamination industrielle;
- d'établir les relations existant entre les taux de contamination de l'espèce cible et ceux des espèces substitut.

Soixante huit stations réparties entre Cornwall et l'île d'Orléans furent échantillonnées. L'effort de pêche visait à récolter un nombre suffisant d'individus de trois espèces, le Queue à tache noire (*Notropis hudsonius*) étant l'espèce cible, le Méné émeraude (*Notropis atherinoides*) et la Perchaude (*Perca flavescens*) étant les espèces substitut. Ce rapport présente les résultats obtenus aux vingt-deux stations échantillonnées dans le lac Saint-François et à l'embouchure de ses principaux affluents. Afin de mieux répondre aux objectifs 2 et 4, une attention particulière fut portée à la région de Cornwall - Saint-Régis qui, en tant que "porte d'entrée" du fleuve dans la province de Québec, constitue une région privilégiée dans l'étude des apports toxiques en provenance des Grands Lacs.



## 2 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le lac Saint-François (figure 1) constitue le premier élargissement du Saint-Laurent en territoire québécois, en aval du tronçon international et du bassin des Grands Lacs. Il est une des voies d'entrée de la contamination diffuse présente dans la partie amont du bassin versant de ce plan d'eau. La dynamique de circulation des masses d'eau de ce plan d'eau d'une cinquantaine de kilomètres de longueur et d'environ 6 kilomètres de largeur l'apparente plus à un système lotique que lentique. Ses limites sont l'extrémité est de l'île de Cornwall, en amont, et l'extrémité ouest de l'île de Valleyfield, en aval. Le débit moyen du fleuve autour de l'île de Cornwall est de  $8200 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $2380 \text{ m}^3/\text{s}$  le long de la rive nord,  $5800 \text{ m}^3/\text{s}$  le long de la rive sud) (RAP TEAM, 1988). A ce débit s'ajoutent ceux des rivières Grass ( $32 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et Raquette ( $60 \text{ m}^3/\text{s}$ ). La dispersion du courant en aval de l'île de Cornwall et au niveau de l'île Saint-Régis entraîne une sédimentation des matières en suspension dont la dynamique est actuellement à l'étude au Centre Saint-Laurent. La régulation des niveaux d'eau nécessaires à la navigation dans la Voie maritime du Saint-Laurent, est assurée par trois ouvrages hydrauliques: le barrage hydro-électrique de Moses-Saunders en amont, la centrale hydroélectrique et le barrage des Cèdres en aval.

Les six affluents principaux du lac Saint-François sont les rivières Saint-Régis, aux Saumons, à la Guerre, Beaudette, aux Raisins, et Delisle. Les débits moyens de ces cours d'eau ainsi que la superficie des bassins versants qu'ils drainent sont donnés au tableau 1. Un certain nombre de ruisseaux dont l'importance est mal connue, se jettent également dans ce lac. À l'exception des rivières Saint-Régis et aux Saumons (Sloterdijk et Guay, 1982), il existe très peu d'information sur la qualité des eaux ainsi que sur les usages des autres affluents du lac.

D'importantes industries sont situées dans la zone d'étude, notamment: Domtar (pâtes et papiers) et CIL (produits chimiques) à Cornwall, sur la rive nord; ALLOA, RMC, GMC/CF (alumineries) et General Motors (construction d'automobiles), à Massena, sur la rive sud. L'agriculture constitue le gros des autres activités humaines sur les rives du lac Saint-François.

**Tableau 1 Débits moyens et superficie des bassins versants des principaux affluents du lac Saint-François (1988)**

Affluent	Débits (m <sup>3</sup> /s)	Superficie (km <sup>2</sup> )
Rivière Saint-Régis	24,80	2357
Rivière aux Raisins	4,25	404
Rivière Beaudette	2,00	-
Rivière Delisle	12,00	391
Rivière Aux Saumons	18,00	1062
Rivière à la Guerre	-	-

D'après Kiamos, 1990.

### **3 MATÉRIEL ET MÉTHODE**

#### **3.1 Choix des stations**

Un plan d'échantillonnage reposant sur les objectifs décrits précédemment a été conçu dans le but :

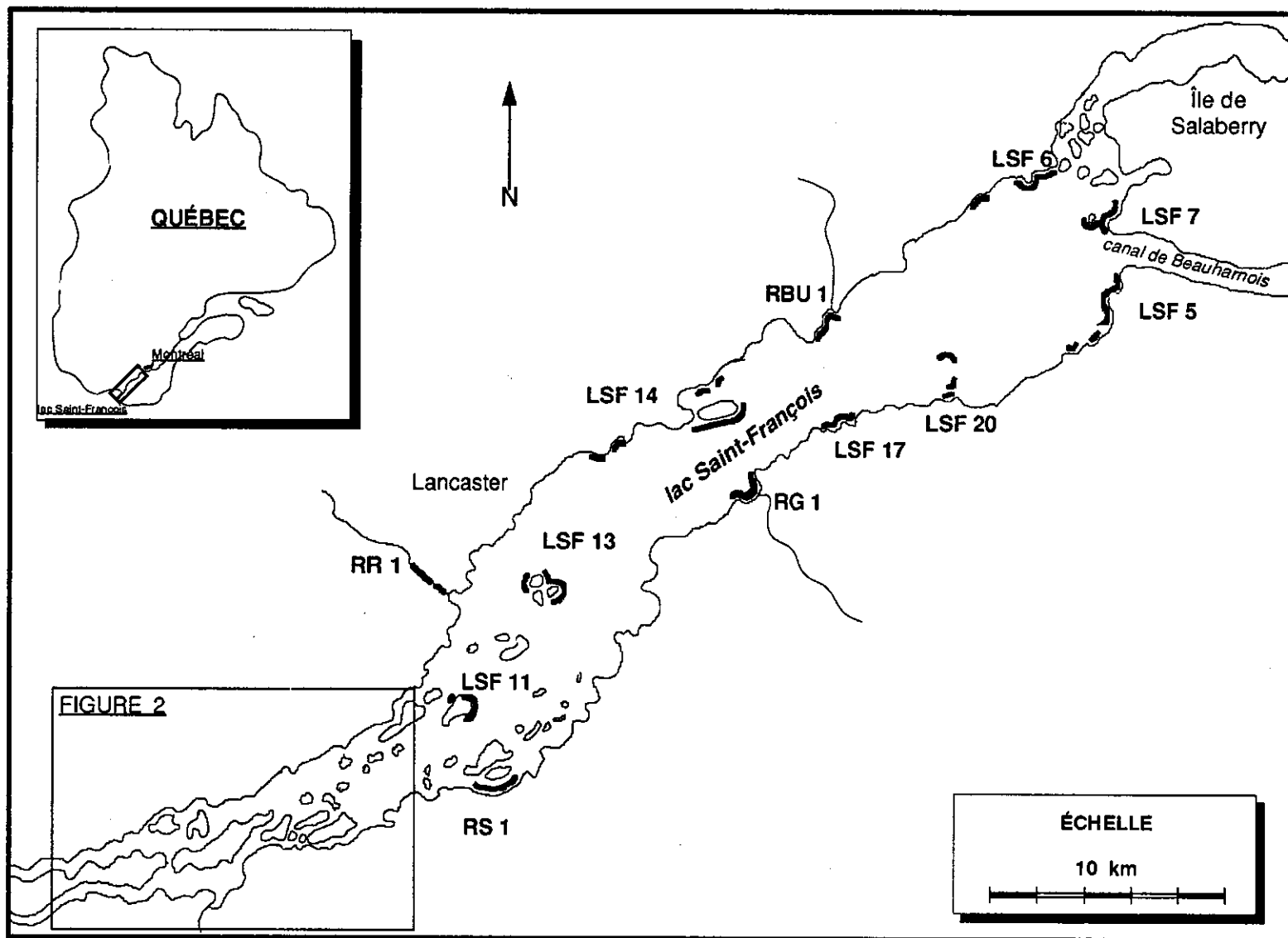
- d'établir la répartition spatiale des contaminants organiques et inorganiques chez les poissons, à l'échelle du lac Saint-François;
- de mettre en évidence les apports potentiels de contamination dans la région de Cornwall - Saint-Régis
- d'établir une comparaison temporelle avec les données historiques recueillies au cours des études antérieures (1984, 1986 et 1987) .

Compte tenu de ces critères, 22 sites furent choisis: 15 le long des rives et dans la partie centrale du lac, et sept aux embouchures ou dans les zones d'influence immédiate des principaux affluents. La localisation précise de ces stations en coordonnées UTM, ainsi que les dates d'échantillonnage, sont présentées au tableau 2.

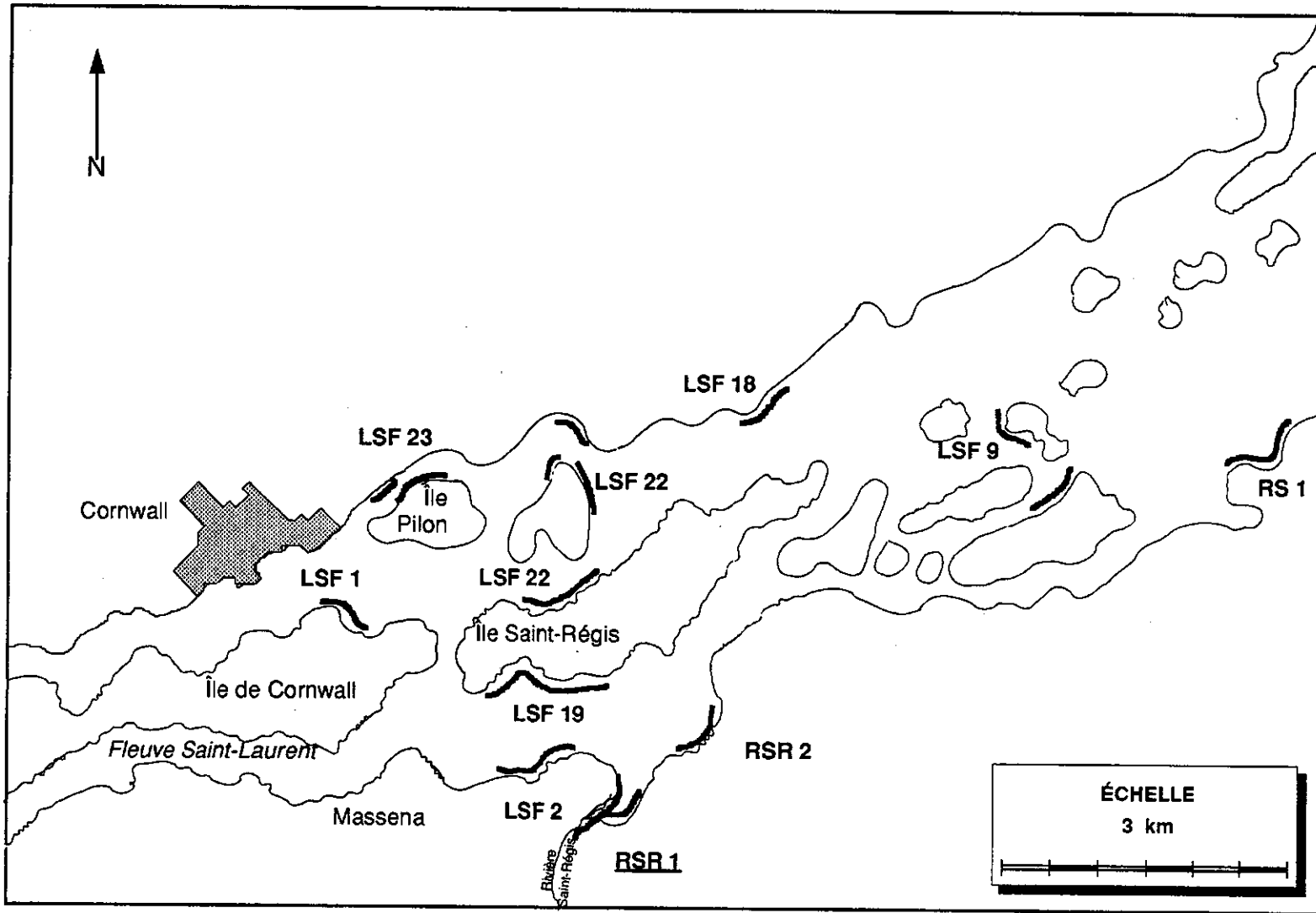
#### **3.2 Période d'échantillonnage**

Suivant l'expérience acquise au cours des études antérieures (Guay et Dandurand, 1986), l'échantillonnage fut réalisé entre le 13 septembre et le 8 octobre, période à laquelle les jeunes poissons de l'année ayant éclos à la fin du printemps ont été exposés à la contamination pendant 10 à 14 semaines , sans avoir encore entamé leur migration automnale vers les eaux plus profondes.

Pour des raisons logistiques, il est matériellement impossible de récolter tous les spécimens sur une courte période de temps. La durée moyenne d'exposition des individus récoltés peut donc différer de quelques jours à quelques semaines d'une station à l'autre. Pour corriger ce biais potentiel, une pêche de contrôle a été réalisée en début et en fin de campagne afin de mesurer la variation temporelle de la contamination durant la période d'échantillonnage.



**Figure 1** EMPLACEMENT DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE



**Figure 2** **EMPLACEMENT DES STATIONS D'ÉCHANTILLONNAGE -**  
**TRANSECT CORNWALL SAINT-RÉGIS**

**Tableau 2** *Coordonnées UTM des stations et date d'échantillonnage - Lac Saint-François (1988)*

Station	Date	Description	Nord	Est
LSF1	13/09/88	Île Pilon	526000	4986000
LSF2 s	13/09/88	Rivière Saint Régis - amont	528000	4983000
LSF2 o	06/10/88	Rivière Saint Régis - amont	528000	4983000
LSF5 a	15/09/88	Canal Saint-Louis	566000	5007000
LSF5 b	20/09/88	Canal Saint-Louis	566000	5007000
LSF6 a	15/09/88	Coteau Landing	565500	5010500
LSF6 b	20/09/88	Coteau Landing	565500	5010500
LSF7	15/09/88	La Grosse Pointe	565000	5010000
LSF9	14/09/88	Île aux Oies et et Dickerson	532500	4986500
LSF11	16/09/88	Île Thompson	539000	4990000
LSF13	20/09/88	Lac Saint François centre	549500	4999000
LSF14	20/09/88	Pointe Mouillée	548300	5000200
LSF17	12/09/88	Pointe Saint-Louis	556000	5000200
LSF18	14/09/88	Ruisseau Olivier Magee Drain	530800	4987500
LSF19	16/09/88	Île Saint-Régis - rive sud ouest	527500	4984000
LSF20	19/09/88	Île du Grenadier	559000	5004000
LSF21	22/09/88	Île Saint-Régis - rive nord	528000	4985000
LSF22	22/09/88	Île Coquelhoun	528000	4986000
LSF23	23/09/88	Pointe Flenigans	528500	4986500
RBU1 a	12/09/88	Rivière Beaudette	553500	5006500
RBU1 b	21/09/88	Rivière Beaudette	553500	5006500
RG1	21/09/88	Rivière La Guerre	551000	4999000
RS1	14/09/88	Rivière aux Saumons	538000	4987000
RR1	16/09/88	Rivière aux Raisins - Lancaster	539500	4997000
RSR1 s	14/09/88	Rivière Saint-Régis - embouchure	529000	4983000
RSR1 o	07/10/88	Rivière Saint-Régis - embouchure	529000	4983000
RSR2	16/09/88	Rivière Saint-Régis	526000	4981000

### **3.3 Choix des espèces**

Les espèces retenues ont été le Queue à tache noire (*Notropis hudsonius*) [NOHU] comme espèce cible, la Perchaude (*Perca flavescens*) [PEFL] et le Méné émeraude (*Notropis atherinoïdes*) [NOAT] comme espèces substitut.

### **3.4 Période d'échantillonnage et protocole de pêche**

Les échantillons ont été récoltés à l'aide d'une seine de rivage de 30,5 m munie d'une poche cubique de 2,4 m de côté à mailles de 0,64 cm. Lorsque la profondeur était supérieure à 1 m, on utilisait une embarcation à moteur pour le déploiement de la seine; dans les zones peu profondes, ce travail était effectué manuellement en cuissardes. À certaines stations, un pré-échantillonnage à la pêche électrique (modèle GPP 5,0 - Smith Root - rayon d'action d'environ 5 m) permettait de localiser les zones de concentration des espèces recherchées.

Pour s'assurer de ne conserver que des jeunes poissons de l'année, on ne retenait que les spécimens correspondant aux tailles indiquées au tableau 3, établies lors d'études antérieures par Guay et Dandurand (1986) et Guay et Delisle (1989).

Après chaque coup de seine, les poissons étaient transférés dans un vivier rectangulaire (80 X 35 X 35 cm) puis triés et identifiés au genre ou à la famille selon les clés d'identification de Scott et Crossman (1973) et Legendre (1960). Après dénombrement, les poissons autres que ceux recherchés étaient remis à l'eau. Compte tenu de la quantité de tissu requise pour les analyses chimiques (section 3.8), l'objectif de capture par espèce et par station était fixé à 350 g. L'effort de pêche maximum consenti par station était limité à 4 heures, soit 12 à 15 coups de seine.

**Tableau 3 Longueurs maximales retenues pour la sélection des individus de la classe 0+ - Lac Saint-François (1988)**

Espèce	Longueur maximale (mm)
Queue à tache noire	57
Perchaude	62
Méné émeraude	52

### 3.5 Emballage et conservation des échantillons

Les échantillons recueillis étaient emballés dans du papier d'aluminium rincé trois fois à l'hexane (qualité "pesticide"), puis trois fois à l'acétone (qualité "pesticide"); cet emballage était ensuite inséré dans un sac de plastique à fermeture coulissante type "zip-loc" afin de limiter les pertes d'humidité; ces sacs étaient alors placés sur glace fondante dans des glacières acheminées au laboratoire le soir même. De plus, on effectuait pour toutes les stations un prélèvement d'écaillés sur les cinq individus les plus longs de chaque espèce afin de confirmer l'âge au laboratoire.

### 3.6 Fiches de terrain

A chaque station, les informations sur le nombre de poissons, les données météorologiques et biophysiques telles que la température de l'air et de l'eau, l'ennuage, la force du vent, les précipitations, le nombre de coups de seine, la profondeur du seinage, une estimation de la vitesse du courant, la présence ou de l'absence de végétation riparienne, le pourcentage de recouvrement par la végétation aquatique et le type de substrat étaient reportées sur des fiches de terrain. Ces informations connexes étaient recueillies à des fins d'utilisation interne afin de faciliter la préparation de campagne d'échantillonnage futures, et ne sont donc pas présentées dans ce rapport. Lors de la compilation, toute cette information était vérifiée et le nombre de poissons par coup de seine était alors calculé.



### **3.7 Préparation des échantillons au laboratoire**

Les échantillons étaient pris en charge au laboratoire dans les 24h suivant la pêche (délai d'acheminement) par une équipe de deux techniciens. Ceux-ci effectuaient alors la préparation des réplicats, le mesurage des longueurs des individus, la pesée des groupes par espèce, la répartition en réplicats, et la lecture de confirmation de l'âge à partir des écailles. Les réplicats étaient ensuite constitués d'une masse d'environ 60 grammes de poissons pris au hasard. (c.f. section 3.4) Le nombre de réplicats variant de 1 à 7 selon les résultats de pêche. Pour chaque réplikat, des mesures contrôles de la longueur totale étaient effectuées sur un sous-échantillon de 25 individus pris au hasard dans chaque réplikat. Une fois constitués, les réplicats étaient numérotés selon une table de nombres aléatoires, puis placés au congélateur (-20°C) jusqu'à homogénéisation et analyse.

### **3.8 Choix des substances chimiques analysées**

La liste des contaminants avait été établie au préalable en tenant compte, à la fois, de leur présence abondante dans les différents compartiments biotiques et abiotiques du fleuve Saint-Laurent, mais aussi parce qu'ils figuraient parmi les produits toxiques d'intérêt prioritaire tels que définis dans le cadre de la *Loi canadienne de protection de l'environnement* (LCPE).

Une attention particulière a cependant été portée aux chlorophénols dont la présence dans les tissus de poissons juvéniles n'avait jamais été étudiée par Environnement Canada, région du Québec. Rejetés dans l'environnement principalement par l'industrie des pâtes et papiers, certaines formes chimiques de cette classe de composés ont un potentiel toxique élevé vis à vis des organismes, notamment aquatiques. En raison du nombre important de ce type d'usines le long des rives du fleuve Saint-Laurent et de celles des grands lacs, il a été décidé dans un premier temps de procéder à un dépistage de ces substances dans les tissus de poissons juvéniles, et de tester ainsi leur potentiel de bioaccumulation, afin de juger de la pertinence de procéder ultérieurement à une analyse sur un plus grand nombre d'échantillons. C'est pourquoi seuls quelques réplicats (29 au total, dont 12 pour le NOAT et 17 pour la PEFL) ont été analysés.

Bien que présents dans la colonne d'eau et dans les sédiments du lac Saint-François, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) n'ont pas été analysés lors de cette étude. Ces composés organiques sont en effet biodégradés rapidement par les processus métaboliques naturels des poissons, ce qui rend leur mise en évidence difficile lorsque leur niveau dans l'environnement est faible. Les résultats d'analyses de HAP faites sur des homogénats de poissons juvéniles en 1987 (Sloterdijk, données non publiées) ont d'ailleurs confirmé l'absence de bioaccumulation de ces produits chez les espèces à l'étude.

Les contaminants dosés étaient donc les suivants:

- les biphényles polychlorés totaux (BPC), les trois formes d'Aroclor (A1242, A1254 et A1260);
- l'hexachlorobenzène (HCB), le pp'-DDE, le Mirex, trois contaminants organiques connus pour leur potentiel élevé de bioaccumulation;
- l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le mercure, le nickel (Ni), le plomb (Pb), le sélénium (Se) et le zinc (Zn), tous des métaux qui se trouvent dans certaines parties du fleuve Saint-Laurent en teneurs potentiellement toxiques pour certains organismes vivants;
- les chlorophénols, comprenant les principaux dichlorophénols (2,3, 3,4 et 3,5 ), le 2,4,5-trichlorophénol, le 2,3,5,6-tetrachlorophénol et le pentachlorophénol.

Deux variables dites de soutien, soit le pourcentage de lipides et le pourcentage en eau de l'homogénat, ont également été mesurées.

### **3.9 Choix des réplicats**

Le choix des réplicats à analyser a été effectué en tenant compte à la fois des résultats de capture et des contraintes budgétaires. Un maximum de trois réplicats par station pour chacune des trois espèces( NOHU, NOAT et PEFL) étaient choisis au hasard parmi l'ensemble des réplicats initialement préparés. Vu la quantité d'individus

capturés à certaines stations, le nombre de 3 réplicats n'a pas toujours été atteint.

### 3.10 Homogénéisation et constitution des sous-échantillons

L'homogénéisation de chaque réplicat était effectuée par broyage des individus entiers à l'aide d'un broyeur-homogénéisateur (type "polytron"); l'homogénat était ensuite réparti en trois sous-échantillons placés dans des contenants de verre lavés à l'acide pour les échantillons destinés à l'analyse des métaux lourds, ou rincés à l'hexane et à l'acétone pour les échantillons destinés à l'analyse des contaminants organiques. Le tableau 4 indique les quantités requises pour chaque type d'analyse.

**Tableau 4 Répartition des sous-échantillons d'homogénats selon le type d'analyse effectuée**

Sous-échantillons	Poids (g)	Type d'analyse
No 1	25	% eau    % lipides fraction BPC et CP
No 2	15	métaux lourds
No 3	20	réserve et analyses complémentaires

### 3.11 Analyse des contaminants organiques et contrôle de qualité

Les analyses des contaminants organiques (BPC-OC et CP) ont été réalisées par le laboratoire Novalab. Le tableau 5 présente les limites de détection pour l'ensemble des contaminants analysés. Le contrôle de la qualité consistait à numéroter les réplicats selon une table aléatoire, et à adresser au laboratoire des duplicats cachés. Ce dernier a effectué les analyses en respectant son propre programme interne de contrôle de la qualité.

**Tableau 5** *Liste des composés organiques analysés, et leur limite de détection - Lac Saint-François (1988)*

Composé	Limite de détection (mg/kg)
Aroclor 1242	0,01
Aroclor 1254	0,01
Aroclor 1260	0,01
BPC totaux	0,01
pp'-DDE	0,001
HCB	0,005
MIREX	0,005
dichloro-2,3-phénol	0,02
dichloro-3,4-phénol	0,05
dichloro-3,5-phénol	0,05
trichloro-2,4,5-phénol	0,02
tetrachloro-2,3,5,6-phénol	0,01
pentachlorophénol	0,01

### 3.12 Analyse des métaux lourds

Les analyses des métaux lourds ont été réalisées par le laboratoire national d'Environnement Canada, Direction des eaux intérieures à Burlington, selon les méthodes analytiques d'Environnement Canada. Un contrôle de la qualité similaire à celui mis en place pour les composés organiques a été effectué. Le tableau 6 présente les limites de détection pour l'ensemble des métaux lourds analysés.

**Tableau 6** *Liste des métaux lourds analysés et leur limite de détection - Lac Saint-François (1988)*

<b>Métal</b>	<b>Limite de détection (mg/kg)</b>
Arsenic	0,050
Cadmium	0,020
Chrome	0,200
Cuivre	0,200
Mercure	0,010
Nickel	0,050
Plomb	0,100
Sélénium	0,050
Zinc	0,050

### **3.13 Traitement des données**

Pour chaque station et chaque espèce, les moyennes et les écarts types des différentes variables ont été calculés à partir des données brutes obtenues pour chaque réplikat. Sauf indication contraire, toutes les figures de ce rapport représentent les valeurs moyennes calculées et les écarts types associés.

## 4. RÉSULTATS

Vingt-deux (22) stations ont été échantillonnées entre le 12 septembre et le 7 octobre 1988 entre Cornwall et Valleyfield; les stations LSF5 et LSF6 ont été échantillonnées une seconde fois 5 jours plus tard, et la stations RBU, 9 jours plus tard, le nombre de poissons capturés lors de la première pêche ayant été trop faible pour atteindre le nombre minimum de trois réplicats nécessaires aux analyses chimiques. De plus, les stations LSF2 et RSR1 ont été rééchantillonnées quatre semaines plus tard dans le but de mesurer la variation temporelle de bioaccumulation, ce qui porte à 27 le nombre total de journées de pêche.

### 4.1 Captures

Comme l'indique le tableau 7, les trois espèces recherchées ont pu être capturées à 48 p.100 des stations, deux des quatre espèces l'ont été à 16 p.100 des stations, et, à 4 p.100 des stations, une seule des espèces ciblées a pu être capturée.

Si l'on compare ces résultats de 1988 à ceux obtenus lors d'études antérieures (1984 à 1987), on note une diminution globale des captures des trois espèces. Cette diminution peut s'expliquer par des modifications d'habitat dues aux bas niveaux d'eau observés dans tous les plans d'eau et dans plusieurs affluents du fleuve en 1988 (Guay et Delisle, 1989). Dans certains cas, les plantes aquatiques, normalement submergées, émergeaient, si bien que le milieu n'offrait plus les conditions propices pour la fraye et l'abri des jeunes de l'année. Cette modification de l'habitat était particulièrement marquée pour les stations LSF5, LSF6, LSF14 et LSF17.

Le tableau 7 donne les quantités en grammes et le nombre de réplicats constitués par les individus d'âge 0+ des trois espèces. On note que le Queue à tache noire était absent à 5 des 27 stations visitées, soient les stations LSF5a, LSF17, LSF20, RR1 et RSR2. De plus, la quantité minimale requise pour la constitution d'au moins trois réplicats n'a pu être obtenue à 12 stations, soit les stations LSF5a, LSF6a, LSF6b, LSF7, LSF13, LSF14, LSF18, RBU1a, RBU1b, RG1, RS1s, et RSR1s.

**Tableau 7 Résultats des captures (en g.) pour les individus d'âge 0+, et nombre de réplicats constitués par station - Lac Saint-François (1988)**

Station	Date	NOHU		NOAT		PEFL	
		poids (g)	N	poids (g)	N	poids (g)	N
LSF1	13/09/88	148,7	3	0,0	-	160,0	3
LSF2 s	13/09/88	673,3	6	0,0	-	53,9	1
LSF2 o	06/10/88	434,9	7	120,0	2	18,5	1
LSF5 a	15/09/88	0,0	-	398,0	7	0,0	-
LSF5 b	20/09/88	52,5	1	105,1	2	0,0	-
LSF6 a	15/09/88	102,6	2	75,0	1	75,4	1
LSF6 b	20/09/88	39,3	1	0,0	-	247,4	4
LSF7	15/09/88	65,4	1	0,0	-	392,3	7
LSF9	14/09/88	186,1	3	0,0	-	0,0	-
LSF11	16/09/88	355,0	6	76,7	1	0,0	-
LSF13	20/09/88	8,4	1	178,2	3	0,0	-
LSF14	20/09/88	45,6	1	88,5	2	0,0	-
LSF17	12/09/88	0,0	-	1,6	-	6,6	1
LSF18	14/09/88	100,0	2	0,0	-	23,6	1
LSF19	16/09/88	156,6	3	0,0	-	52,8	1
LSF20	19/09/88	0,0	-	0,0	-	29,1	1
LSF21	22/09/88	277,4	5	0,0	-	58,9	1
LSF22	22/09/88	249,8	4	0,0	-	24,8	1
LSF23	23/09/88	173,1	3	51,0	1	0,0	-
RBU1 a	12/09/88	66,7	1	11,2	-	20,7	1
RBU1 b	21/09/88	34,1	1	51,4	1	328,4	5
RG1	21/09/88	13,7	0	0,0	-	90,1	2
RS1	14/09/88	75,6	2	23,8	1	0,0	-
RR1	16/09/88	0,0	-	0,0	-	70,8	1
RSR1 s	14/09/88	67,9	1	0,0	-	331,4	5
RSR1 o	07/10/88	244,0	4	0,0	-	199,6	3
RSR2	16/09/88	0,0	-	0,0	-	28,0	1
Nombre total de réplicats			58		21		41
Nombre de stations présentant 3 espèces:		13		N = nombre de réplicats par station			
Nombre de stations présentant 2 espèces:		8					
Nombre de stations présentant 1 espèce:		1		s = septembre - o = octobre			

Le Méné émeraude était légèrement moins abondant que le Queue à tache noire. Le minimum de trois réplicats n'a pu être préparé que pour deux stations. Dans dix stations, le nombre de poissons capturés n'a permis de constituer qu'un ou deux réplicats. Aux quinze autres stations, l'espèce était totalement absente.

La situation était presque identique pour la Perchaude. On a obtenu au moins trois réplicats à six stations, un ou deux réplicats à quatorze stations, et l'espèce était absente à huit stations.

Une nouvelle tentative d'échantillonnage aux stations LFSF5 et LSF6 cinq jours plus tard n'a pas permis d'obtenir le nombre de poissons nécessaire pour les analyses chimiques, quelle que soit l'espèce considérée.

Ces résultats mettent en évidence la faible abondance du Méné émeraude qui n'est présent qu'à 44 p.100 des stations visitées dans le lac Saint-François. De plus, lorsque présent, sa faible abondance ne permet que rarement (2 stations sur 27) de constituer le minimum de 3 réplicats requis pour le traitement statistique des résultats. L'observation sur le terrain indique une situation semblable chez les poissons adultes.

Le tableau 8 présente les résultats de pêche pour les stations échantillonnées en début et en fin de campagne. On remarque que le Queue à tache noire a pu être capturé en plus grand nombre en octobre qu'en septembre à la station RSR1.

#### **4.2 Lectures d'écaillés et des mesures de longueur**

La détermination de l'âge des poissons par lecture des écaillés a permis de constater une bonne croissance des jeunes de l'année au cours de l'été 1988 (annexe 2). Les conditions de température exceptionnelles de l'été 1988 ont sans doute contribué à favoriser la croissance des jeunes (Guay et Delisle, 1990).

À certaines stations, les jeunes de l'année du Queue à tache noire mesuraient souvent plus de 60 mm, et parfois même 70 mm. Les spécimens de longueur supérieure à 57 mm étaient cependant éliminés au cours de la préparation des échantillons en laboratoire. Dans certains cas, on a cependant conservé des spécimens mesurant plus de 60 mm pour permettre la préparation d'un nombre



**Tableau 8** *Capture (en g.) pour chaque espèce récoltée aux deux stations échantillonnées en début et en fin de campagne. - Lac Saint-François (1988)*

Station	NOHU (g)	NOAT (g)	PEFL (g)
LSF2 septembre	673,3	0,0	53,9
LSF2 octobre	434,9	120,0	18,5
RSR1 septembre	67,9	0,0	331,4
RSR1 octobre	244,0	0,0	199,6

adéquat de réplicats. Par exemple, pour les stations RBU1, RG1 et LSF20, la taille moyenne des spécimens utilisés pour préparer les réplicats était supérieure à 55 mm. Les jeunes Queues à tache noire capturés à la stations RBU1 étaient particulièrement grands: leur taille moyenne variait de 61 à 65 mm, et les plus grand spécimens mesuraient entre 71 et 79 mm. La présence de groupes de tailles différents est attribuable à un retard de croissance chez les jeunes, ou à un étalement de la fraye en juillet et août qui donne en d'automne de petits individus âgés de 0+, et par conséquent, des petits individus âgés de 1+ l'année suivante. Ce point est important car il démontre que le critère "longueur" ne permet pas de discriminer totalement des individus de taille homogène. La longueur d'un jeune individu appartenant à une population homogène permet généralement d'estimer son âge, ce qui dans une étude de bioaccumulation permet d'évaluer la durée d'exposition à la contamination ambiante. Il est donc important de souligner qu'à certaines stations, les mesures effectuées suggèrent que les populations échantillonnées sont peut-être hétérogènes.

Pour le Méné émeraude, la plupart des spécimens recueillis mesuraient entre 35 et 60 mm. Mais là encore, le problème de l'homogénéité des population échantillonnées s'est posé. Aux stations LSF5 et LSF13, deux sous-populations semblaient présentes: chez l'une, la taille moyenne des spécimens était comprise entre 35 et 60 mm, alors que chez l'autre, elle était inférieure à 35 mm. Le Méné émeraude est un espèce qui peut frayer jusqu'à la mi-août (Scott et Crossman, 1973), ce qui mène à une hétérogénéité des classes de longueur pour cette espèce. Cette

situation crée des problèmes de différenciation des groupes d'âge, ce qui rend la discrimination par la longueur relative. La standardisation de la méthode de tri est ainsi remise en question pour cette espèce, car il devient difficile de corrélérer la durée d'exposition réelle des individus à la contamination ambiante. Pour cette raison, il a été décidé de traiter les réplicats de ces deux stations en deux sous-groupes distincts, et d'en analyser séparément les homogénats. Ceci explique la duplication des résultats de bioaccumulation pour cette espèce aux stations en cause (tableaux 9 et 10).

Pour la Perchaude, la moyenne des tailles aux différentes stations se situe autour de 70mm, ce qui correspond aux critères préétablis durant la phase préparatoire de l'étude.

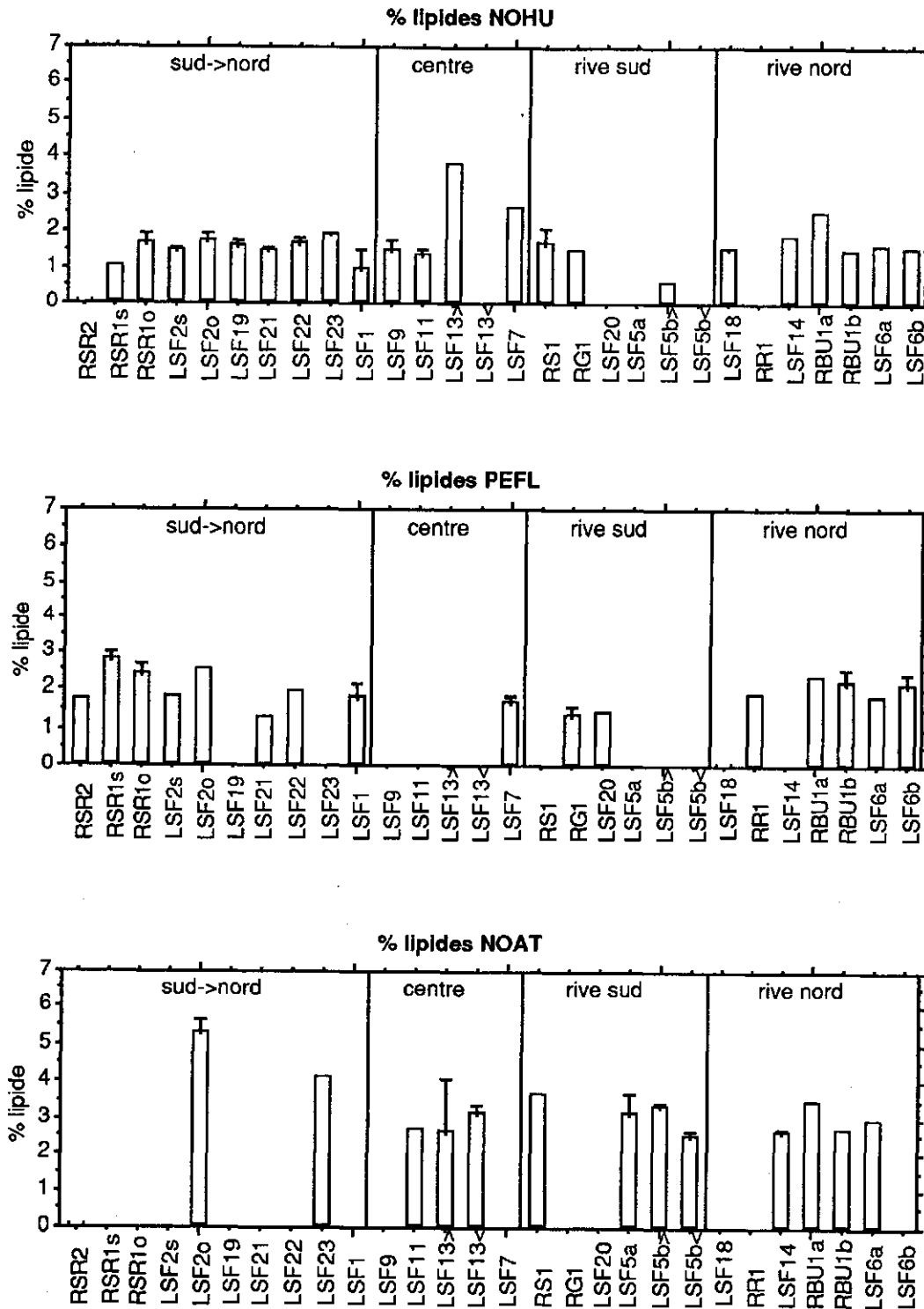
#### **4.3 Pourcentages en lipides et en eau**

Le tableau 9 indique les pourcentages moyens en lipides et en eau calculés par espèce pour l'ensemble des réplicats, toutes stations confondues. La figure 3 illustre la répartition spatiale des pourcentages en lipides pour chaque espèce étudiée. Les pourcentages moyens de lipides pour chaque réplikat sont présentés à l'annexe 3.

C'est chez le Queue à tache noire et la Perchaude que les teneurs moyennes en lipides sont les plus faibles ( $1,63 \pm 0,52$  et  $1,96 \pm 0,59$  respectivement) alors qu'elles sont près du double chez le Méné émeraude. Les pourcentages moyens en eau dans les mêmes homogénats diffèrent peu quelle que soit l'espèce considérée. Ces résultats seront commentés lors de la discussion sur la bioaccumulation des contaminants lipophiles.

**Tableau 9** *Valeurs moyennes par espèce des pourcentages en lipides et des pourcentages en eau obtenus dans les homogénats - Lac Saint-François (1988)*

	NOHU		PEFL		NOAT	
	lipides (%)	eau (%)	lipides (%)	eau (%)	lipides (%)	eau (%)
<b>Moyenne</b>	1,63	76,84	1,96	75,80	3,25	73,42
<b>Écart type</b>	0,52	1,70	0,59	0,84	0,88	2,04
	<b>N = 44</b>		<b>N = 17</b>		<b>N = 32</b>	



**Figure 3** Représentation spatiale des pourcentages moyens ( $\pm$  écart type) de lipides dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)

#### **4.4 Teneurs en contaminants organiques**

**4.4.1 Aroclor 1254, biphényles polychlorés et pesticides organo-phosphorés** - Le tableau 10 indique pour chaque espèce les teneurs moyennes en Aroclor 1242, 1254, 1260, BPC totaux, pp'-DDE, HCB et Mirex calculées à partir des teneurs obtenues pour chaque réplicat. Afin d'obtenir une meilleure description de la répartition spatiale de chaque variable mesurée, on présente également aux figures 4 à 8 les teneurs moyennes et les écarts types pour les trois formes d'Aroclor, les BPC totaux et le pp'-DDE pour chaque espèce, à chaque station, et pour les quatre zones géographiques préférentielles (transect sud-nord, région centrale, rive sud, rive nord). Le petit nombre de stations où l'HCB et le Mirex ont été détectés (tableau 11) rend toute représentation graphique superflue pour ces deux composés. Les résultats complets par réplicat, par espèce, par station sont présentés à l'annexe 4.

**Tableau 10 Valeurs moyennes des teneurs en BPC-OC dans les homogénats de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)**

Espèce	Station	Date	l	AROCLORE							
				n	1242 (mg/kg)	1254 (mg/kg)	1260 (mg/kg)	BPC (mg/kg)	HCB (mg/kg)	pp'DDE (mg/kg)	mirex (mg/kg)
NOAT	LSF2o	06/10/88	-	2	0,58	0,25	0,20	1,05	<,005	0,029	0,010
NOAT	LSF5b	20/09/88	<	3	0,09	0,13	0,12	0,33	<,005	0,015	<0,005
NOAT	LSF5b	20/09/88	>	2	0,25	0,23	0,18	0,72	<,005	0,026	0,010
NOAT	LSF5a	15/09/88	-	3	0,18	0,17	0,14	0,60	<,005	0,019	<0,005
NOAT	LSF6	15/09/88	-	1	< dl	0,12	0,12	0,24	<,005	0,022	0,010
NOAT	LSF11	16/09/88	-	1	0,25	0,17	0,20	0,62	<,005	0,036	0,010
NOAT	LSF13	20/09/88	<	3	0,04	0,04	0,04	0,13	<,005	0,006	<0,005
NOAT	LSF13	20/09/88	>	3	0,12	0,11	0,11	0,28	<,005	0,020	0,006
NOAT	LSF14	20/09/88	-	2	0,06	0,08	0,07	0,17	<,005	0,011	<0,005
NOAT	LSF23	23/09/88	-	1	0,15	0,16	0,21	0,52	<,005	0,047	0,010
NOAT	RBU1a	12/09/88	-	1	0,14	0,14	0,08	0,36	<,005	0,015	<0,005
NOAT	RBU1b	21/09/88	-	1	0,10	0,15	0,11	0,36	<,005	0,023	0,010
NOAT	RS01	14/09/88	-	1	0,27	0,10	0,08	0,45	<,005	0,011	<0,005
NOHU	LSF1	13/09/88	-	3	0,05	0,06	0,07	0,18	<,005	0,010	<0,005
NOHU	LSF2s	13/09/88	-	3	0,22	0,07	0,07	0,36	<,005	0,008	<0,005
NOHU	LSF2o	06/10/88	-	3	0,19	0,08	0,06	0,33	<,005	0,009	<0,005
NOHU	LSF6a	15/09/88	-	2	0,01	0,03	0,02	0,06	<,005	0,005	<0,005
NOHU	LSF6b	20/10/88	-	1	0,03	0,01	0,02	0,06	<,005	0,003	<0,005
NOHU	LSF7	15/09/88	-	1	0,06	0,01	0,03	0,10	<,005	0,004	<0,005
NOHU	LSF9	16/09/88	-	3	0,17	0,09	0,11	0,37	<,005	0,008	0,010
NOHU	LSF11	16/09/88	-	3	0,13	0,06	0,06	0,24	<,005	0,007	<0,005
NOHU	LSF13	20/09/88	-	1	0,10	0,06	0,08	0,24	<,005	0,010	<0,005
NOHU	LSF14	20/09/88	-	1	0,02	0,01	0,02	0,05	<,005	0,002	<0,005
NOHU	LSF18	14/09/88	-	2	0,06	0,09	0,12	0,26	<,005	0,017	0,010
NOHU	LSF19	16/09/88	-	3	0,29	0,20	0,27	0,76	<,005	0,050	0,020
NOHU	LSF21	22/09/88	-	3	0,11	0,11	0,14	0,36	<,005	0,032	0,010
NOHU	LSF22	22/09/88	-	3	0,04	0,07	0,07	0,17	<,005	0,010	0,010
NOHU	LSF23	23/09/88	-	3	0,05	0,09	0,07	0,21	<,005	0,010	<0,005
NOHU	RBU1a	12/09/88	-	1	0,04	0,02	0,03	0,09	<,005	0,005	<0,005
NOHU	RBU1b	21/09/88	-	1	0,04	0,01	0,02	0,07	<,005	0,002	<0,005
NOHU	RG1	21/09/88	-	1	0,07	0,04	0,04	0,15	<,005	0,006	<0,005
NOHU	RS1	14/09/88	-	2	0,10	0,03	0,07	0,19	<,005	0,005	<0,005
NOHU	RSR1s	14/09/88	-	1	0,11	0,06	0,06	0,23	<,005	0,007	<0,005
NOHU	RSR1o	07/10/88	-	3	0,15	0,09	0,09	0,33	<,005	0,012	<0,005

l: longueur moyenne <: longueur moyenne inférieure à 35 mm

>: longueur moyenne supérieure à 35 mm

n: nombre de répliqués analysés

dl: limite de détection

**Tableau 10 (suite) Valeurs moyennes des teneurs en BPC-OC dans les homogénats de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)**

Espèce	Station	Date	l	AROCLOR							
				n	1242 (mg/kg)	1254 (mg/kg)	1260 (mg/kg)	BPC (mg/kg)	HCB (mg/kg)	pp'DDE (mg/kg)	mirex (mg/kg)
PEFL	LSF1	13/09/88	-	3	0,04	0,04	0,03	0,11	<0,005	0,007	<0,005
PEFL	LSF2s	13/09/88	-	1	0,21	0,05	0,04	0,30	<0,005	0,004	<0,005
PEFL	LSF2o	06/10/88	-	1	0,32	0,09	0,06	0,47	<0,005	0,008	<0,005
PEFL	LSF6a	15/09/88	-	1	0,04	0,01	0,04	0,09	<0,005	0,004	<0,005
PEFL	LSF6b	20/09/88	-	3	0,04	0,02	0,03	0,09	<0,005	0,004	<0,005
PEFL	LSF7	15/09/88	-	3	0,04	0,02	0,03	0,09	<0,005	0,004	<0,005
PEFL	LSF18	14/09/88	-	1	0,02	0,03	0,02	0,07	<0,005	0,003	<0,005
PEFL	LSF19	16/09/88	-	1	0,12	0,07	0,07	0,26	<0,005	0,008	<0,005
PEFL	LSF20	19/09/88	-	1	0,08	0,05	0,04	0,17	<0,005	0,004	<0,005
PEFL	LSF21	22/09/88	-	1	0,06	0,05	0,04	0,15	<0,005	0,005	<0,005
PEFL	LSF22	22/09/88	-	1	0,03	0,02	0,03	0,08	<0,005	0,004	<0,005
PEFL	RBU1a	12/09/88	-	1	0,04	0,03	0,01	0,08	<0,005	0,004	<0,005
PEFL	RBU1b	21/09/88	-	3	0,03	0,02	0,02	0,07	<0,005	0,003	<0,005
PEFL	RR1	16/09/88	-	1	0,04	0,01	0,03	0,08	<0,005	0,003	<0,005
PEFL	RSR1s	14/09/88	-	3	0,32	0,08	0,05	0,44	<0,005	0,008	<0,005
PEFL	RSR1o	07/10/88	-	3	0,30	0,08	0,05	0,43	0,005	0,008	<0,005
PEFL	RSR2	16/09/88	-	1	0,02	0,04	0,04	0,08	<0,005	0,003	<0,005

i: longueur moyenne <: longueur moyenne inférieure à 35 mm  
>: longueur moyenne supérieure à 35 mm

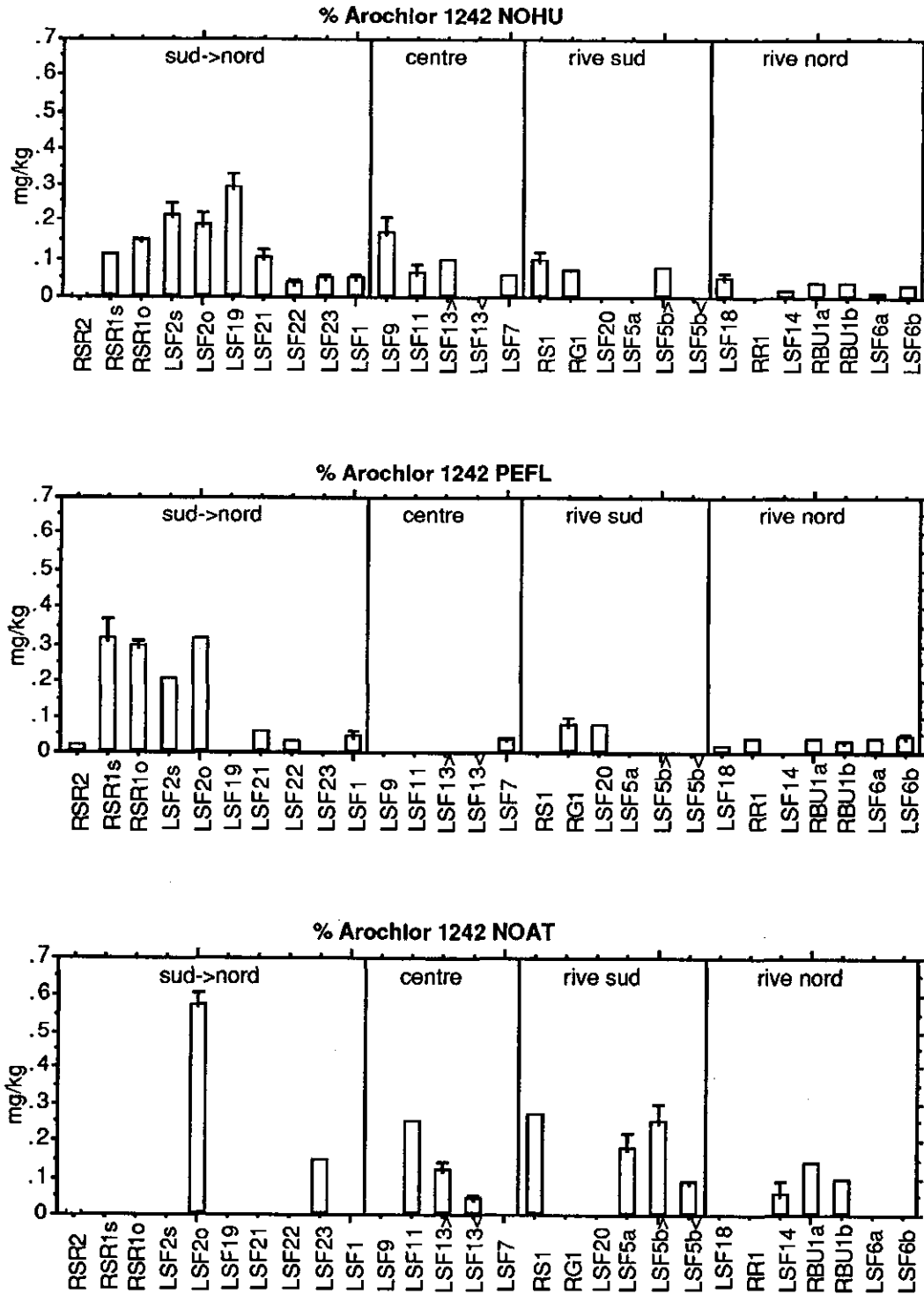
n: nombre de répliqués analysés

dl: limite de détection

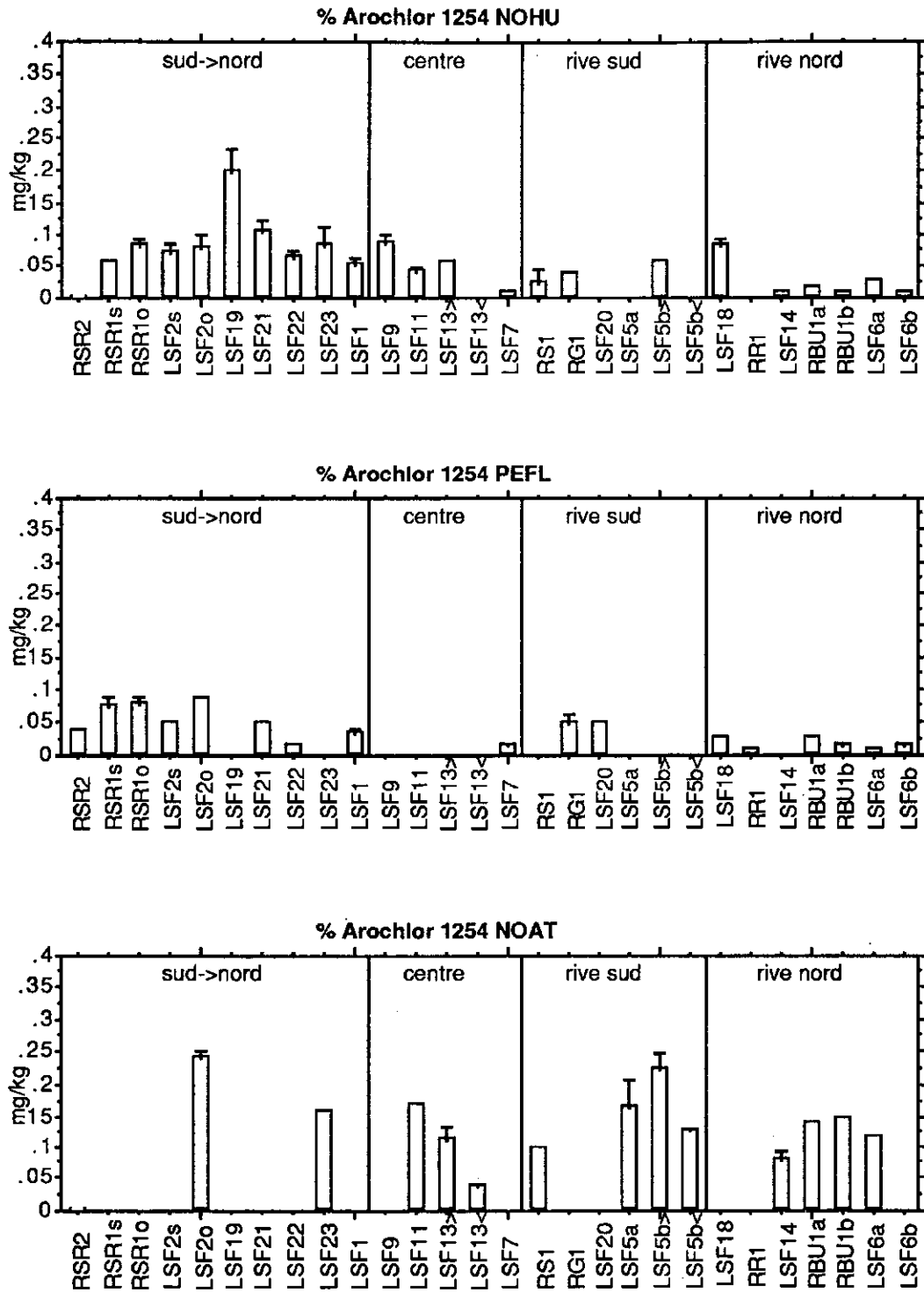
**Tableau 11 Pourcentages de détection des BPC et des pesticides organochlorés pour l'ensemble des réplicats analysés - Lac Saint-François (1988)**

Substance	Espèce	Nombre d'analyses	Résultats supérieurs à la limite de détection (%)
A1242, A1254, A1260 et BPC totaux	NOHU	44	100
	PEFL	31	100
	NOAT	24	100
HCB	NOHU	44	0
	PEFL	31	0
	NOAT	24	0
pp'-DDE	NOHU	44	100
	PEFL	31	100
	NOAT	24	100
Mirex	NOHU	44	27
	PEFL	31	0
	NOAT	24	25

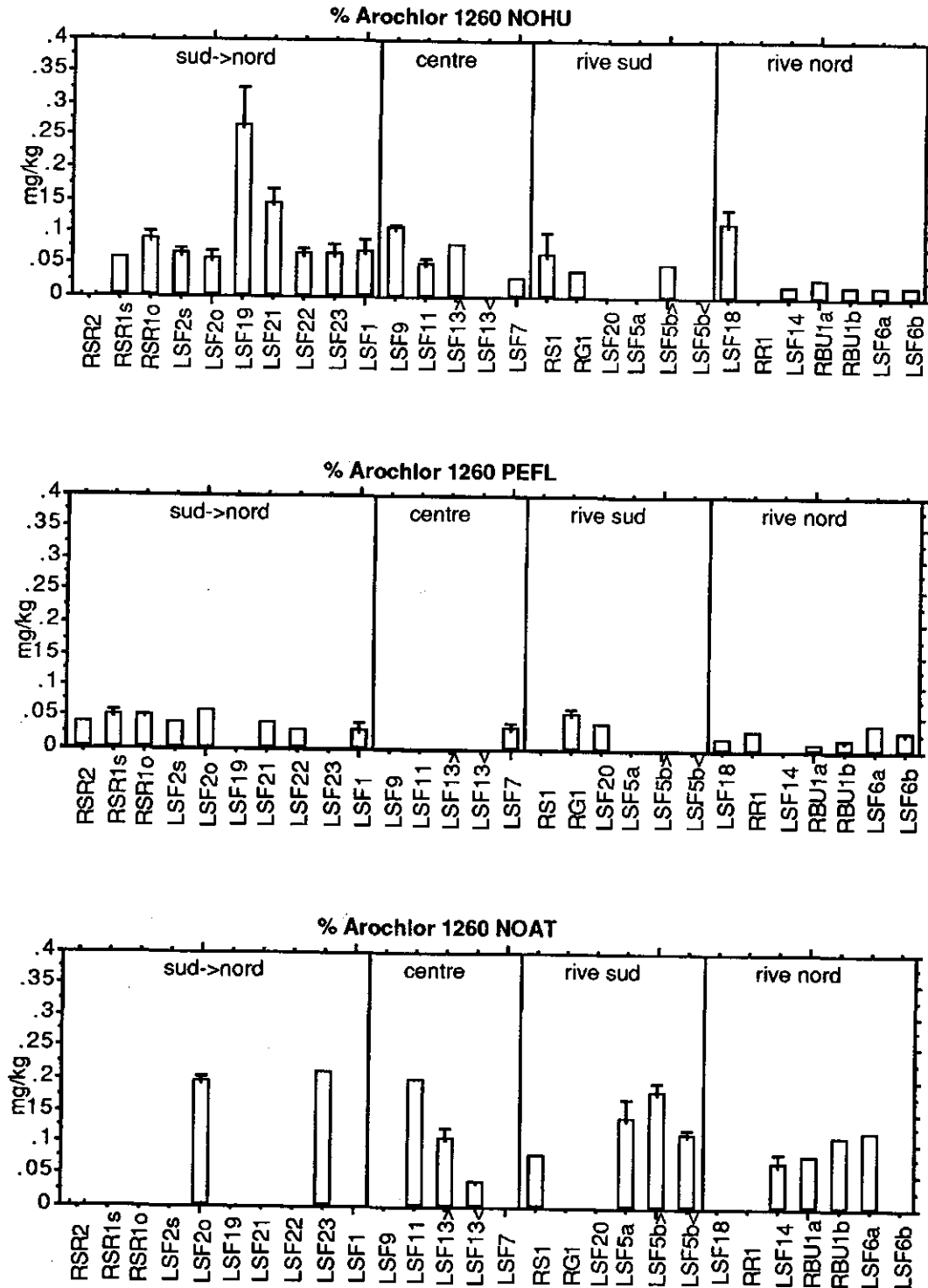




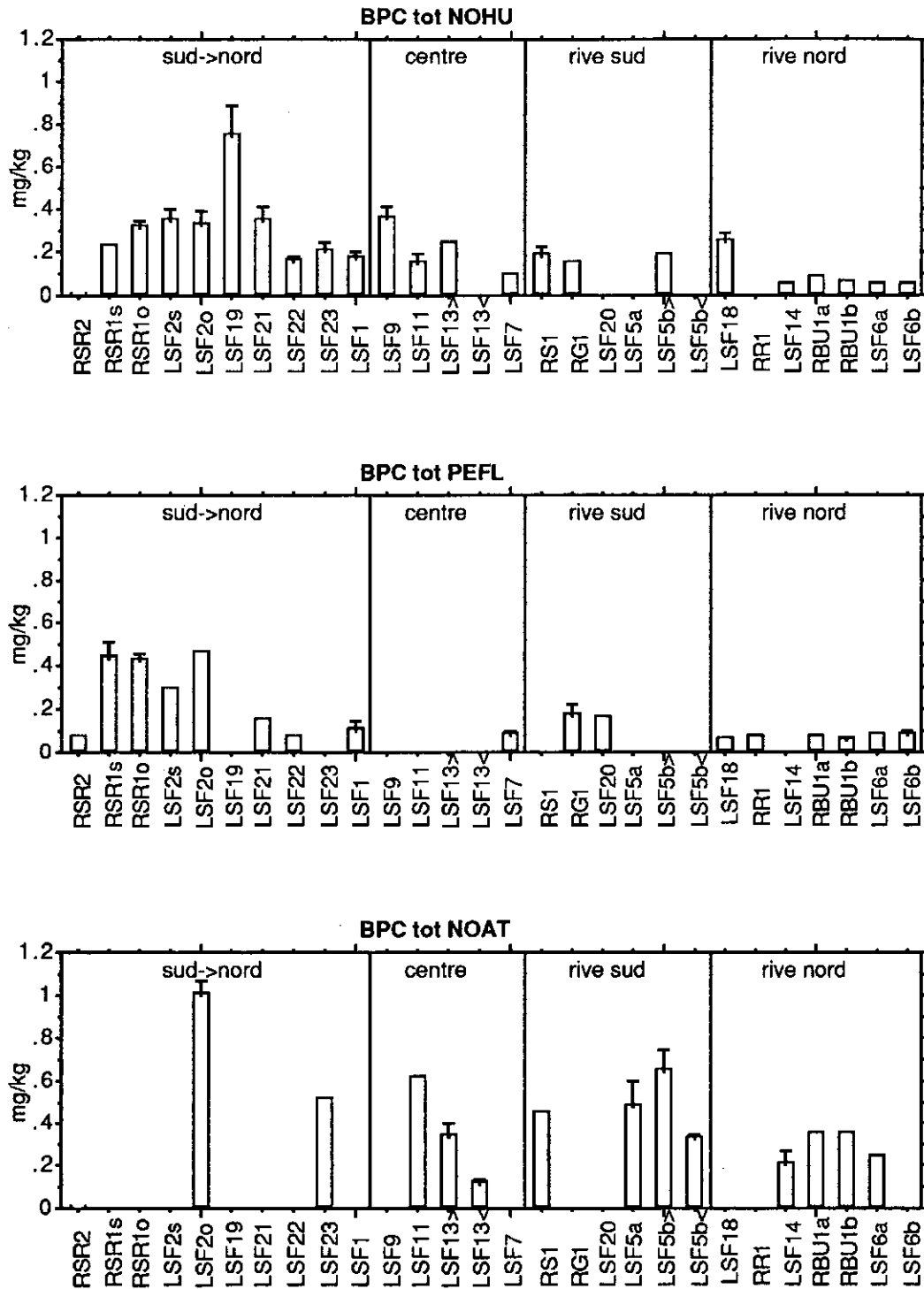
**Figure 4** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en Arochlor 1242 (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)



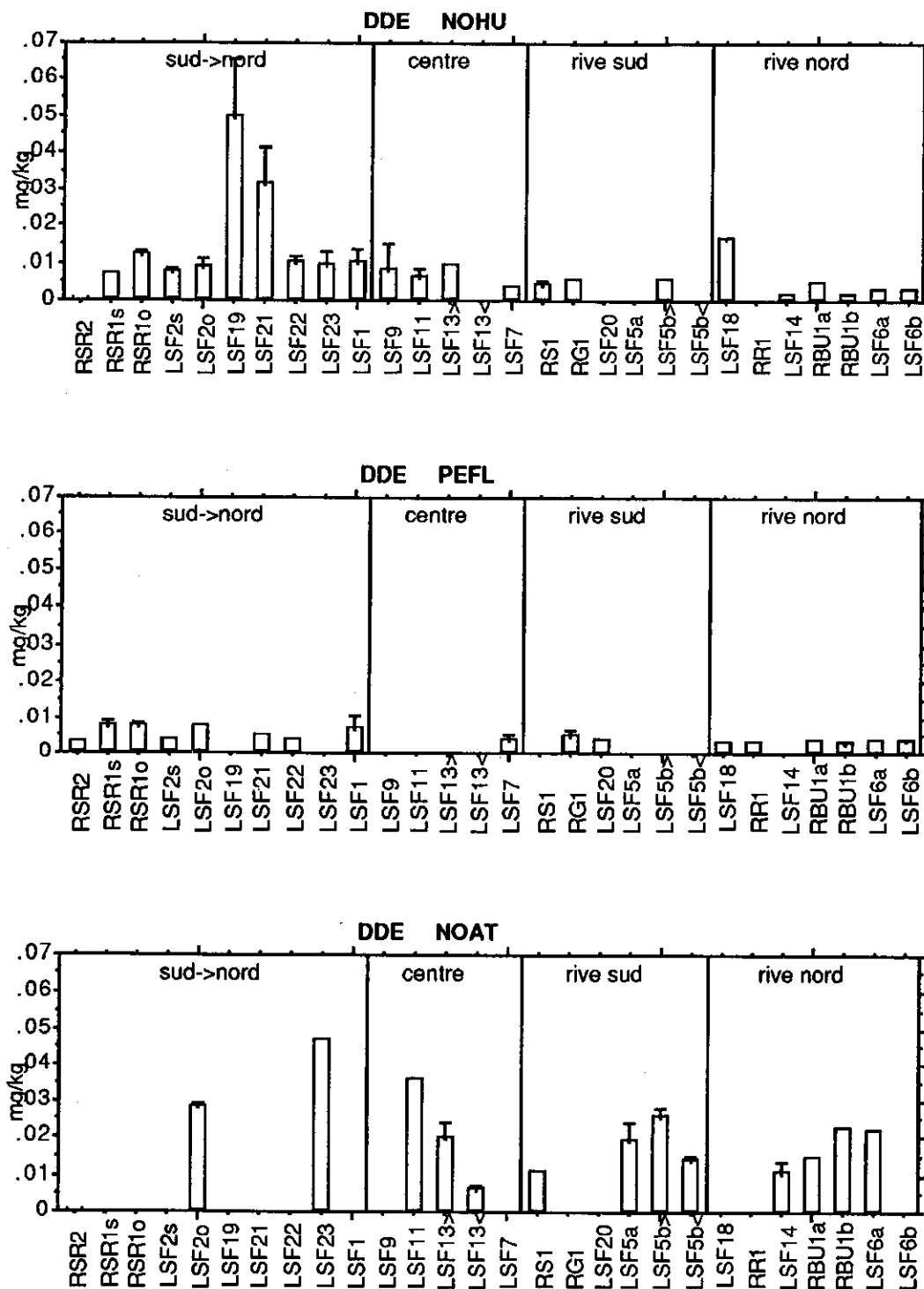
**Figure 5** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en Arochlor 1254 (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)



**Figure 6** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en Arochlor 1260 (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)



**Figure 7** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en BPC totaux (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)



**Figure 8** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en p,p'-DDE (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)

**4.4.2 Chlorophénols.** - Le tableau 12 indique les teneurs pour les six formes de chlorophénols mesurées dans chaque réplicat analysé. Tel que mentionné plus haut, ces mesures n'ont porté que sur quelques réplicats d'homogénats de Méné émeraude et de Perchaudes. Compte tenu du faible nombre de réplicats analysés, aucune représentation spatiale n'est présentée.

#### **4.5. Teneurs en métaux lourds**

Le tableau 13 présente pour chaque espèce les teneurs moyennes en métaux lourds obtenues pour chaque station. Les résultats par réplicat figurent à l'annexe 5. À l'exception du Cr, du Cd et du Pb, 100 p. 100 des résultats sont supérieurs à la limite de détection (tableau 14). Afin d'obtenir une meilleure description de la répartition spatiale de chaque variable mesurée, on présente également aux figures 9 à 16 les teneurs moyennes pour chaque espèce à chaque station, et pour les quatre zones géographiques préférentielles (transect sud-nord, région centrale, rive sud, rive nord).

**Tableau 12 Teneurs en chlorophénols dans les homogénats de Queues à tache noir et de Perchaude - Lac Saint-François (1988)**

Espèce	Station	Date	2,3-CP (mg/kg)	3,4-CP (mg/kg)	3,5-CP (mg/kg)	2,4,5-CP (mg/kg)	2,3,5,6-CP (mg/kg)	Penta-CP (mg/kg)
NOHU	LSF01	13/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,038	0,038	0,042
NOHU	LSF02	13/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,1	0,058	< 0,010
NOHU	LSF02	6/10/90	< 0,020	0,084	< 0,020	0,024	< 0,010	< 0,010
NOHU	LSF07	15/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,061	< 0,010	0,011
NOHU	LSF09	16/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,059	< 0,010	< 0,010
NOHU	LSF18	14/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,031	0,017	< 0,010
NOHU	LSF19	16/9/90	< 0,020	0,13	< 0,020	0,12	0,044	< 0,010
NOHU	LSF21	22/9/90	< 0,020	0,18	< 0,020	0,14	0,082	< 0,010
NOHU	LSF22	22/9/90	< 0,020	0,082	< 0,020	0,033	0,047	< 0,010
NOHU	LSF23	23/9/90	< 0,020	< 0,020	0,39	0,029	0,054	< 0,010
NOHU	RSR01	14/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,023	< 0,010	0,011
NOHU	RSR01	7/10/90	< 0,020	0,22	< 0,020	0,15	0,092	< 0,010
PEFL	LSF01	13/9/90	< 0,020	0,24	< 0,020	0,08	< 0,010	< 0,010
PEFL	LSF02	13/9/90	0,063	0,142	< 0,020	0,021	< 0,010	< 0,010
PEFL	LSF02	6/10/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,010	< 0,010
PEFL	LSF06	15/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,08	0,063	< 0,010
PEFL	LSF06	20/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,010	< 0,010
PEFL	LSF07	15/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	0,023	< 0,010	0,011
PEFL	LSF18	14/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,010	< 0,010
PEFL	LSF19	16/9/90	0,023	0,141	< 0,020	< 0,020	< 0,010	< 0,010
PEFL	LSF20	19/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,010	< 0,010
PEFL	LSF21	22/9/90	< 0,020	0,128	< 0,020	< 0,020	< 0,010	< 0,010
PEFL	LSF22	22/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,010	< 0,010
PEFL	RBU01	12/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,010	< 0,010
PEFL	RBU01	21/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,010	< 0,010
PEFL	RR01	16/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,010	< 0,010
PEFL	RSR01	14/9/88	< 0,020	0,53	0,05	0,038	< 0,010	< 0,010
PEFL	RSR01	7/10/88	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,010	< 0,010
PEFL	RSR02	16/9/90	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,010	< 0,010

NOAT aucun réplikat analysé

n=1

< l.d. = inférieure au seuil de détection

**Tableau 13 Teneurs moyennes en métaux lourds dans les homogénats de poissons juvéniles (NOHU) - Lac Saint-François (1988)**

Stations	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Se (mg/kg)	Zn (mg/kg)
LSF1	0,135	< 0,020	< 0,200	0,850	0,047	0,110	< 0,100	0,525	45,100
LSF2s	0,100	< 0,020	< 0,200	0,515	0,040	0,145	< 0,100	0,537	44,400
LSF2o	0,120	< 0,020	0,300	0,610	0,037	0,177	< 0,100	0,560	41,600
LSF5a	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF5b<	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF5b>	0,130	< 0,020	< 0,200	0,400	0,030	0,070	< 0,100	0,440	45,000
LSF6a	0,190	< 0,020	0,280	0,930	0,050	0,180	< 0,100	0,500	45,300
LSF6b	0,175	< 0,020	0,330	0,720	0,050	0,210	< 0,100	0,510	45,800
LSF07	0,120	< 0,020	< 0,200	< 0,200	0,030	< 0,050	< 0,100	0,650	< 0,050
LSF9	0,093	< 0,020	0,250	0,955	0,047	0,295	< 0,100	0,563	45,500
LSF11	0,100	< 0,020	0,210	0,615	0,050	0,175	< 0,100	0,523	43,600
LSF13<	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF13>	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF14	0,140	< 0,020	< 0,200	0,610	0,040	0,070	< 0,100	0,370	43,900
LSF18	0,095	0,020	0,200	0,610	0,050	0,090	< 0,100	0,420	44,700
LSF19	0,097	< 0,020	0,200	0,700	0,050	0,070	< 0,100	0,457	47,650
LSF20	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF21	0,133	< 0,020	< 0,200	0,545	0,043	0,160	< 0,100	0,473	51,450
LSF22	0,183	< 0,020	< 0,200	1,105	0,057	0,225	0,120	0,530	45,400
LSF23	0,133	< 0,020	< 0,200	0,783	0,047	0,073	< 0,100	0,547	48,233
RBU1a	0,110	< 0,020	0,330	0,680	0,060	0,390	< 0,100	0,350	39,200
RBU1b	0,110	< 0,020	< 0,200	< 0,200	0,050	< 0,050	< 0,100	0,320	< 0,050
RG1	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
RR1	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
RS1	0,180	< 0,020	< 0,200	0,630	0,050	0,210	< 0,100	0,440	47,400
RSR1s	0,120	< 0,020	< 0,200	0,710	0,040	0,140	< 0,100	0,490	44,700
RSR1o	0,130	< 0,020	< 0,200	0,485	0,040	0,085	< 0,100	0,385	46,200
RSR2	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050

n.a. = non analysé



**Tableau 13 (suite) Teneurs moyennes en métaux lourds dans les homogénats de poissons juvéniles (PEFL) lac Saint-François (1988)**

Stations	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Se (mg/kg)	Zn (mg/kg)
LSF1	0,067	< 0,020	0,345	0,773	0,047	0,257	< 0,100	0,340	21,667
LSF2s	0,090	< 0,020	< 0,200	0,460	0,050	< 0,050	< 0,100	0,310	20,200
LSF2o	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF5a	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF5b<	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF5b>	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF6a	0,090	< 0,020	0,200	1,020	0,060	0,120	< 0,100	0,310	22,000
LSF6b	0,073	< 0,020	0,310	0,760	0,053	0,230	< 0,100	0,410	22,000
LSF7	0,080	< 0,020	0,240	0,970	0,055	0,220	< 0,100	0,385	22,300
LSF9	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF11	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF13<	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF13>	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF14	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF18	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF19	0,080	< 0,020	0,280	0,540	0,090	0,160	< 0,100	0,350	20,500
LSF20	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF21	0,070	< 0,020	0,280	0,570	0,060	0,250	0,100	0,340	21,100
LSF22	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF23	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
RBU1a	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
RBU1b	0,063	< 0,020	< 0,200	0,890	0,060	0,130	< 0,100	0,270	20,000
RG1	0,060	< 0,020	< 0,200	0,370	0,065	0,180	< 0,100	0,350	18,300
RR1	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
RS1	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
RSR1s	0,063	< 0,020	< 0,200	0,590	0,047	0,143	< 0,100	0,337	20,733
RSR1o	0,060	< 0,020	< 0,200	0,665	0,040	0,100	< 0,100	0,380	23,850
RSR2	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	0,050	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050

n.a. = non analysé

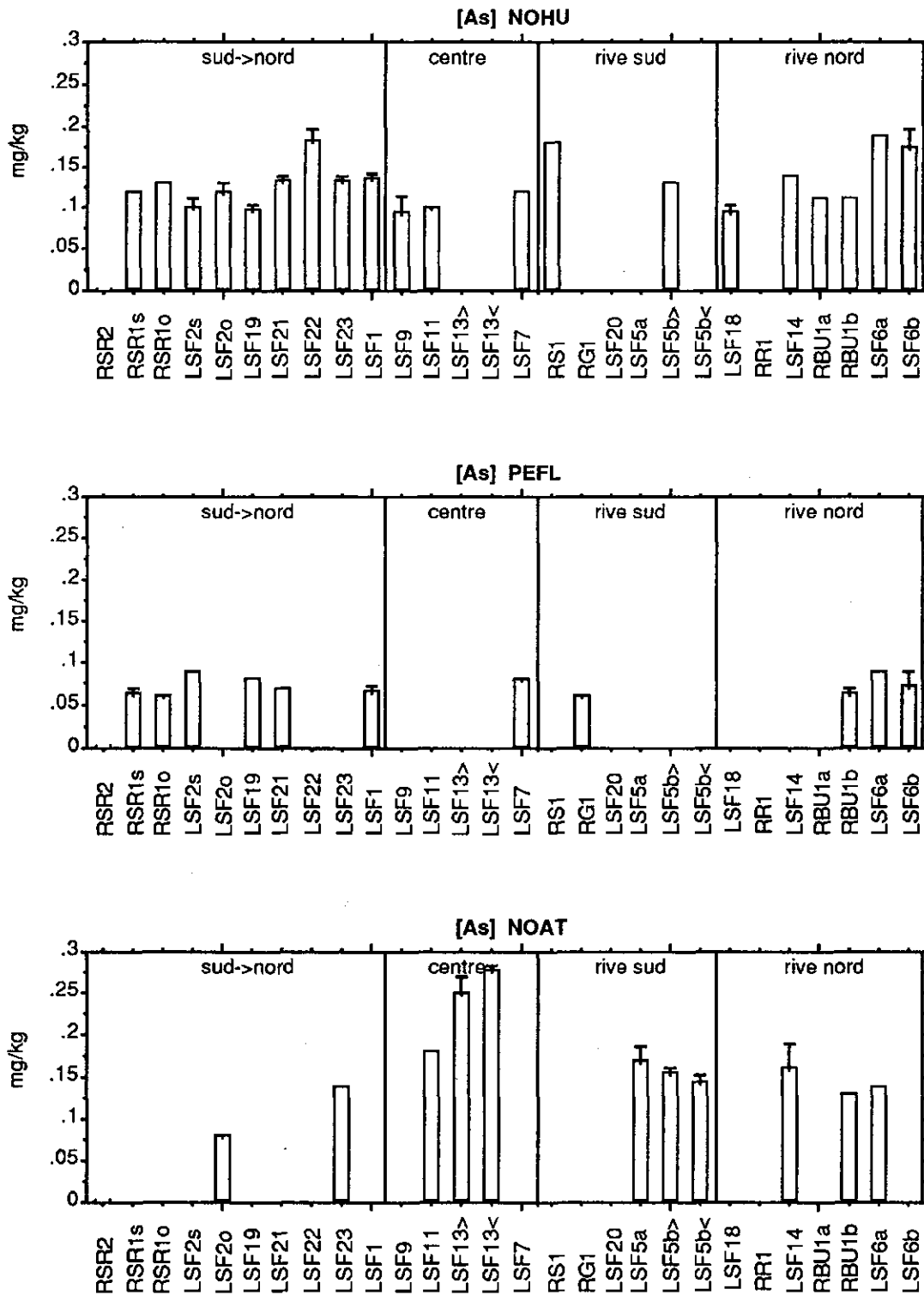
**Tableau 13 (suite) Teneurs moyennes en métaux lourds dans les homogénats de poissons juvéniles (NOAT) lac Saint-François (1988)**

Stations	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Se (mg/kg)	Zn (mg/kg)
LSF1	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF2s	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF2o	0,080	< 0,020	< 0,200	0,620	0,065	0,115	< 0,100	0,925	86,300
LSF5a	0,170	< 0,020	0,410	0,855	0,073	0,265	0,140	0,523	86,000
LSF5b<	0,145	0,030	0,590	0,830	0,040	0,095	0,515	0,615	85,550
LSF5b>	0,157	0,020	0,200	0,675	0,080	0,235	< 0,100	0,537	93,950
LSF6a	0,140	< 0,020	0,350	0,700	0,080	0,230	< 0,100	0,580	73,600
LSF6b	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF07	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF9	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF11	0,180	< 0,020	0,580	0,810	0,090	0,370	< 0,100	0,590	88,100
LSF13<	0,277	< 0,020	0,240	1,280	0,040	0,320	0,160	0,513	82,433
LSF13>	0,250	< 0,020	0,310	0,777	0,083	0,337	0,110	0,600	97,933
LSF14	0,160	< 0,020	< 0,200	0,440	0,080	0,060	< 0,100	0,445	99,900
LSF18	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF19	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF20	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF21	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF22	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
LSF23	0,140	< 0,020	< 0,200	0,790	0,080	0,120	< 0,100	0,640	94,600
RBU1a	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
RBU1b	0,130	< 0,020	< 0,200	0,530	0,090	0,130	< 0,100	0,460	96,000
RG1	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
RR1	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
RS1	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
RSR1s	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
RSR1o	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050
RSR2	< 0,050	< 0,020	< 0,200	< 0,200	< 0,010	< 0,050	< 0,100	< 0,050	< 0,050

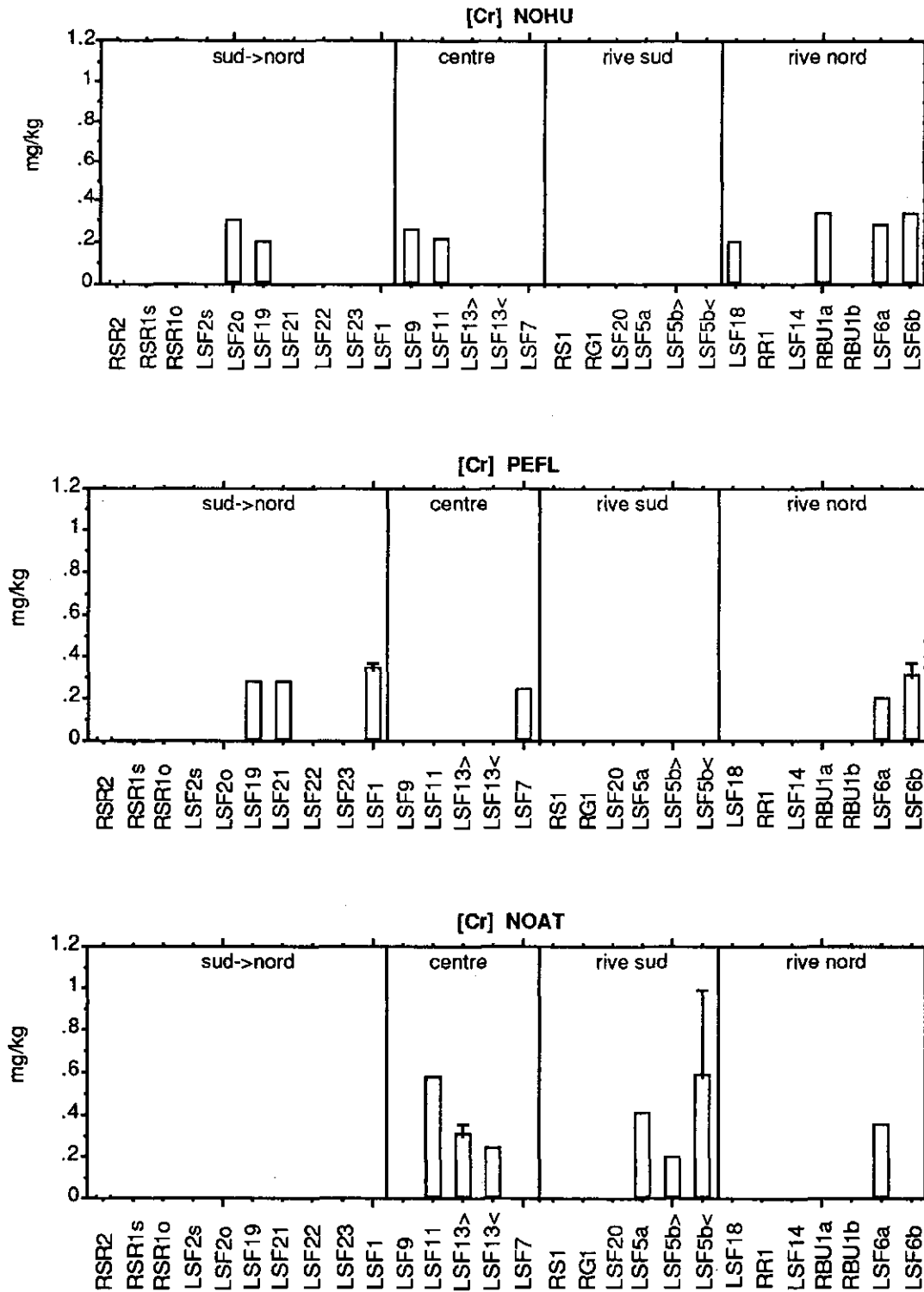
n.a. = non analysé

**Tableau 14 Pourcentages de détection des métaux lourds pour l'ensemble des répliqués analysés - Lac Saint-François (1988)**

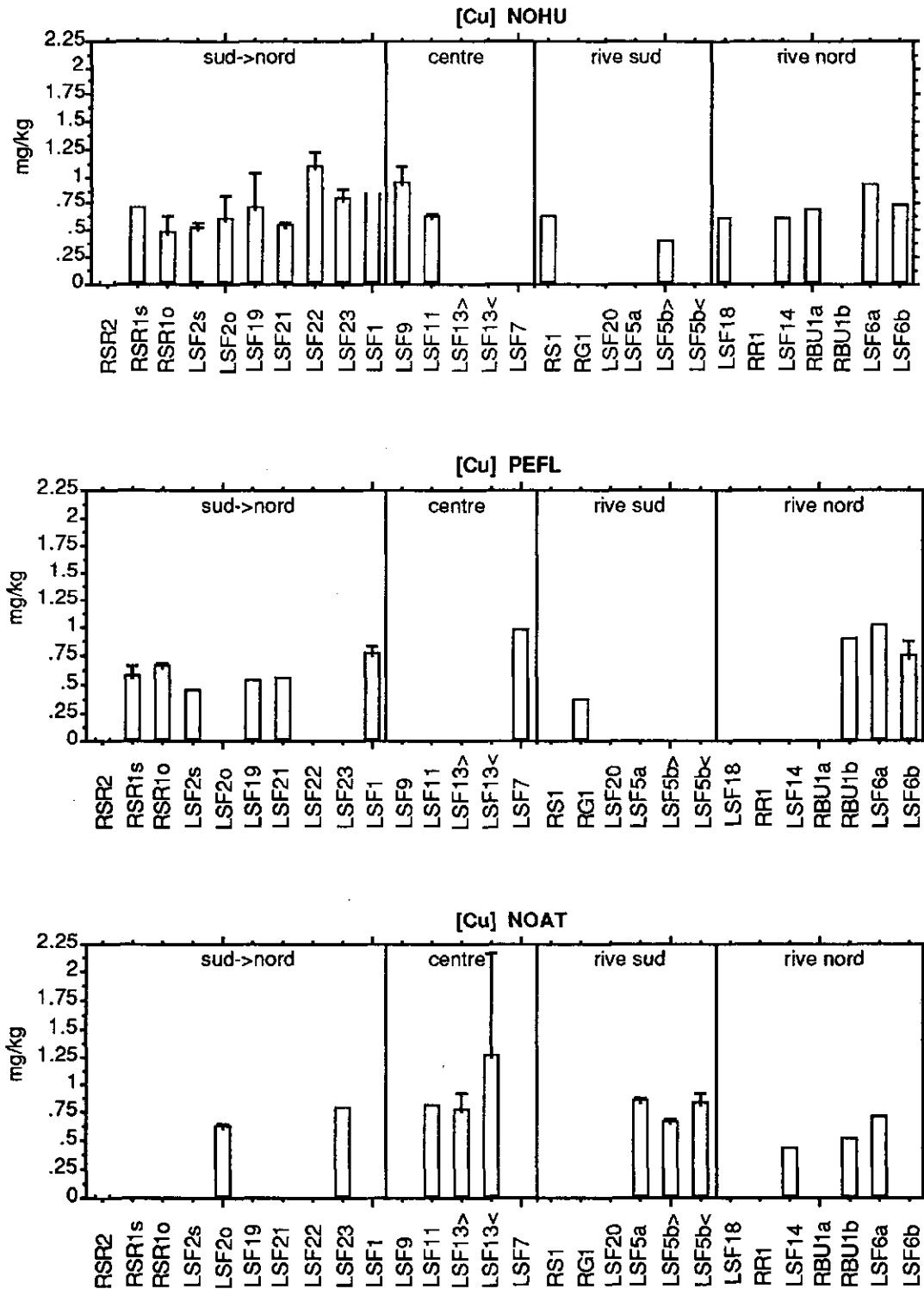
Élément	Espèce	Nombre d'analyses	Résultats supérieurs à la limite de détection (%)
As	NOHU	40	97
	PEFL	22	100
	NOAT	22	100
Cd	NOHU	29	3
	PEFL	16	0
	NOAT	19	15
Cr	NOHU	28	28
	PEFL	17	47
	NOAT	19	52
Cu	NOHU	29	96
	PEFL	17	100
	NOAT	19	100
Hg	NOHU	40	100
	PEFL	23	100
	NOAT	22	100
Ni	NOHU	29	100
	PEFL	16	100
	NOAT	19	100
Pb	NOHU	29	3
	PEFL	16	6
	NOAT	19	36
Se	NOHU	40	100
	PEFL	22	100
	NOAT	22	100
Zn	NOHU	29	100
	PEFL	17	100
	NOAT	19	100



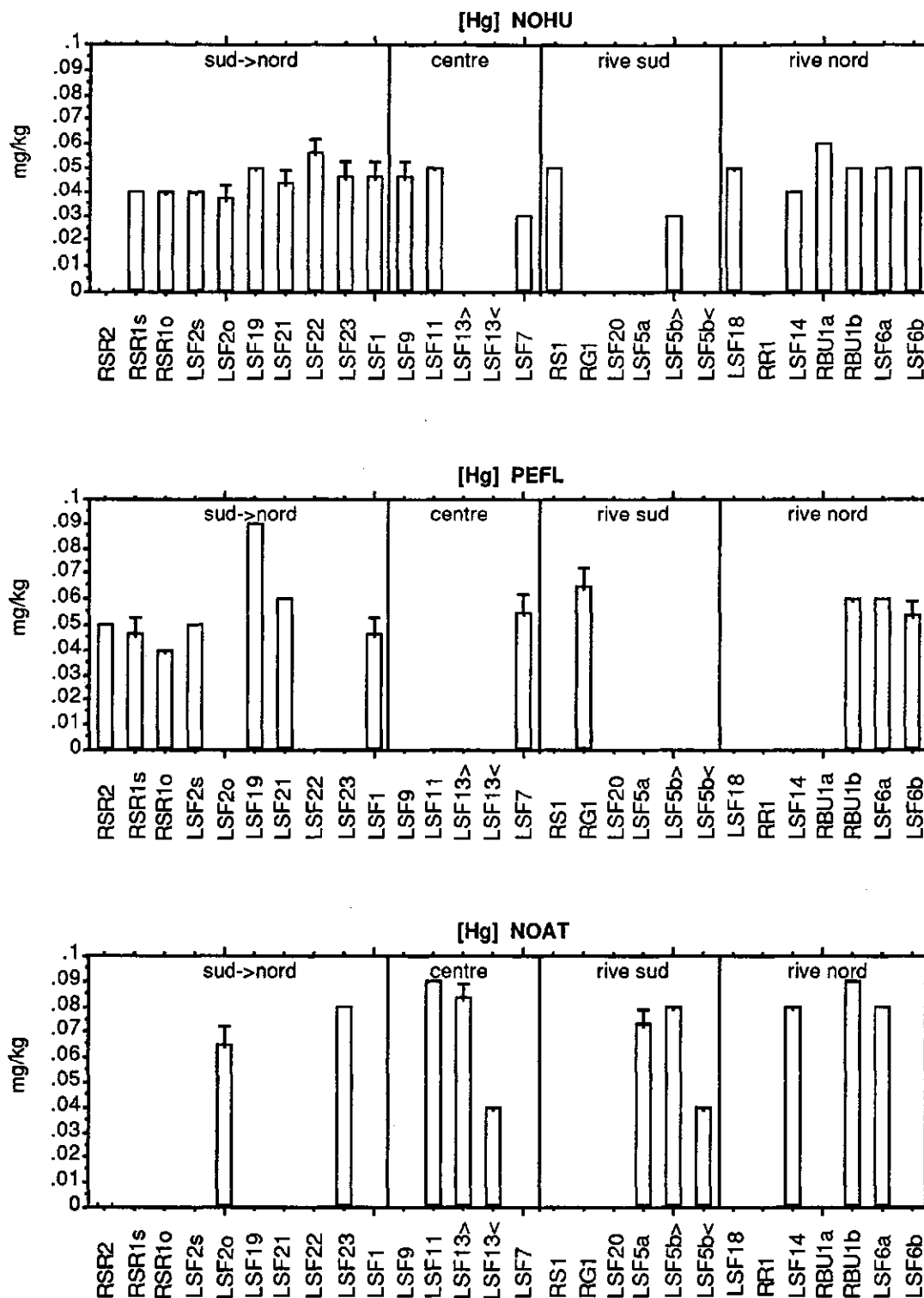
**Figure 9** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en arsenic (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)



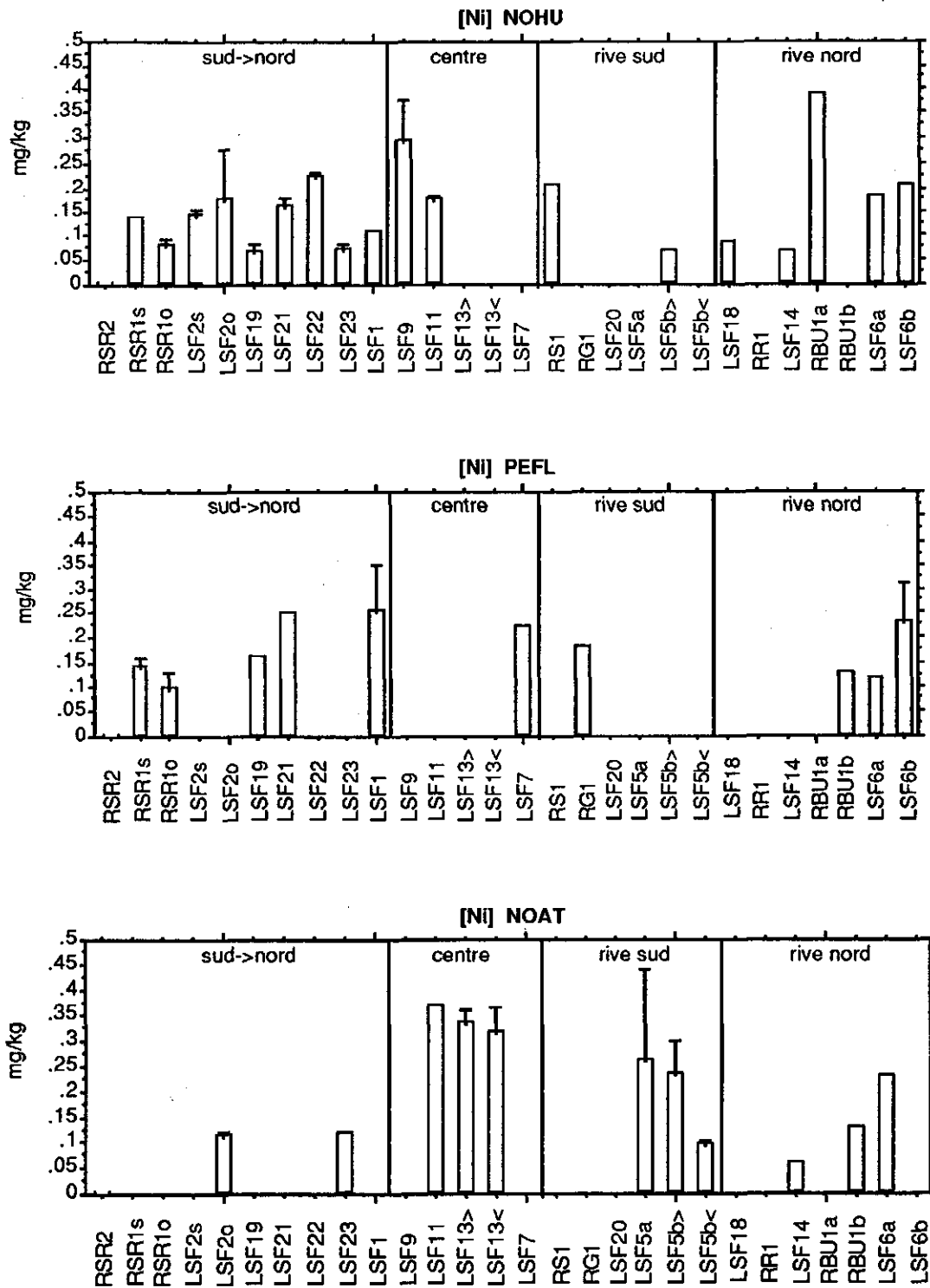
**Figure 10** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en chrome (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)



**Figure 11** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en cuivre (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)

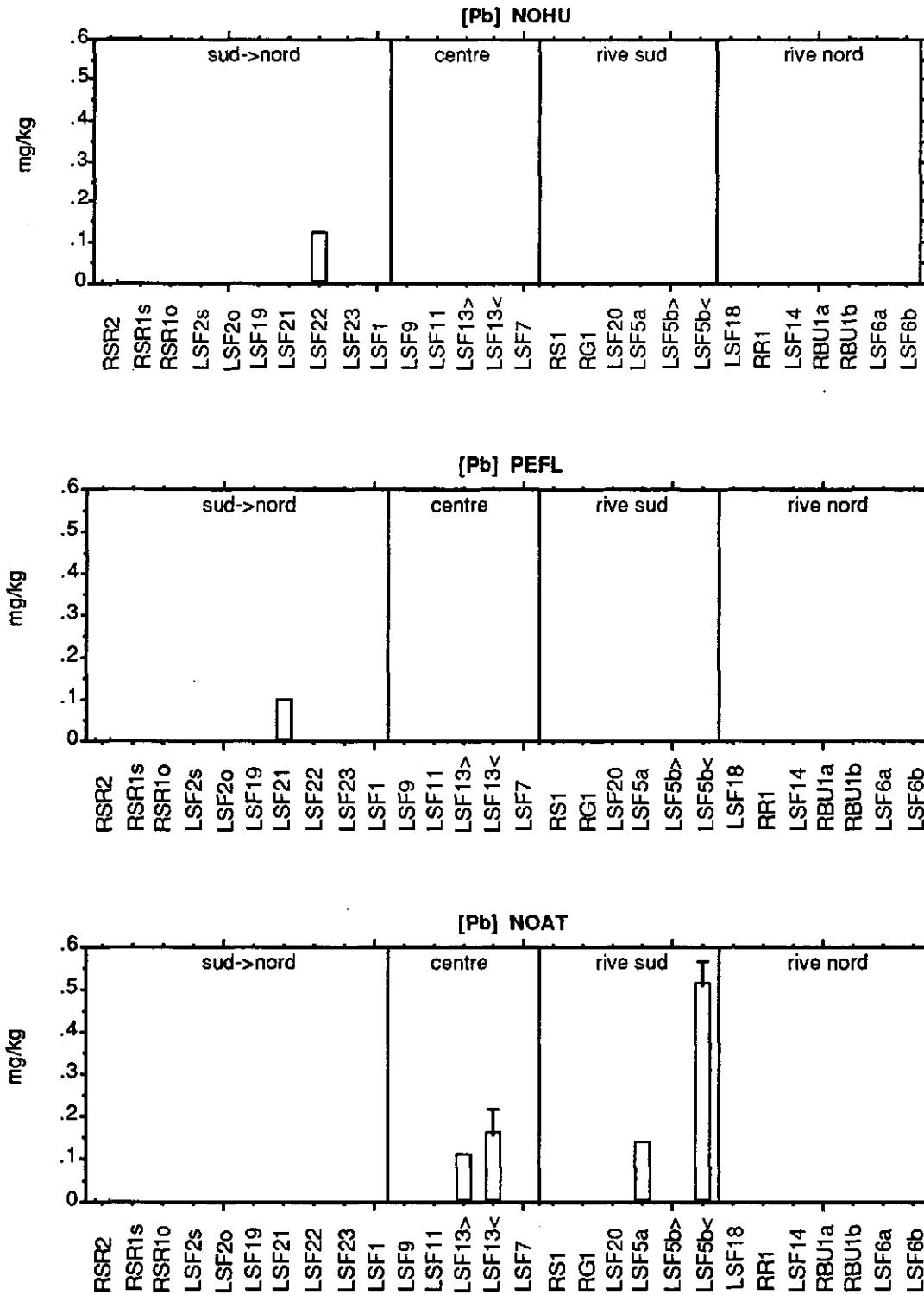


**Figure 12** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en mercure (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François -1988

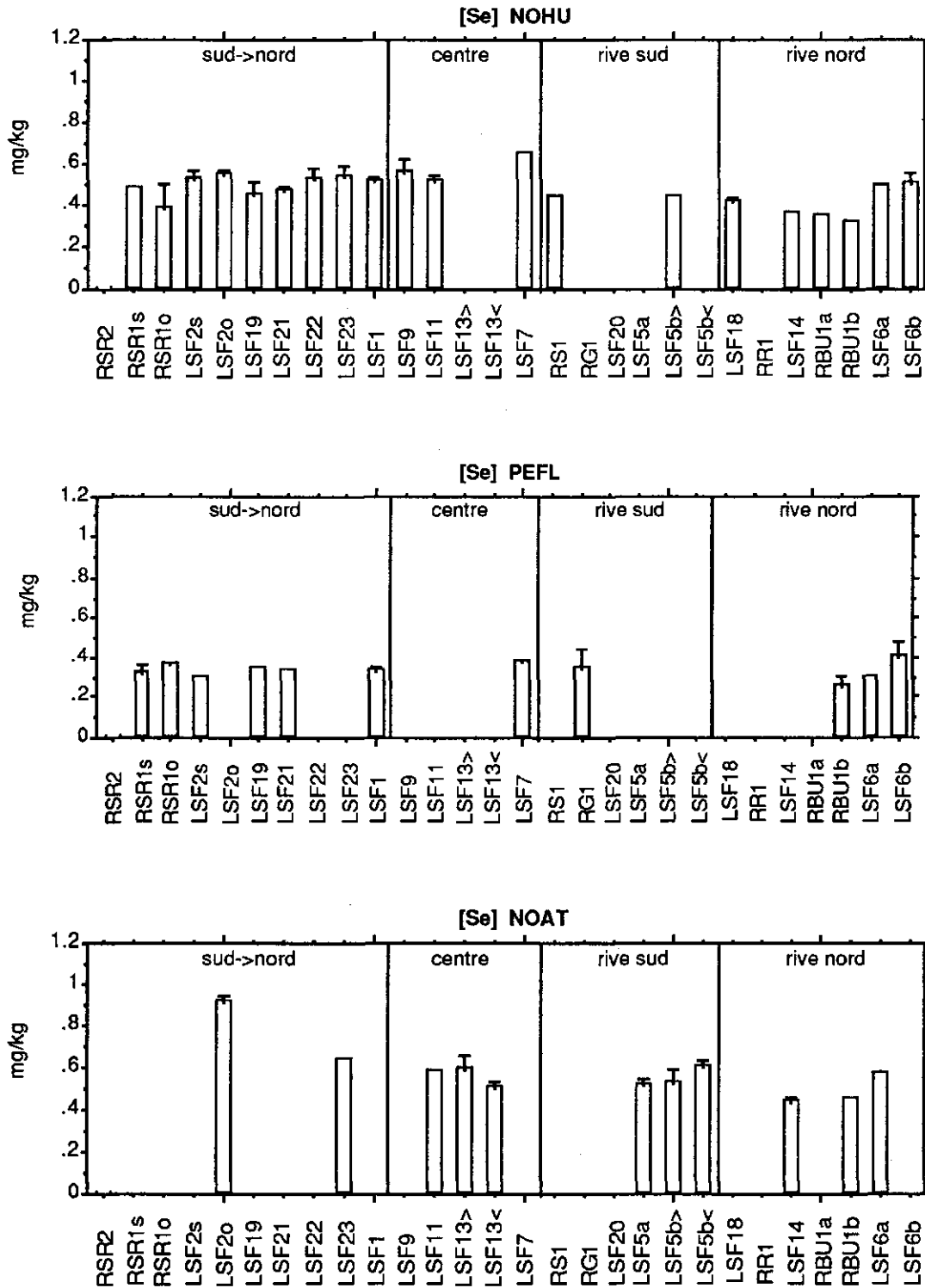


**Figure 13** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en nickel (mg/kg) dans les homogénats de trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)

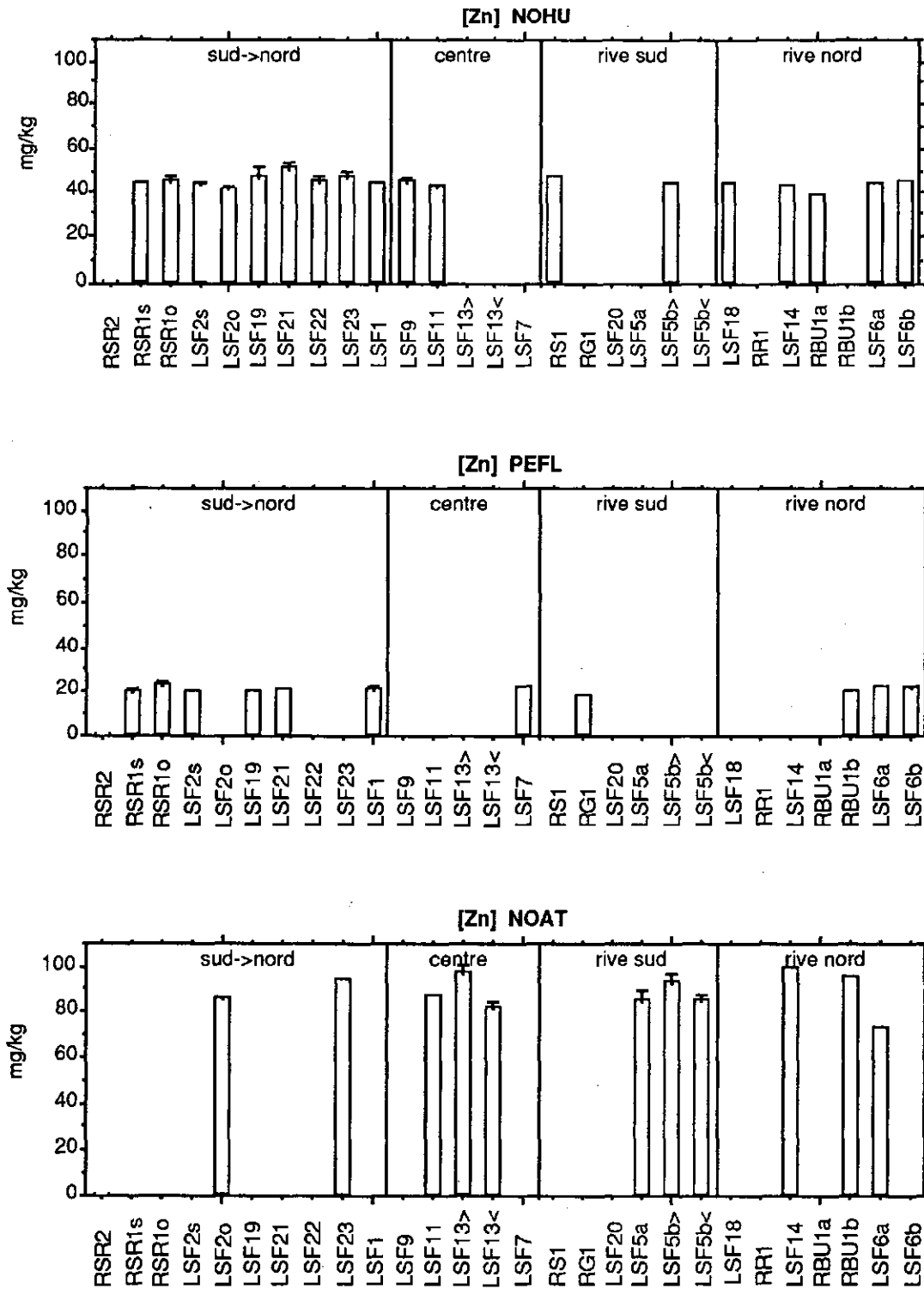




**Figure 14** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en plomb (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)



**Figure 15** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en sélénium (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)



**Figure 16** Représentation spatiale des teneurs moyennes ( $\pm$  écart type) en zinc (mg/kg) dans les homogénats des trois espèces de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)

## 5 DISCUSSION

### 5.1 Teneurs en biphényles polychlorés et en organochlorés

**5.1.1 Présence et répartition des BPC et Aroclors** - La première remarque que suscitent les résultats concerne l'Aroclor 1242 qui, pour la première fois depuis l'utilisation de ce bioindicateur de contamination, est détecté dans les homogénats de poissons juvéniles provenant du tronçon québécois du fleuve Saint-Laurent. Sur 235, 115 et 88 homogénats de poissons juvéniles analysés respectivement en 1984, 1986 et 1987, l'Aroclor 1242 n'avait jamais été détecté (Chauvin, 1991). Par ailleurs, ce groupe de congénères de BPC n'avait été que rarement mis en évidence auparavant dans les autres compartiments biotiques; seules les deux autres formes analysées, soit l'A1254 et l'A1260, rentraient dans le calcul des BPC totaux. Afin de mieux décrire cette présence nouvelle d'Aroclor 1242 dans les homogénats par rapport aux deux autres formes, nous avons représenté, à la figure 17, la part respective des trois formes analysées par rapport à la teneur globale en BPC totaux. L'analyse de cette figure montre que l'Aroclor 1242 est non seulement présent à toutes les stations, mais qu'en plus il s'y trouve en teneur supérieure aux deux autres formes dans la plupart des cas. L'Aroclor 1242 constitue plus de 50 p.100 des BPC totaux à 5 stations sur 21 pour le Queue à tache noire, 2 stations sur 13 chez le Méné émeraude, et 5 stations sur 18 chez la Perchaude. Chez cette dernière, la teneur en Aroclor 1242 représentait même 70 p. 100 des BPC totaux à 5 des 17 stations où il a été mis en évidence.

Une analyse détaillée de ces résultats montre que les stations où l'Aroclor 1242 représente plus de 50 p. 100 des BPC totaux sont les stations LSF2 et RS1 pour le Méné émeraude, LSF2, LSF7, LSF11, LSF19 et RSR1 pour le Queue à tache noire, LSF2 et LSF7 pour la Perchaude. Les stations où la teneur est la plus élevée sont les trois stations situées dans la partie sud du transect. Pour les stations situées au nord, les teneurs en Aroclor 1242 sont inférieures à 0,05 mg/kg chez le NOHU et la PEFL. À cet égard, on notera que les poissons provenant de la station RSR2 située à l'intérieur de la rivière Saint-Régis, ne présente pas de teneurs élevées en A1242; en revanche, à la station RSR1, située dans la zone sous influence de la rivière Saint-

Régis et du fleuve, les teneurs en Aroclor 1242 sont élevées. Ceci laisse donc supposer que la contamination proviendrait non pas de la rivière Saint-Régis elle-même, mais plutôt de la partie amont du fleuve Saint-Laurent.

Cette supposition est renforcée par le fait que la station LSF21, située sur la rive nord de l'île Saint-Régis, est dans tous les cas moins contaminée que la station LSF19 située à la pointe sud-ouest de cette même île. Ceci indiquerait que la contamination provient préférentiellement de la masse d'eau centrale du fleuve plutôt que de la masse d'eau riveraine.

Comme on peut le constater à la figure 7, la contamination par les BPC totaux, tend à être élevée dans la partie sud du transect sud-nord (très marquée pour la Perchaude, légèrement moins pour le Queue à tache noire, et non déterminante pour le Méné émeraude, probablement à cause du petit nombre de réplicats pour cette dernière espèce). Pour le NOHU, les teneurs semblent aller en décroissant de l'amont vers l'aval dans la partie centrale du lac. La tendance montre également une contamination plus importante de la rive sud que de la rive nord.

Ces résultats doivent cependant être interprétés avec prudence, étant donné qu'en raison des faibles rendements de pêche en 1988, un nombre adéquat de réplicats pour chaque espèce et pour chaque station n'a pu être recueilli. Sloterdijk (1991) a établi qu'il fallait au moins cinq réplicats pour obtenir des résultats statistiquement comparables d'une station à l'autre. Ces conditions n'ont pas été remplies dans le cadre de cette étude. Néanmoins, les tendances qui ressortent de cette campagne semblent démontrer un phénomène nouveau qui reste à confirmer.

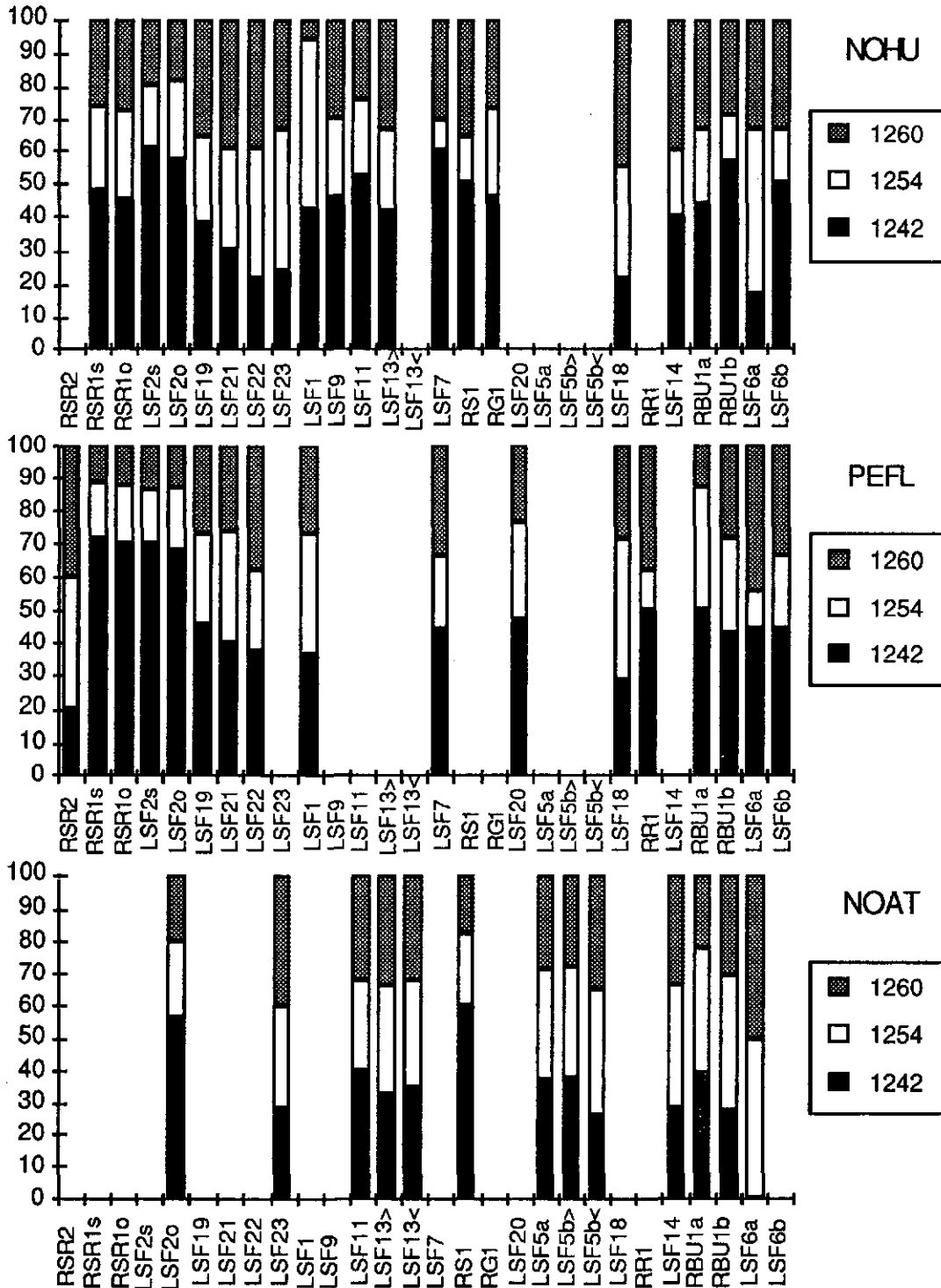


Figure 17 Part relative des trois formes d'Aroclor analysées dans les homogénats de poissons juvéniles - Lac Saint-François (1988)

**5.1.2 pp'-DDE** - Les teneurs en pp'-DDE sont toujours comprises entre la limite de détection (0,001 mg/kg) et 0,1 mg/kg. Produit de dégradation du DDT pourtant interdit d'usage au Canada depuis plus de 10 ans, le pp'-DDE est présent partout dans le fleuve, et continue à être détecté dans les tissus de poissons juvéniles. La figure 8 semble indiquer que l'apport principal en pp'-DDE provient non pas des rives mais plutôt de la partie centrale du fleuve; ceci est particulièrement visible pour le Queue à tache noire. Les teneurs sont moins élevées sur les rives sud et nord du lac Saint-François que dans la partie centrale. On peut en déduire que s'il y a apport des tributaires du lac Saint-François, cet apport est faible.

**5.1.3 HCB et Mirex** - Les teneurs en HCB dans les homogénats de poissons juvéniles sont toutes au dessous de la limite de détection atteinte avec la méthode analytique utilisée pour cette étude. Des résultats antérieurs (Guay et Dandurand, 1986) avaient révélé la présence de ce contaminant, surtout dans la région de Beauharnois (lac Saint-Louis, Qc.). D'après les résultats de cette étude, le tronçon international du fleuve ne contribuerait pas significativement à l'apport en HCB. Les sources d'héxachlorobenzène se trouveraient plutôt au Québec.

Les teneurs en Mirex dans les homogénats de poissons juvéniles sont restées très proches de la limite de détection analytique pour cette étude. Il est cependant impossible de dégager un schéma de répartition particulier, si bien qu'il est difficile d'interpréter les résultats obtenus. Toutefois, on sait que le Mirex n'a été utilisé qu'autour du lac Ontario. De toute façon, les teneurs actuelles sont trop proches des limites de détection pour être significatives.

**5.2 Chlorophénols** - Les résultats de bioaccumulation des différents chlorophénols dans les homogénats des deux espèces considérées (Queue à tache noire et Perchaude) révèlent que cette classe de contaminants se retrouve à des teneurs détectables dans leurs tissus. Etant donné qu'il ne s'agissait que d'une analyse de dépistage effectuée sur quelques réplicats, l'interprétation des résultats disponibles exige la plus grande prudence. Toutefois, nous mentionnons ici quelques tendances qui semblent ressortir des données disponibles.

### 5.2.1 Fréquence de distribution par forme chimique et par espèce

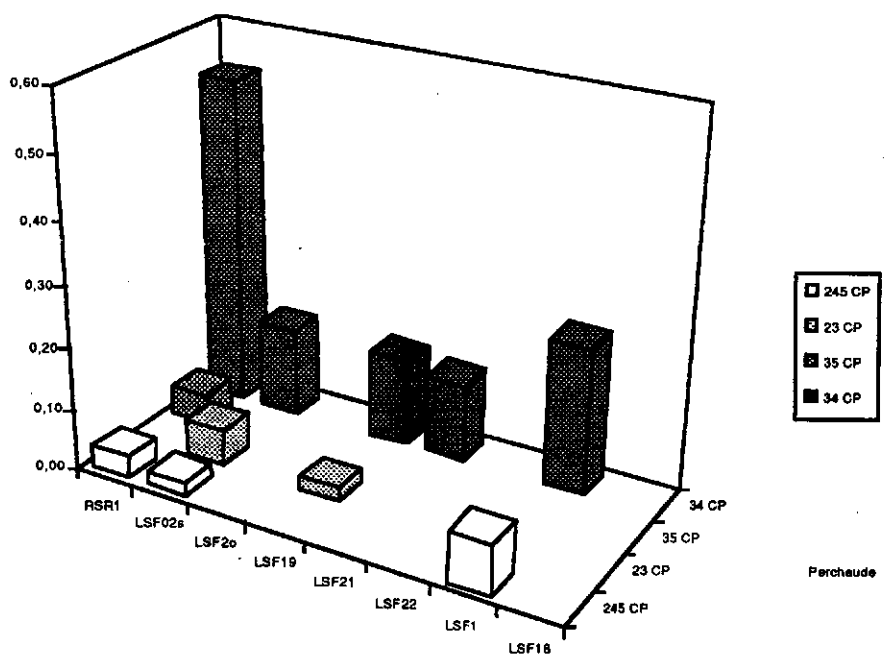
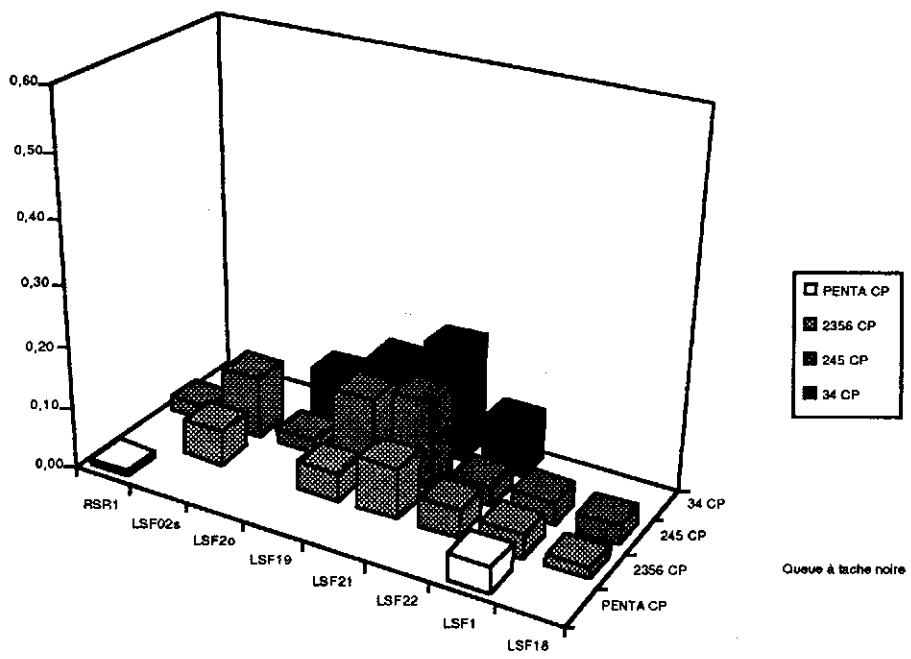
Les chlorophénols se retrouvent en moyenne dans 29 p.100 des échantillons analysés (39 p.100 pour le Queue à tache noire, et 19 p.100 pour la Perchaude). Le Queue à tache noire semble donc être susceptible de présenter un taux de bioaccumulation plus élevé que l'autre espèce étudiée. Cette remarque ne s'applique cependant pas uniformément à toutes les formes de chlorophénols, puisqu'on note que les 2,3- 3,4- et 3,5-dichlorophénols se retrouvent plus fréquemment chez la Perchaude, alors que les 2,4,5- 2,3,5,6- et penta-chlorophénols se retrouvent plus fréquemment chez le Queue à tache noire. La Perchaude semblerait donc accumuler préférentiellement les chlorophénols les moins chlorés, alors que le Queue à tache noire accumulerait les chlorophénols les plus chlorés.

Le 2,4,5-trichlorophénols, et dans une moindre mesure le 3,4-dichlorophénol, semblent être détecté plus fréquemment (68 p.100 en moyenne chez les deux espèces, et 92 p.100 chez le Queue à tache noire pour le premier, 40 p.100 et 42 p.100 respectivement pour le deuxième) que le 2,3 dichlorophénol ou le 3,5 dichlorophénol qui tous deux ne sont présents que dans 8 p.100 des échantillons analysés

### 5.2.2 Différences entre les stations

- La répartition spatiale de ces contaminants le long du transect sud-nord semble elle aussi révéler un phénomène intéressant. La figure 18 représente les teneurs mesurées dans les homogénats de Queue à tache noire et de Perchaude respectivement. Chez le Queue à tache noire, on remarque l'absence de 2,3- et 3,5- dichlorophénol; par contre, le 2,4,5-trichlorophénol est présent à toutes les stations. La répartition des chlorophénols totaux semble indiquer une plus forte concentration dans la zone centrale du fleuve (stations LSF19 et LSF21), et une présence de pentachlorophénol plus importante du côté de la rive nord que de la rive sud. Sur la rive sud, le pentachlorophénol n'a été détecté que dans le panache des eaux de la rivière Saint-Régis; il n'a pas été détecté à la station LSF2 située immédiatement en amont de cette rivière. Le long de la rive nord, il a été détecté à la station LSF1, mais pas à la station LSF18 située plus en aval. Il pourrait s'agir d'une contamination locale immédiatement en aval de la ville





**Figure 18 Teneurs en chlorophénols dans les homogénats de Queue à tache noire (haut) et de Perchaude (bas) - Lac Saint-François (1988)**

de Cornwall. Le 2,3,5,6-tétrachlorophénol semble par contre être présent uniformément le long du transect.

Chez la Perchaude, l'interprétation est plus aléatoire, vu que les chlorophénols n'ont été détectés que dans quelques cas. On relève toutefois un pic de 3,4-dichlorophénol (0,53 mg/kg ) à la station située dans la rivière Saint-Régis. Cette valeur extrême, bien que non confirmée par une analyse complémentaire de réplicats, peut être due à un problème de contamination par ce produit chimique ou à une erreur analytique non retraceable.

**5.2.3 Interprétation globale sur les chlorophénols.** - Bien que le nombre de détermination des concentrations de chlorophénols soit restreint, la répartition des composés chlorophénoliques ne semble pas homogène dans le milieu. Dans la région de Cornwall Massena où les perturbations hydrodynamiques, chimiques et biologiques sont importantes; par conséquent, les sources ponctuelles affectent de manière différente les espèces présentes dans le milieu. La répartition des chlorophénols dans les différents compartiments et organismes qui composent la chaîne alimentaire n'a jamais été étudiée dans cette région. Cependant, si le transfert de ces composés se fait à travers le processus alimentaire, les espèces proies présenteront des teneurs de contamination différentes qui engendreront à leur tour une contamination différente chez les espèces prédatrices. Si par contre ce transfert se fait directement à partir de la phase aqueuse vers les organismes cibles, deux espèces vivant dans des masses d'eau de nature différente pourront être affectées différemment; la bioaccumulation résultante peut alors se traduire par des teneurs mesurées différentes elles aussi. La combinaison de ces deux facteurs pourra naturellement aboutir à un résultat similaire, voire amplifié.

Quoiqu'il en soit, les différentes formes de chlorophénols mesurées dans le cadre de la présente étude ne se retrouvent pas uniformément dans les homogénats. Les valeurs observées démontrent la présence de composés chlorophénoliques à des teneurs détectables dans les homogénats de poissons juvéniles provenant du secteur étudié, ce qui constitue un résultat nouveau méritant d'être approfondi.

### 5.3 Métaux lourds

**5.3.1. Le cuivre et le zinc.** - La variabilité des teneurs observées sur l'ensemble des réplicats analysés est assez faible, et les différences observées sont beaucoup plus marquées entre les espèces qu'entre les stations. Les teneurs moyennes en cuivre et en zinc sont de l'ordre de 0,75 mg/kg et 50 mg/kg respectivement dans les échantillons de Queues à tache noire, 0,75 mg/kg et 25 mg/kg dans ceux de Perchaudes, et de 0,75 et 90 mg/kg dans ceux de Méné émeraude. On ne constate aucune différence significative de la teneur moyenne pour chacune des espèces aux différentes stations. On remarque tout au plus que les teneurs en cuivre dans les homogénats des trois espèces sont proches d'une valeur commune (0,75 mg/kg), alors que les teneurs moyennes en zinc varient d'une espèce à l'autre.

Le cuivre et le zinc sont deux oligo-éléments indispensables à de nombreuses réactions physiologiques. Ils agissent comme catalyseurs dans un grand nombre de réactions métaboliques, et à ce titre sont soumis à un processus de régulation cellulaire qui en contrôle la teneur. Quoiqu'il en soit, le schéma de répartition très uniforme que nous observons ne permet pas d'avancer l'existence d'un problème de contamination de la région étudiée par ces deux métaux.

**5.3.2 Le cadmium.** - Le cadmium n'a pu être détecté que dans 3 des 64 homogénats analysés, et les valeurs obtenues n'ont jamais excédé 0,03 mg/kg, c'est à dire à peine plus que la limite de détection (0,02 mg/kg). Ce métal ne semble pas s'accumuler de façon significative dans les tissus de poissons juvéniles. Ces résultats corroborent ceux obtenus au cours d'études antérieures chez les poissons adultes (Sloterdijk, 1977; 1978).

**5.3.3 Le plomb.** - Le plomb, bien que naturellement présent dans l'environnement, n'intervient dans aucun processus métabolique chez les organismes vivants. Par contre, sa présence au niveau cellulaire peut déclencher des perturbations métaboliques importantes. Cependant, on notera que dans la présente étude, il n'a été détecté que dans 3 p. 100 des homogénats de Queues à tache noire,

et 6 p. 100 des homogénats de Perchaudes aux stations LSF22 et LSF21, en des teneurs très proches des limites de détection. En revanche, il a été détecté dans 36 p. 100 des homogénats de Méné émeraude, mais seulement à deux stations (LSF13 et LSF5), et en teneurs toujours faibles (0,2 à 0,5 mg/kg). Le lac Saint-François ne semble pas présenter un problème important de contamination par le plomb.

**5.3.4 Le chrome.** - Le chrome s'accumule très peu chez les poissons soumis à des tests en laboratoire. Pourtant, il a été détecté dans 50 p. 100 des homogénats de Perchaudes et de Méné émeraude, et seulement 29 p. 100 des homogénats de Queue à tache noire. Les teneurs observées chez le Queue à tache noire et la Perchaude sont toujours proches des limites de détection (0,2 mg/kg), mais elles atteignent 0,5 mg/kg chez le Méné émeraude. Là encore, la différence d'une espèce à l'autre semble être plus marquée que la différence d'une station à l'autre. Il ne semble pas y avoir un problème majeur de contamination par le chrome dans le lac Saint-François.

**5.3.5 Le nickel.** - Le nickel n'est pas un élément indispensable aux processus métaboliques, mais fait partie des éléments minéraux naturellement présents en quantité importante dans l'environnement. Sa limite de détection analytique étant assez faible, il n'est pas surprenant de le retrouver dans tous les homogénats analysés. Par contre, le schéma de répartition est beaucoup plus varié que celui des autres éléments, et la différence entre les stations semble beaucoup plus importantes que les différences entre les espèces. Ces différences sont particulièrement marquées dans la région du transect. Aux stations RSR1 et LSF19, les teneurs observées chez le Queue à tache noire sont de l'ordre de 0,07 mg/kg, alors qu'aux stations LSF21 et LSF22, elles sont de l'ordre de 0,2 mg/kg, soit plus du triple. La moyenne observée à la station LSF9 atteint même 0,3 mg/kg. Ces différences sont significatives, et suggèrent une répartition hétérogène de cet élément dans les compartiments naturels. Chez le Queue à tache noire, les teneurs maximales ont été observées dans les échantillons provenant de la partie centrale du lac (stations LSF11 et LSF13), et de la partie aval (stations LSF5 et LSF6). Il semble donc que les apports en nickel au lac Saint-François proviennent surtout de l'amont, et que les eaux du cours central du lac

soient plus chargées que les eaux s'écoulant le long des rives.

**5.3.6 Le mercure.** - Les teneurs en mercure observées semblent être uniformément distribuées, et les différences entre les espèces plus marquées que les différence entre stations (0,45, 0,55 et 0,80 mg/kg respectivement chez le Queue à tache noir, la Perchaude et le Méné émeraude). Aucune station ne se distingue vraiment des autres, et le problème de contamination des sédiments par le mercure, identifié par des études antérieures (Sloterdijk, 1985), n'est pas évident dans cette étude. Il semblerait que les sources de mercure qui avaient été identifiées ne soient plus très actives, ce qui se traduirait par une amélioration du biota.

**5.3.7 L'arsenic.** - Les schémas de distribution des teneurs en arsenic chez le Queue à tache noir et le Méné émeraude, sont très proches de ceux observés pour le nickel. Par contre chez la Perchaude, la distribution est très uniforme (autour de 0,60 mg/kg). Les valeurs observées chez le Queue à tache noire pour les stations du transect décrivent la même augmentation aux stations LSF21, LSF22 et LSF23, et sont confirmées par celles observées chez le Méné émeraude dans la partie centrale du lac, ce qui suggère un apport par la partie centrale du fleuve, en provenance de l'amont.

**5.3.8 Le sélénium.** - La distribution des teneurs en sélénium est uniforme, et les différences entre les espèces plus marquées que les différence entre les stations (0,55, 0,40 et 0,60 mg/kg respectivement chez le Queue à tache noir, la Perchaude et le Méné émeraude). Cet élément, bien que n'intervenant qu'en très faible quantité, est essentiel à certaines réactions métaboliques. Les mêmes remarques que celles mentionnées pour le cuivre et le zinc pourraient s'appliquer.

**5.3.9 Synthèse sur la contamination par les métaux.** - A partir de ces résultats, on peut classer les métaux étudiés en trois catégories, soient:

- a) ceux dont le schéma de répartition est uniforme, et dont les différences entre espèces sont beaucoup plus marquées que les différences entre stations. Le Zn, le Cu, le Se et le Hg font partie de cette catégorie;
- b) ceux dont les différences entre stations suggèrent une distribution non homogène, autrement dit présentant des charges différentes dans les masses d'eau. Il s'agit du Ni et de l'As;
- c) ceux dont les teneurs mesurées sont trop proches des limites de détection pour qu'un avis objectif puisse être donné; il s'agit du Pb, du Cr et du Cd.

**5.4. Synthèse des observations sur les niveaux de contamination observés**

L'aspect le plus nouveau de cette étude est certainement la correspondance étroite entre la dispersion de la contamination dans la région du transect Saint-Régis - Cornwall et les teneurs en contaminants retrouvées dans les homogénats de poissons juvéniles. On croyait au départ que la rivière Saint-Régis contribuait de manière importante à la contamination de cette région. Il semble au contraire que les apports de polluants proviennent en grande partie de régions plus en amont. Les stations LSF19, LSF21 et LSF22, toutes trois situées à l'extrémité ouest de l'île Saint-Régis se trouvent sous l'influence du cours central du fleuve, et sont en effet celles où la contamination est la plus forte.

Les poissons juvéniles sont reconnus pour être très sédentaires, du moins durant les premiers mois de leur développement. Cette particularité en fait un outil de dépistage très spécifique sur le plan spatial, à l'intérieur d'une courte période (2 à 4 mois), car ils sont alors représentatifs des niveaux de contamination ambiante durant une période d'exposition relativement courte. Les différences significatives observées entre les stations, parfois distantes de quelques kilomètres seulement, renforcent cette caractéristique de "régio-spécificité", mais surtout, montrent que les charges en

contaminants peuvent considérablement varier d'un point à un autre, surtout dans une masse d'eau aussi complexe que celle qui baigne la région de Saint-Régis.

Le transect étudié était situé en aval de la région de Massena (État de New York), reconnue pour être une source importante de contaminants notamment de BPC. Les résultats obtenus nous amènent à supposer qu'il y a un mélange très rapide des eaux provenant de la rive sud du fleuve et des eaux du cours central du fleuve en provenance du tronçon international. La masse d'eau mélangée s'écoulerait rapidement entre l'île de Cornwall et l'île Saint-Régis; une partie seulement dévierait le long de la rive sud de l'île Saint-Régis. Cette hypothèse, qui ne repose que sur des observations de la présente étude, pourra éventuellement être corroborée par les résultats d'une étude entreprise en 1990 par le Centre canadien des eaux intérieures, Burlington visant à étudier les mouvements des masses d'eau en aval du barrage hydro-électrique de Moses-Saunders (Biberhofer, 1991)). On ne peut cependant pas retracer l'origine exacte de cette contamination à partir des résultats de la présente étude.

### **5.5 Comparaison début-fin de campagne**

La présente étude visait également à vérifier les différences observées entre les teneurs mesurées en début et en fin de campagne d'échantillonnage. Les stations LSF2 et RSR1 avaient été choisies à cette fin. On observe qu'en quatre semaines, les teneurs de la plupart des contaminants organiques dans les homogénats de Perchaudes ont augmenté à la station LSF2, mais n'ont pas varié à la station RSR1. Le phénomène inverse est observé pour les répliqués de Queues à tache noire; on constate en effet une augmentation des teneurs à la station RSR1, et une diminution à la station LSF2.

En ce qui concerne les métaux lourds, le nombre de répliqués et le nombre de valeurs supérieures aux limites de détection sont dans la majorité des cas trop faibles pour que les résultats puissent faire l'objet d'un traitement statistique rigoureux. Seules les teneurs en Cu, As et en Ni semblent avoir légèrement augmenté chez le Queue à tache noire à la station LSF2, mais le phénomène est inverse à la station RSR1.

Vu que les différences observées sont généralement minimales, et qu'elles

n'ont pu être observées que sur un nombre très restreint de réplicats, il serait très hasardeux de tirer des conclusions définitives à partir des données obtenues. Tout au plus peut-on recommander que lors d'études futures, l'échantillonnage soit fait dans un délai aussi court que possible, idéalement à l'intérieur d'une semaine, afin de minimiser les différences qui peuvent se manifester, et qui introduisent un biais dans l'évaluation des résultats.



**Tableau 15 Pourcentage d'augmentation des variables mesurées entre le début et la fin de l'étude - Lac Saint-François (1988)**

Stations	Espèces	Mois	n	Lipides	A 1242	A 1254	A 1260	BPC totaux	HCB	DDE	Mirex	
<b>LSF2</b>												
	NOHU	sept	3	1,47	0,22	0,07	0,07	0,36	-	0,008	-	
		oct	3	1,75	0,19	0,08	0,06	0,33	-	0,009	-	
	<b>variation</b>			<b>19 %</b>	<b>-13 %</b>	<b>14 %</b>	<b>-14 %</b>	<b>-8 %</b>	-	<b>12 %</b>	-	
	PEFL	sept	1	1,79	0,21	0,05	0,04	0,30	-	0,004	-	
		oct	1	2,56	0,32	0,09	0,06	0,47	-	0,008	-	
	<b>variation</b>			<b>43 %</b>	<b>52 %</b>	<b>8 %</b>	<b>5 %</b>	<b>56 %</b>	-	<b>100 %</b>	-	
<b>RSR1</b>												
	NOHU	sept	1	1,03	0,11	0,06	0,06	0,23	-	0,007	-	
		oct	3	1,71	0,15	0,09	0,09	0,33	-	0,012	-	
	<b>variation</b>			<b>6 %</b>	<b>36 %</b>	<b>5 %</b>	<b>5 %</b>	<b>43 %</b>	-	<b>71 %</b>	-	
	PEFL	sept	3	2,81	0,32	0,08	0,05	0,44	-	0,008	-	
		oct	3	2,40	0,30	0,08	0,05	0,43	0,01	0,008	-	
	<b>variation</b>			<b>-14 %</b>	<b>-6 %</b>	<b>0 %</b>	<b>0 %</b>	<b>-2 %</b>	-	<b>0 %</b>	-	
			<b>n</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>As</b>	<b>Se</b>	<b>Hg</b>
<b>LSF2</b>												
	NOHU	sept	3	-	-	0,515	0,145	-	44,40	0,100	0,537	0,040
		oct	3	-	0,30	0,610	0,177	-	41,60	0,120	0,560	0,037
	<b>variation</b>			-	-	<b>18 %</b>	<b>22 %</b>	-	<b>-6 %</b>	<b>20 %</b>	<b>4 %</b>	<b>-7 %</b>
	PEFL	sept	1	-	-	0,460	-	-	20,20	0,090	0,310	0,050
		oct	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>variation</b>			-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>RSR1</b>												
	NOHU	sept	1	-	-	0,710	0,140	-	44,70	0,120	0,490	0,040
		oct	3	-	-	0,485	0,085	-	46,20	0,130	0,385	0,040
	<b>variation</b>			-	-	<b>-31 %</b>	<b>-39 %</b>	-	<b>3 %</b>	<b>8 %</b>	<b>-21 %</b>	<b>0 %</b>
	PEFL	sept	3	-	-	0,590	0,143	-	20,73	0,063	0,337	0,047
		oct	3	-	-	0,665	0,100	-	23,85	0,060	0,380	0,040
	<b>variation</b>			-	-	<b>12 %</b>	<b>-30 %</b>	-	<b>15 %</b>	<b>-4 %</b>	<b>12 %</b>	<b>-14 %</b>

n = nombre de répliqués.

## 5.6 Différences entre les espèces

Une vue d'ensemble des résultats obtenus au cours de cette étude permet de constater que les niveaux de contamination observés chez les trois espèces étudiées varient. Ainsi, les teneurs en BPC totaux chez la Perchaude sont en moyenne de 0,2 mg/kg, avec des maxima de 0,5 mg/kg; chez le Queue à tache noire, les teneurs moyennes sont de l'ordre de 0,35 mg/kg, avec des maxima de 0,8 mg/kg, et chez le Méné émeraude, elles sont respectivement de 0,6 mg/kg (moyenne) et 1,1 mg/kg (maxima). Bien que les réplicats analysés pour les trois espèces ne proviennent pas tous des mêmes stations, ces résultats confirment les observations faites lors d'études antérieures (Sloterdijk, 1991). La même tendance peut d'ailleurs s'appliquer au Zn, au Ni, au Hg, à l'As et au Se, sans qu'on ne puisse l'expliquer précisément (c.f. section 5.4).

L'hypothèse la plus fréquemment avancée repose sur les caractéristiques écologiques de ces trois espèces. Le Queue à tache noire adulte est décrit dans la littérature comme étant un poisson pélagique obligatoire, alors que le Méné émeraude semble être inféodé à la partie inférieure de la colonne d'eau, donc plus près du fond;. Il est probable que le Méné émeraude s'alimente d'organismes épibenthiques, généralement plus contaminés, ce qui expliquerait la bioaccumulation plus prononcée que chez les autres espèces étudiées. À notre connaissance, aucune étude sur le comportement alimentaire des jeunes de l'année n'a été entreprise à ce jour; il est donc impossible d'extrapoler les observations faites chez les adultes sur les jeunes de l'année.

Le choix du Queue à tache noire comme espèce cible devrait cependant être reconsidéré, étant donné que dans certains cas, les niveaux de contamination sont souvent trop proches des limites de détection pour que les résultats puissent être considérés fiables.

## 6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les résultats de bioaccumulation de contaminants organiques et inorganiques dans les tissus de poissons juvéniles obtenus dans le cadre de cette étude nous ont permis de constater que:

- 1) la contamination par les BPC constitue un problème latent dans le lac Saint-François, particulièrement dans sa partie amont;
- 2) les teneurs en HCB, de DDE et de mirex sont généralement trop proches des limites de détection pour qu'un niveau de confiance satisfaisant nous permette de nous prononcer;
- 3) la contamination par l'Aroclor 1242, jamais mise en évidence jusqu'alors, constitue un fait nouveau qui mériterait d'être approfondi;
- 4) les chlorophénols sont susceptibles de s'accumuler dans les tissus de jeunes poissons;
- 5) la majorité des métaux lourds ne semble pas s'accumuler en des teneurs importantes dans les tissus des poissons juvéniles;
- 6) la contamination va en décroissant de l'amont vers l'aval;
- 7) le potentiel de bioaccumulation des contaminants organiques varie d'une espèce à l'autre; le niveau de contamination chez le Méné émeraude est généralement 2 à 5 fois plus élevé que chez la Perchaude ou le Queue à tache noire;

Par contre, la répartition de la contamination le long du transect rivière Saint-Régis-Cornwall laisse supposer que les apports en contaminants en provenance de la section internationale sont plus importants que les apports en

provenance de la rivière Saint-Régis. Les résultats de la présente étude ne nous permettent pas de localiser avec plus de précision la source principale de la contamination.

Ces observations nous amènent à faire les recommandations suivantes:

- R1)* une nouvelle étude, prenant en compte le déplacement des masses d'eau dans la région de Massena-Saint-Régis-Cornwall devrait être menée à partir de quatre transects situés respectivement en amont du barrage de Moses-Saunders, en amont de l'embouchure de la rivière Raquette, entre les embouchures des rivières Raquette et Saint-Régis, et immédiatement en aval de la rivière Saint-Régis.
- R2)* l'utilisation de poissons juvéniles devrait désormais n'être considérée que dans le cadre d'un suivi environnemental géographiquement limité aux régions sensibles, à l'intérieur desquelles la contamination par les BPC, le HCB, et désormais les chlorophénols, est susceptible d'être détectée;
- R3)* On devrait exclure les métaux lourds des variables mesurées, compte tenu de leur schéma de bioaccumulation chez les poissons juvéniles.
- R4)* Pour certaines régions problématiques, telles que la région amont du lac Saint-François et la région de Beauharnois dans le lac Saint-Louis, nous recommandons qu'une attention particulière soit donnée à l'analyse des congénères de BPC, dont la signature permettrait de mettre en évidence une relation entre la contamination du biota, celle des sédiments de fond et les sources potentielles d'apports.





**BIBLIOGRAPHIE**





## BIBLIOGRAPHIE

- Biberhofer, J. (1991). *Utilizing PCB congeners as tool to determine transport pathways within a large river system*. Proc. 12th Ann. Meeting, SETAC.
- Buhler, W.A., E.N. Léonard, G.M. Christensen et J.T. Fiandt, (1977). Toxic effects of cadmium on three generations of brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Trans. Am. Fish. Soc., 105, 550.
- Guay, G. et P. Delisle, (1989). *Échantillonnage de jeunes poissons de l'année - Fleuve Saint-Laurent (programme 1988)*. Environnement illimité, 18 p.
- Guay, G. et J. Dandurand, (1986). *Utilisation des jeunes poissons de l'année comme bioindicateurs des substances toxiques dans le fleuve Saint-Laurent (tronçon fluvial: Cornwall-Portneuf)*. Environnement Canada, 132 pp.
- Kiamos, M., (1990). *Synthèse des connaissances sur la contamination du lac Saint-François*. Environnement Canada, Centre Saint-Laurent. Non publié.
- Legendre V., (1960). "Clef des cyprinidés ou Ménés du Québec". Journal Le Jeune Naturaliste, Montréal, 36pp.
- Miller T.G. et W.C. McKay, (1982). "Relationship of secreted mucus to copper and acid toxicity in rainbow trout". Bull. Environ. Contam. Toxicol., 28, 68-73.
- RAP TEAM, (1988). *The St. Lawrence River Area of Concern - Remedial Action Plan for the Cornwall Area*. Status Report on Environmental Conditions and Sources. Environment Canada, Ontario MOE and Ont. MNR. 131 pp.
- Scott, W.B. et E.J. Crossman, (1973). "Freshwater Fishes of Canada". Bull. Fish. Res. Bd Canada, N.184. J.C. Stevenson Ed., Ottawa, 966 pp.

- Sloterdijk H., (1977). *Accumulation des métaux lourds et des composés organochlorés dans la chair des poissons du fleuve Saint-Laurent*. Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada et le Service de la protection de l'environnement du Québec. Éditeur officiel du Québec, 181 pp.
- Sloterdijk H., (1978). *Contamination des organismes de l'estuaire*. Rapport d'étude sur le tronçon en aval de Montmagny, vol. 4, pp 709-820. Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada et le Service de la protection de l'environnement du Québec. Éditeur officiel du Québec, 882 pp.
- Sloterdijk H., (1985). *Use of the Young-of-the-year Fish as Bioindicators of Toxic Chemicals to Complement the Water Quality Network in the St.Lawrence River*. Quebec Province, 48-70.
- Sloterdijk, H. et G.Guay, (1982). *Interprétation des résultats d'analyses de la qualité de l'eau des rivières transfrontalières du 45ème parallèle*. Environnement Illimité et Environnement Canada, DEI/RQ, Longueuil, 89 pp.





**ANNEXES**



## Annexe 1

Résultats des captures (en g) pour les individus 1+  
lac Saint-François (1988)

Station	Date	NOHU (g)	PEFL (g)	NOAT (g)	NOCR (g)
LSF1	13/09/88	244,9	483,6	0,0	59,1
LSF2 s	13/09/88	137,9	325,0	0,0	11,0
LSF2 o	06/10/88	288,7	207,2	0,0	373,9
LSF5 a	15/09/88	396,1	256,3	80,9	0,0
LSF5 b	20/09/88	150,6	315,1	604,9	0,0
LSF6 a	15/09/88	29,1	257,4	0,0	0,0
LSF6 b	20/09/88	400,2	352,5	0,0	0,0
LSF7	15/09/88	0,0	162,3	0,0	91,4
LSF9	14/09/88	0,0	0,0	0,0	13,9
LSF11	16/09/88	155,9	0,0	0,0	0,0
LSF13	20/09/88	36,7	0,0	355,6	0,0
LSF14	20/09/88	0,0	215,2	0,0	0,0
LSF17	12/09/88	0,0	316,6	0,0	0,0
LSF18	14/09/88	0,0	87,3	0,0	158,9
LSF19	16/09/88	0,0	276,4	0,0	256,6
LSF20	19/09/88	0,0	265,6	0,0	0,0
LSF21	22/09/88	85,1	282,4	0,0	0,0
LSF22	22/09/88	361,7	99,9	0,0	0,0
LSF23	23/09/88	338,3	310,1	0,0	190,8
RBU1 a	12/09/88	164,8	0,0	0,0	29,9
RBU1 b	21/09/88	0,0	291,7	0,0	363,3
RG1	21/09/88	17,8	290,6	0,0	180,6
RS1	14/09/88	6,0	220,8	0,0	220,8
RR1	16/09/88	0,0	135,7	0,0	146,1
RSR1 s	14/09/88	53,7	296,4	0,0	305,2
RSR1 o	07/10/88	126,6	793,0	0,0	0,0
RSR2	16/09/88	94,3	296,9	0,0	361,9





## Annexe 2

**Longueurs moyennes des individus récoltés  
lac Saint-François (1988) (suite)**

Station	Date	Espèce	Taille (mm)	Nb poids		N	Moyenne (mm)	écart type (mm)	Coef var (%)	Longueur		
				répl.	g					méd (mm)	max (mm)	min (mm)
<b>Transect sud nord</b>												
LSF21	22/09/88	NOHU		2	60,3	25	42,16	3,13	7,43	42,0	49	36
LSF21	22/09/88	NOHU		3	60,4	25	41,16	5,20	12,64	41,0	49	23
LSF21	22/09/88	PEFL		1	58,9	17	68,35	4,86	7,11	70,0	75	58
LSF22	22/09/88	NOHU		1	60,2	25	50,48	5,01	9,92	52,0	57	38
LSF22	22/09/88	NOHU		2	60,9	25	48,00	4,95	10,31	48,0	56	37
LSF22	22/09/88	NOHU		3	60,8	25	49,60	4,09	8,25	50,0	56	40
LSF22	22/09/88	PEFL		1	24,8	4	80,00	5,10	6,37	81,0	85	73
LSF23	23/09/88	NOHU		1	60,2	25	46,92	5,87	12,52	48,0	60	36
LSF23	23/09/88	NOHU		2	60,6	25	44,52	6,36	14,28	44,0	57	28
LSF23	23/09/88	NOHU		3	52,3	25	42,12	5,32	12,62	40,0	52	35
LSF23	23/09/88	NOAT		1	51,0	25	51,76	3,71	7,17	50,0	60	45
LSF01	13/09/88	NOHU		1	60,2	25	45,16	5,09	11,27	45,0	55	35
LSF01	13/09/88	NOHU		2	60,2	25	45,48	4,15	9,13	45,0	56	40
LSF01	13/09/88	NOHU		3	28,3	25	46,16	4,37	9,48	45,0	55	36
LSF01	13/09/88	PEFL		1	59,8	13	71,92	5,88	8,18	73,0	81	62
LSF01	13/09/88	PEFL		2	60,6	14	70,14	6,10	8,70	70,0	80	60
<b>Transect ouest est</b>												
LSF09	14/09/88	NOHU		1	60,1	25	41,68	5,23	12,56	40,0	51	33
LSF09	14/09/88	NOHU		2	61,6	25	40,68	5,57	13,70	41,0	55	31
LSF09	14/09/88	NOHU		3	66,0	25	38,64	5,59	14,46	37,0	51	30
LSF11	16/09/88	NOAT		1	76,7	25	47,32	6,49	13,71	49,0	60	31
LSF11	16/09/88	NOHU		1	60,3	25	44,08	5,51	12,49	42,0	55	36
LSF11	16/09/88	NOHU		2	60,2	25	45,36	7,47	16,47	42,0	58	37
LSF11	16/09/88	NOHU		3	60,3	25	46,40	7,92	17,07	47,0	60	22
LSF13	20/09/88	NOAT >35mm		1	60,6	25	48,92	3,08	6,30	48,0	58	45

N: nombre d'individus pesés par réplikat

## Annexe 2

**Longueurs moyennes des individus récoltés  
lac Saint-François (1988) (suite)**

Station	Date	Espèce	Taille (mm)	Nb poids		Moyenne	écart	Coef	Longueur			
				de répl.	g				type	var	méd	max
			(mm)	N	(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(mm)	(mm)		
<b>Transect ouest est</b>												
LSF13	20/09/88	NOAT	>35mm	2	60,5	25	48,40	2,10	4,34	48,0	53	45
LSF13	20/09/88	NOAT	>35mm	3	60,6	25	49,04	3,35	6,83	48,0	59	45
LSF13	20/09/88	NOAT	<35mm	1	60,8	25	30,56	2,18	7,14	30,0	35	27
LSF13	20/09/88	NOAT	<35mm	2	60,2	25	31,44	3,95	12,56	31,0	45	22
LSF13	20/09/88	NOAT	<35mm	3	57,2	25	30,80	2,24	7,26	31,0	34	25
LSF13	20/09/88	NOHU		1	8,4	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
LSF07	15/09/88	NOHU		1	65,4	25	48,52	6,11	12,59	48,0	58	40
LSF07	15/09/88	PEFL		1	61,8	20	64,40	6,41	9,95	64,5	74	53
LSF07	15/09/88	PEFL		2	60,9	20	64,45	6,02	9,34	65,0	77	55
LSF07	15/09/88	PEFL		3	60,6	20	64,40	6,49	10,08	64,0	77	52
<b>Rive sud</b>												
RS01	14/09/88	NOHU		1	60,3	25	43,76	5,03	11,49	45,0	54	26
RS01	14/09/88	NOHU		2	15,3	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
RS01	14/09/88	NOAT		1	23,8	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
RG01	21/09/88	NOHU		1	13,7	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
RG01	21/09/88	PEFL		1	61,5	14	73,43	6,58	8,97	74,5	83	58
RG01	21/09/88	PEFL		2	28,6	7	71,43	7,98	11,17	75,0	79	56
LSF20	19/09/88	PEFL		1	29,1	6	75,83	7,00	9,23	77,0	85	68
LSF05b	20/09/88	NOHU		1	52,5	25	47,52	5,21	10,97	48,0	60	40
LSF05b	20/09/88	NOAT	>35mm	1	60,5	25	50,64	5,72	11,30	50,0	63	43
LSF05b	20/09/88	NOAT	>35mm	2	60,3	25	51,44	4,52	8,79	51,0	64	44
LSF05b	20/09/88	NOAT	>35mm	3	60,2	25	50,08	3,70	7,38	50,0	58	45
LSF05b	20/09/88	NOAT	<35mm	1	60,0	25	28,52	4,84	16,97	27,0	38	20
LSF05b	20/09/88	NOAT	<35mm	2	45,1	25	29,52	3,72	12,60	29,0	38	25
LSF05a	15/09/88	NOAT		1	60,9	25	48,40	4,84	10,00	48,0	57	36
LSF05a	15/09/88	NOAT		2	60,8	25	49,40	7,27	14,73	49,0	62	29
LSF05a	15/09/88	NOAT		3	60,0	25	51,08	7,48	14,65	52,0	64	28

N: nombre d'individus pesés par réplikat

## Annexe 2

**Longueurs moyennes des individus récoltés  
lac Saint-François - 1988**

Station	Date	Espèce	Nb poids		N	Moyenne type (mm)	écart (mm)	Coef var (%)	Longueur		
			Taille (mm)	de échant. répl. g					méd (mm)	max (mm)	min (mm)
<b>Rive nord</b>											
LSF18	14/09/88	NOHU	1	60,7	25	41,40	5,55	13,41	42,0	51	28
LSF18	14/09/88	NOHU	2	39,3	25	40,84	3,41	8,35	40,0	51	36
LSF18	14/09/88	PEFL	1	23,6	7	66,29	10,31	15,55	69,0	80	47
RR01	16/09/88	PEFL	1	70,8	13	75,00	5,82	7,76	73,0	88	66
LSF14	20/09/88	NOAT	1	60,8	25	44,24	6,63	14,98	46,0	54	27
LSF14	20/09/88	NOAT	2	27,7	25	42,20	9,63	22,82	46,0	60	25
LSF14	20/09/88	NOHU	1	45,6	25	49,96	6,52	13,05	50,0	60	40
RBU01	21/09/88	NOAT	1	51,4	25	49,68	3,51	7,06	49,0	59	45
RBU01	12/09/88	NOAT	1	11,2	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
RBU01	12/09/88	NOHU	1	56,0	25	61,08	7,45	12,21	60,0	76	46
RBU01	21/09/88	NOHU	1	34,1	25	50,36	4,57	9,08	51,0	60	43
RBU01	21/09/88	PEFL	1	60,5	12	74,33	11,00	14,80	74,5	88	57
RBU01	12/09/88	PEFL	1	20,7	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.	n.m.
RBU01	21/09/88	PEFL	2	60,3	11	76,64	9,17	11,96	80,0	87	62
RBU01	21/09/88	PEFL	3	62,7	13	72,31	11,00	15,22	76,0	86	45
LSF06a	15/09/88	NOAT	1	75,0	25	48,48	6,29	12,97	50,0	60	33
LSF06b	20/09/88	NOHU	1	39,3	25	48,88	5,29	10,83	49,0	58	40
LSF06a	15/09/88	NOHU	2	42,4	25	44,64	4,16	9,32	44,0	52	37
LSF06a	15/09/88	PEFL	1	75,4	21	67,76	6,85	10,11	68,0	84	55
LSF06b	20/09/88	PEFL	1	60,7	15	70,80	8,13	11,49	71,0	82	49
LSF06b	20/09/88	PEFL	2	61,3	17	67,82	6,10	8,99	70,0	76	55
LSF06b	20/09/88	PEFL	3	61,1	14	73,93	5,44	7,36	74,0	84	64

N: nombre d'individus pesés par réplikat



## Annexe 3

**Pourcentages moyens en eau et en lipides pour chaque réplikat  
lac Saint-François - 1988**

<b>Station</b>	<b>Date</b>	<b>Espèce</b>	<b>Taille (mm)</b>	<b>Nbre de répl.</b>	<b>Poids échant (g)</b>	<b>Longueur moyenne (mm)</b>	<b>Teneurs en lipides (%)</b>	<b>Teneurs en eau (%)</b>
<b>transect sud nord</b>								
RSR02	16/09/88	PEFL		1	28,0	68,13	1,74	75,90
RSR01s	14/09/88	NOHU		1	67,9	45,00	1,03	-
RSR01o	07/10/88	NOHU		1	61,1	47,60	1,69	77,91
RSR01o	07/10/88	NOHU		2	60,6	49,20	1,94	78,00
RSR01o	07/10/88	NOHU		3	60,1	48,04	1,49	78,00
RSR01s	14/09/88	PEFL		1	60,2	76,91	2,60	76,43
RSR01s	14/09/88	PEFL		2	61,9	70,57	2,82	75,32
RSR01s	14/09/88	PEFL		3	61,0	76,64	3,00	75,49
RSR01o	07/10/88	PEFL		1	60,1	81,00	2,50	74,37
RSR01o	07/10/88	PEFL		2	64,5	81,00	2,12	75,24
RSR01o	07/10/88	PEFL		3	75,0	76,87	2,59	75,02
LSF02s	13/09/88	NOHU		1	60,8	47,52	1,34	76,14
LSF02s	13/09/88	NOHU		2	60,5	46,08	1,50	76,47
LSF02s	13/09/88	NOHU		3	60,5	45,00	1,56	78,12
LSF02o	06/10/88	NOHU		1	61,5	50,08	1,87	76,50
LSF02o	06/10/88	NOHU		2	61,1	50,04	1,54	74,57
LSF02o	06/10/88	NOHU		3	62,5	49,16	1,83	76,33
LSF02s	13/09/88	PEFL		1	53,9	70,78	1,79	75,65
LSF02o	06/10/88	PEFL		1	18,5	80,67	2,56	n.q.
LSF02o	06/10/88	NOAT		1	60,0	53,48	5,52	70,49
LSF02o	06/10/88	NOAT		2	60,0	52,72	5,10	72,15
LSF19	16/09/88	NOHU		1	60,2	40,60	1,58	78,56
LSF19	16/09/88	NOHU		2	60,0	40,88	1,57	76,92
LSF19	16/09/88	NOHU		3	36,4	40,16	1,80	78,08
LSF19	16/09/88	PEFL		1	52,8	69,69	1,20	76,32
LSF21	22/09/88	NOHU		1	60,5	42,44	1,59	77,94

## Annexe 3

**Pourcentages moyens en eau et en lipides pour chaque répliat  
lac Saint-François - 1988**

Station	Date	Espèce	Taille (mm)	Nbre de répl.	Poids échant (g)	Longueur moyenne (mm)	Teneurs en lipides (%)	Teneurs en eau (%)
<b>Transect sud nord</b>								
LSF21	22/09/88	NOHU		2	60,3	42,16	1,40	77,87
LSF21	22/09/88	NOHU		3	60,4	41,16	1,40	78,52
LSF21	22/09/88	PEFL		1	58,9	68,35	1,29	75,89
LSF22	22/09/88	NOHU		1	60,2	50,48	1,61	76,79
LSF22	22/09/88	NOHU		2	60,9	48,00	1,71	77,07
LSF22	22/09/88	NOHU		3	60,8	49,60	1,83	77,16
LSF22	22/09/88	PEFL		1	24,8	80,00	1,96	76,57
LSF23	23/09/88	NOHU		1	60,2	46,92	1,92	76,21
LSF23	23/09/88	NOHU		2	60,6	44,52	1,94	75,84
LSF23	23/09/88	NOHU		3	52,3	42,12	1,95	70,11
LSF23	23/09/88	NOAT		1	51,0	51,76	4,17	72,83
LSF01	13/09/88	NOHU		1	60,2	45,16	1,35	77,16
LSF01	13/09/88	NOHU		2	60,2	45,48	1,16	76,78
LSF01	13/09/88	NOHU		3	28,3	46,16	0,36	76,62
LSF01	13/09/88	PEFL		1	59,8	71,92	2,04	76,18
LSF01	13/09/88	PEFL		2	60,6	70,14	1,47	75,57
LSF01	13/09/88	PEFL		3	39,6	n.m.	1,94	74,13
<b>Transect ouest est</b>								
LSF09	14/09/88	NOHU		1	60,1	41,68	1,76	77,89
LSF09	14/09/88	NOHU		2	61,6	40,68	1,55	77,87
LSF09	14/09/88	NOHU		3	66,0	38,64	1,25	n.m.
LSF11	16/09/88	NOAT		1	76,7	47,32	2,71	75,13
LSF11	16/09/88	NOHU		1	60,3	44,08	1,54	78,38
LSF11	16/09/88	NOHU		2	60,2	45,36	1,29	72,32
LSF11	16/09/88	NOHU		3	60,3	46,40	1,18	76,26

## Annexe 3

**Pourcentages moyens en eau et en lipides pour chaque répliat  
lac Saint-François - 1988**

Station	Date	Espèce	Taille (mm)	Nbre de répl.	Poids échant (g)	Longueur moyenne (mm)	Teneurs en lipides (%)	Teneurs en eau (%)
<b>Transect ouest est</b>								
LSF13	20/09/88	NOAT	>35mm	1	60,6	48,92	1,13	71,14
LSF13	20/09/88	NOAT	>35mm	2	60,5	48,40	3,76	71,75
LSF13	20/09/88	NOAT	>35mm	3	60,6	49,04	3,15	69,33
LSF13	20/09/88	NOAT	<35mm	1	60,8	30,56	3,00	73,08
LSF13	20/09/88	NOAT	<35mm	2	60,2	31,44	3,33	71,98
LSF13	20/09/88	NOAT	<35mm	3	57,2	30,80	3,19	73,50
LSF13	20/09/88	NOHU		1	8,4	n.m.	3,80	n.q.
LSF07	15/09/88	NOHU		1	65,4	48,52	2,64	76,07
LSF07	15/09/88	PEFL		1	61,8	64,40	1,79	76,81
LSF07	15/09/88	PEFL		2	60,9	64,45	1,72	76,03
LSF07	15/09/88	PEFL		3	60,6	64,40	1,52	76,56
<b>Rive sud</b>								
RS01	14/09/88	NOHU		1	60,3	43,76	1,95	78,15
RS01	14/09/88	NOHU		2	15,3	n.m.	1,42	n.q.
RS01	14/09/88	NOAT		1	23,8	n.m.	3,70	76,06
RG01	21/09/88	NOHU		1	13,7	n.m.	1,51	n.q.
RG01	21/09/88	PEFL		1	61,5	73,43	1,50	77,27
RG01	21/09/88	PEFL		2	28,6	71,43	1,24	76,84
LSF20	19/09/88	PEFL		1	29,1	75,83	1,40	75,31
LSF05b	20/09/88	NOHU		1	52,5	47,52	0,58	76,44
LSF05b	20/09/88	NOAT	>35mm	1	60,5	50,64	3,35	72,13
LSF05b	20/09/88	NOAT	>35mm	2	60,3	51,44	3,41	n.m.
LSF05b	20/09/88	NOAT	>35mm	3	60,2	50,08	3,26	72,93
LSF05b	20/09/88	NOAT	<35mm	1	60,0	28,52	2,60	76,71
LSF05b	20/09/88	NOAT	<35mm	2	45,1	29,52	2,47	77,21

n.q.: non quantifiable

n.m.: non mesuré

## Annexe 3

**Pourcentages moyens en eau et en lipides pour chaque réplicat  
lac Saint-François (1988)**

Station	Date	Espèce	Taille (mm)	Nbre de répl.	Poids échant (g)	Longueur moyenne (mm)	Teneurs en lipides (%)	Teneurs en eau (%)
<b>Rive sud</b>								
LSF05a	15/09/88	NOAT		1	60,9	48,40	2,57	n.m.
LSF05a	15/09/88	NOAT		2	60,8	49,40	3,50	74,31
LSF05a	15/09/88	NOAT		3	60,0	51,08	3,49	72,50
<b>Rive nord</b>								
LSF18	14/09/88	NOHU		1	60,7	41,40	1,55	78,19
LSF18	14/09/88	NOHU		2	39,3	40,84	1,54	78,11
LSF18	14/09/88	PEFL		1	23,6	66,29	0,01	77,16
RR01	16/09/88	PEFL		1	70,8	75,00	1,90	75,22
LSF14	20/09/88	NOAT		1	60,8	44,24	2,56	74,49
LSF14	20/09/88	NOAT		2	27,7	42,20	2,70	75,43
LSF14	20/09/88	NOHU		1	45,6	49,96	1,91	77,23
RBU01	21/09/88	NOAT		1	51,4	49,68	2,69	74,87
RBU01	12/09/88	NOAT		1	11,2	n.m.	3,52	n.q.
RBU01	12/09/88	NOHU		1	56,0	61,08	2,51	74,51
RBU01	21/09/88	NOHU		1	34,1	50,36	1,51	78,27
RBU01	21/09/88	PEFL		1	60,5	74,33	2,56	75,18
RBU01	12/09/88	PEFL		1	20,7	n.m.	2,35	n.q.
RBU01	21/09/88	PEFL		2	60,3	76,64	2,07	75,30
RBU01	21/09/88	PEFL		3	62,7	72,31	2,07	76,06
LSF06a	15/09/88	NOAT		1	75,0	48,48	3,01	73,82
LSF06b	20/09/88	NOHU		1	39,3	48,88	1,58	75,69
LSF06a	15/09/88	NOHU		2	42,4	44,64	1,65	77,75
LSF06a	15/09/88	PEFL		1	75,4	67,76	1,79	n.m.
LSF06b	20/09/88	PEFL		1	60,7	70,80	2,28	74,53
LSF06b	20/09/88	PEFL		2	61,3	67,82	1,86	77,01
LSF06b	20/09/88	PEFL		3	61,1	73,93	2,30	75,49

n.q.: non quantifiable

n.m.: non mesuré



## Annexe 4

Teneurs en BPC et pesticides organochlorés dans les  
homogénats de poissons juvéniles - lac Saint-François (1988)

Station	Date	Nbre de répl.	Espèce	Taille	A1242 (mg/kg)	A1254 (mg/kg)	A1260 (mg/kg)	BPC totaux (mg/kg)
Transect sud nord								
RSR02	16/09/88	1	PEFL		0,02	0,04	0,04	0,08
RSR01s	14/09/88	1	NOHU		0,11	0,06	0,06	0,23
RSR01o	07/10/88	1	NOHU		0,15	0,09	0,10	0,34
RSR01o	07/10/88	2	NOHU		0,15	0,08	0,08	0,31
RSR01o	07/10/88	3	NOHU		0,15	0,09	0,09	0,33
RSR01s	14/09/88	1	PEFL		0,37	0,09	0,06	0,52
RSR01s	14/09/88	2	PEFL		0,27	0,07	0,04	0,38
RSR01s	14/09/88	3	PEFL		0,31	0,07	0,05	0,43
RSR01o	07/10/88	1	PEFL		0,30	0,08	0,05	0,43
RSR01o	07/10/88	2	PEFL		0,28	0,08	0,05	0,41
RSR01o	07/10/88	3	PEFL		0,31	0,09	0,05	0,45
LSF02s	13/09/88	1	NOHU		0,24	0,08	0,06	0,38
LSF02s	13/09/88	2	NOHU		0,23	0,08	0,07	0,38
LSF02s	13/09/88	3	NOHU		0,18	0,06	0,07	0,31
LSF02o	06/10/88	1	NOHU		0,22	0,10	0,07	0,39
LSF02o	06/10/88	2	NOHU		0,16	0,07	0,05	0,28
LSF02o	06/10/88	3	NOHU		0,18	0,08	0,06	0,32
LSF02s	13/09/88	1	PEFL		0,21	0,05	0,04	0,30
LSF02o	06/10/88	1	PEFL		0,32	0,09	0,06	0,47
LSF02o	06/10/88	1	NOAT		0,55	0,24	0,19	0,98
LSF02o	06/10/88	2	NOAT		0,60	0,25	0,20	1,05
LSF19	16/09/88	1	NOHU		0,26	0,18	0,21	0,65
LSF19	16/09/88	2	NOHU		0,29	0,18	0,26	0,73
LSF19	16/09/88	3	NOHU		0,33	0,24	0,33	0,90
LSF19	16/09/88	1	PEFL		0,12	0,07	0,07	0,26
LSF21	22/09/88	1	NOHU		0,09	0,09	0,12	0,30
LSF21	22/09/88	2	NOHU		0,11	0,11	0,14	0,36
LSF21	22/09/88	3	NOHU		0,12	0,12	0,17	0,41
LSF21	22/09/88	1	PEFL		0,06	0,05	0,04	0,15
LSF22	22/09/88	1	NOHU		0,03	0,07	0,07	0,17
LSF22	22/09/88	2	NOHU		0,04	0,07	0,07	0,18
LSF22	22/09/88	3	NOHU		0,04	0,06	0,06	0,16
LSF22	22/09/88	1	PEFL		0,03	0,02	0,03	0,08
LSF23	23/09/88	1	NOHU		0,05	0,10	0,07	0,22
LSF23	23/09/88	2	NOHU		0,05	0,06	0,05	0,16
LSF23	23/09/88	3	NOHU		0,06	0,10	0,08	0,24
LSF23	23/09/88	1	NOAT		0,15	0,16	0,21	0,52
LSF01	13/09/88	1	NOHU		0,04	0,05	0,07	0,16
LSF01	13/09/88	2	NOHU		0,06	0,06	0,09	0,21
LSF01	13/09/88	3	NOHU		0,05	0,06	0,05	0,16

## Annexe 4 (suite)

Teneurs en BPC et pesticides organochlorés dans les  
homogénats de poissons juvéniles - lac Saint-François (1988)

Station	Date	Nbre de répl.	Espèce	Taille	A1242 (mg/kg)	A1254 (mg/kg)	A1260 (mg/kg)	BPC totaux (mg/kg)
LSF01	13/09/88	1	PEFL		0,06	0,04	0,04	0,14
LSF01	13/09/88	2	PEFL		0,03	0,03	0,02	0,08
LSF01	13/09/88	3	PEFL		0,04	0,04	0,03	0,11
<b>Transect ouest est</b>								
LSF09	14/09/88	1	NOHU		0,20	0,09	0,11	0,40
LSF09	14/09/88	2	NOHU		0,18	0,10	0,11	0,39
LSF09	14/09/88	3	NOHU		0,13	0,08	0,10	0,31
LSF11	16/09/88	1	NOAT		0,25	0,17	0,20	0,62
LSF11	16/09/88	1	NOHU		0,08	0,05	0,06	0,19
LSF11	16/09/88	2	NOHU		0,07	0,04	0,05	0,16
LSF11	16/09/88	3	NOHU		0,05	0,04	0,04	0,13
LSF13	20/09/88	1	NOAT	>35mm	0,13	0,12	0,11	0,36
LSF13	20/09/88	2	NOAT	>35mm	0,14	0,13	0,12	0,39
LSF13	20/09/88	3	NOAT	>35mm	0,10	0,09	0,09	0,28
LSF13	20/09/88	1	NOAT	<35mm	0,04	0,04	0,04	0,12
LSF13	20/09/88	2	NOAT	<35mm	0,04	0,04	0,04	0,12
LSF13	20/09/88	3	NOAT	<35mm	0,05	0,04	0,04	0,13
LSF13	20/09/88	1	NOHU		0,10	0,06	0,08	0,24
LSF07	15/09/88	1	NOHU		0,06	0,01	0,03	0,10
LSF07	15/09/88	1	PEFL		0,04	0,02	0,04	0,10
LSF07	15/09/88	2	PEFL		0,04	0,02	0,03	0,09
LSF07	15/09/88	3	PEFL		0,04	0,02	0,03	0,09
<b>Rive sud</b>								
RS01	14/09/88	1	NOHU		0,09	0,04	0,04	0,17
RS01	14/09/88	2	NOHU		0,11	0,01	0,09	0,21
RS01	14/09/88	1	NOAT		0,27	0,10	0,08	0,45
RG01	21/09/88	1	NOHU		0,07	0,04	0,04	0,15
RG01	21/09/88	1	PEFL		0,09	0,06	0,06	0,21
RG01	21/09/88	2	PEFL		0,06	0,04	0,05	0,15
LSF20	19/09/88	1	PEFL		0,08	0,05	0,04	0,17
LSF05a	15/09/88	1	NOAT		0,15	0,13	0,11	0,39
LSF05a	15/09/88	2	NOAT		0,18	0,16	0,14	0,48
LSF05a	15/09/88	3	NOAT		0,22	0,21	0,17	0,60
LSF05b	20/09/88	1	NOAT	>35mm	0,20	0,20	0,16	0,56
LSF05b	20/09/88	2	NOAT	>35mm	0,26	0,24	0,19	0,69
LSF05b	20/09/88	3	NOAT	>35mm	0,29	0,24	0,19	0,72
LSF05b	20/09/88	1	NOAT	<35mm	0,09	0,13	0,12	0,34
LSF05b	20/09/88	2	NOAT	<35mm	0,09	0,13	0,11	0,33
LSF05b	20/09/88	1	NOHU		0,08	0,06	0,05	0,19

## Annexe 4 (suite)

Teneurs en BPC et pesticides organochlorés dans les  
homogénats de poissons juvéniles - lac Saint-François (1988)

Station	Date	Nbre de répl.	Espèce	Taille	A1242 (mg/kg)	A1254 (mg/kg)	A1260 (mg/kg)	BPC totaux (mg/kg)
<b>Rive nord</b>								
LSF18	14/09/88	1	NOHU		0,05	0,08	0,10	0,23
LSF18	14/09/88	2	NOHU		0,06	0,09	0,13	0,28
LSF18	14/09/88	1	PEFL		0,02	0,03	0,02	0,07
RR01	16/09/88	1	PEFL		0,04	0,01	0,03	0,08
LSF14	20/09/88	1	NOAT		0,08	0,09	0,08	0,25
LSF14	20/09/88	2	NOAT		0,04	0,07	0,06	0,17
LSF14	20/09/88	1	NOHU		0,02	0,01	0,02	0,05
RBU01a	12/09/88	1	NOAT		0,14	0,14	0,08	0,36
RBU01a	12/09/88	1	NOHU		0,04	0,02	0,03	0,09
RBU01a	12/09/88	1	PEFL		0,04	0,03	0,01	0,08
RBU01b	21/09/88	1	NOAT		0,10	0,15	0,11	0,36
RBU01b	21/09/88	1	NOHU		0,04	0,01	0,02	0,07
RBU01b	21/09/88	1	PEFL		0,03	0,02	0,02	0,07
RBU01b	21/09/88	2	PEFL		0,03	0,02	0,02	0,07
RBU01b	21/09/88	3	PEFL		0,03	0,02	0,02	0,07
LSF06a	15/09/88	1	NOAT			0,12	0,12	0,24
LSF06a	15/09/88	2	NOHU		0,01	0,03	0,02	0,05
LSF06a	15/09/88	1	PEFL		0,04	0,01	0,04	0,09
LSF06b	20/09/88	1	NOHU		0,03	0,01	0,02	0,06
LSF06b	20/09/88	1	PEFL		0,04	0,02	0,03	0,09
LSF06b	20/09/88	2	PEFL		0,04	0,02	0,03	0,09
LSF06b	20/09/88	3	PEFL		0,05	0,02	0,03	0,10

## Annexe 4 (suite)

Teneurs en BPC et pesticides organochlorés dans les  
homogénats de poissons juvéniles - lac Saint-François (1988)

Station	Date	Nbre de répl.	Espèce	Taille	HCB (mg/kg)	pp'DDE (mg/kg)	MIREX (mg/kg)	MIREX calc. (mg/kg)
<b>Transect sud nord</b>								
RSR02	16/09/88	1	PEFL		<.005	0,003	<.005	
RSR01	14/09/88	1	NOHU		<.005	0,007	<.005	0,002
RSR01	07/10/88	1	NOHU		<.005	0,013	<.005	0,004
RSR01	07/10/88	2	NOHU		<.005	0,011	<.005	0,003
RSR01	07/10/88	3	NOHU		<.005	0,012	<.005	0,004
RSR01	14/09/88	1	PEFL		<.005	0,009	<.005	
RSR01	14/09/88	2	PEFL		<.005	0,008	<.005	
RSR01	14/09/88	3	PEFL		<.005	0,007	<.005	
RSR01	14/09/88	1	PEFL		<.005	0,008	<.005	
RSR01	07/10/88	2	PEFL		<.005	0,007	<.005	
RSR01	07/10/88	3	PEFL		<.005	0,008	<.005	
LSF02	13/09/88	1	NOHU		<.005	0,008	<.005	
LSF02	13/09/88	2	NOHU		<.005	0,008	<.005	0,002
LSF02	13/09/88	3	NOHU		<.005	0,007	<.005	
LSF02	06/10/88	1	NOHU		<.005	0,009	<.005	0,002
LSF02	06/10/88	2	NOHU		<.005	0,011	<.005	
LSF02	06/10/88	3	NOHU		<.005	0,007	<.005	0,002
LSF02	13/09/88	1	PEFL		<.005	0,004	<.005	
LSF02	06/10/88	1	PEFL		<.005	0,008	<.005	
LSF02	06/10/88	1	NOAT		<.005	0,029	0,010	0,006
LSF02	06/10/88	2	NOAT		<.005	0,028	0,010	0,005
LSF19	16/09/88	1	NOHU		<.005	0,038	0,010	0,014
LSF19	16/09/88	2	NOHU		<.005	0,043	0,020	0,016
LSF19	16/09/88	3	NOHU		<.005	0,068	0,020	0,020
LSF19	16/09/88	1	PEFL		<.005	0,008	<.005	
LSF21	22/09/88	1	NOHU		<.005	0,022	0,010	0,008
LSF21	22/09/88	2	NOHU		<.005	0,034	0,010	0,010
LSF21	22/09/88	3	NOHU		<.005	0,040	0,010	0,012
LSF21	22/09/88	1	PEFL		<.005	0,005	<.005	0,001
LSF22	22/09/88	1	NOHU		<.005	0,010	0,010	0,005
LSF22	22/09/88	2	NOHU		<.005	0,012	0,010	0,005
LSF22	22/09/88	3	NOHU		<.005	0,009	<.005	0,004
LSF22	22/09/88	1	PEFL		<.005	0,004	<.005	0,001
LSF23	23/09/88	1	NOHU		<.005	0,011	<.005	0,004
LSF23	23/09/88	2	NOHU		<.005	0,006	<.005	0,003
LSF23	23/09/88	3	NOHU		<.005	0,012	<.005	0,004
LSF23	23/09/88	1	NOAT		<.005	0,047	0,010	0,013
LSF01	13/09/88	1	NOHU		<.005	0,010	<.005	0,003
LSF01	13/09/88	2	NOHU		<.005	0,014	<.005	
LSF01	13/09/88	3	NOHU		<.005	0,007	<.005	0,002

## Annexe 4 (suite)

Teneurs en BPC et pesticides organochlorés dans les  
homogénats de poissons juvéniles - lac Saint-François (1988)

Station	Date	Nbre de répl.	Espèce	Taille	HCB (mg/kg)	pp'DDE (mg/kg)	MIREX (mg/kg)	MIREX calc. (mg/kg)
LSF01	13/09/88	1	PEFL		<.005	0,011	<.005	0,001
LSF01	13/09/88	2	PEFL		<.005	0,004	<.005	
LSF01	13/09/88	3	PEFL		<.005	0,006	<.005	
<b>Transect ouest est</b>								
LSF09	14/09/88	1	NOHU		<.005	0,012	<.005	0,004
LSF09	14/09/88	2	NOHU		<.005	0,013	0,010	0,005
LSF09	14/09/88	3	NOHU		<.005	0,012	0,010	0,005
LSF11	16/09/88	1	NOAT		<.005	0,036	0,010	0,009
LSF11	16/09/88	1	NOHU		<.005	0,009	<.005	0,003
LSF11	16/09/88	2	NOHU		<.005	0,006	<.005	0,003
LSF11	16/09/88	3	NOHU		<.005	0,005	<.005	0,002
LSF13	20/09/88	1	NOAT	>35mm	<.005	0,023	0,001	0,006
LSF13	20/09/88	2	NOAT	>35mm	<.005	0,022	0,010	0,005
LSF13	20/09/88	3	NOAT	>35mm	<.005	0,016	<.005	0,001
LSF13	20/09/88	1	NOAT	<35mm	<.005	0,006	<.005	0,002
LSF13	20/09/88	2	NOAT	<35mm	<.005	0,007	<.005	0,002
LSF13	20/09/88	3	NOAT	<35mm	<.005	0,006	<.005	0,002
LSF13	20/09/88	1	NOHU		<.005	0,010	<.005	
LSF07	15/09/88	1	NOHU		<.005	0,004	<.005	
LSF07	15/09/88	1	PEFL		<.005	0,005	<.005	
LSF07	15/09/88	2	PEFL		<.005	0,003	<.005	
LSF07	15/09/88	3	PEFL		<.005	0,004	<.005	
<b>Rive sud</b>								
RS01	14/09/88	1	NOHU		<.005	0,004	<.005	
RS01	14/09/88	2	NOHU		<.005	0,005	<.005	
RS01	14/09/88	1	NOAT		<.005	0,011	<.005	
RG01	21/09/88	1	NOHU		<.005	0,006	<.005	
RG01	21/09/88	1	PEFL		<.005	0,006	<.005	0,002
RG01	21/09/88	2	PEFL		<.005	0,004	<.005	
LSF20	19/09/88	1	PEFL		<.005	0,004	<.005	
LSF05	15/09/88	1	NOAT		<.005	0,015	<.005	0,003
LSF05	15/09/88	2	NOAT		<.005	0,019	<.005	0,004
LSF05	15/09/88	3	NOAT		<.005	0,024	<.005	0,004
LSF05	20/09/88	1	NOAT	>35mm	<.005	0,023	0,010	0,005
LSF05	20/09/88	2	NOAT	>35mm	<.005	0,026	0,010	0,005
LSF05	20/09/88	3	NOAT	>35mm	<.005	0,028	0,010	0,005
LSF05	20/09/88	1	NOAT	<35mm	<.005	0,015	<.005	0,004
LSF05	20/09/88	2	NOAT	<35mm	<.005	0,014	<.005	0,004
LSF05	20/09/88	1	NOHU		<.005	0,006	<.005	

## Annexe 4 (suite)

Teneurs en BPC et pesticides organochlorés dans les  
homogénats de poissons juvéniles - lac Saint-François (1988)

Station	Date	Nbre de répl.	Espèce	Taille	HCB (mg/kg)	pp'DDE (mg/kg)	MIREX (mg/kg)	MIREX calc. (mg/kg)
<b>Rive nord</b>								
LSF18	14/09/88	1	NOHU		<.005	0,017	0,010	0,006
LSF18	14/09/88	2	NOHU		<.005	0,017	0,010	0,006
LSF18	14/09/88	1	PEFL		<.005	0,003	<.005	0,001
RR01	16/09/88	1	PEFL		<.005	0,003	<.005	
LSF14	20/09/88	1	NOAT		<.005	0,013	<.005	0,003
LSF14	20/09/88	2	NOAT		<.005	0,009	<.005	0,002
LSF14	20/09/88	1	NOHU		<.005	0,002	<.005	
RBU01	12/09/88	1	NOAT		<.005	0,015	<.005	
RBU01	12/09/88	1	NOHU		<.005	0,005	<.005	
RBU01	12/09/88	1	PEFL		<.005	0,004	<.005	
RBU01	21/09/88	1	NOAT		<.005	0,023	0,010	0,005
RBU01	21/09/88	1	NOHU		<.005	0,002	<.005	
RBU01	21/09/88	1	PEFL		<.005	0,003	<.005	
RBU01	21/09/88	2	PEFL		<.005	<.002	<.005	
RBU01	21/09/88	3	PEFL		<.005	0,003	<.005	
LSF06	15/09/88	1	NOAT		<.005	0,022	0,010	0,005
LSF06	15/09/88	2	NOHU		<.005	0,003	<.005	
LSF06	15/09/88	1	PEFL		<.005	0,004	<.005	
LSF06	20/09/88	1	NOHU		<.005	0,003	<.005	
LSF06	20/09/88	1	PEFL		<.005	0,004	<.005	
LSF06	20/09/88	2	PEFL		<.005	0,004	<.005	
LSF06	20/09/88	3	PEFL		<.005	0,004	<.005	

