

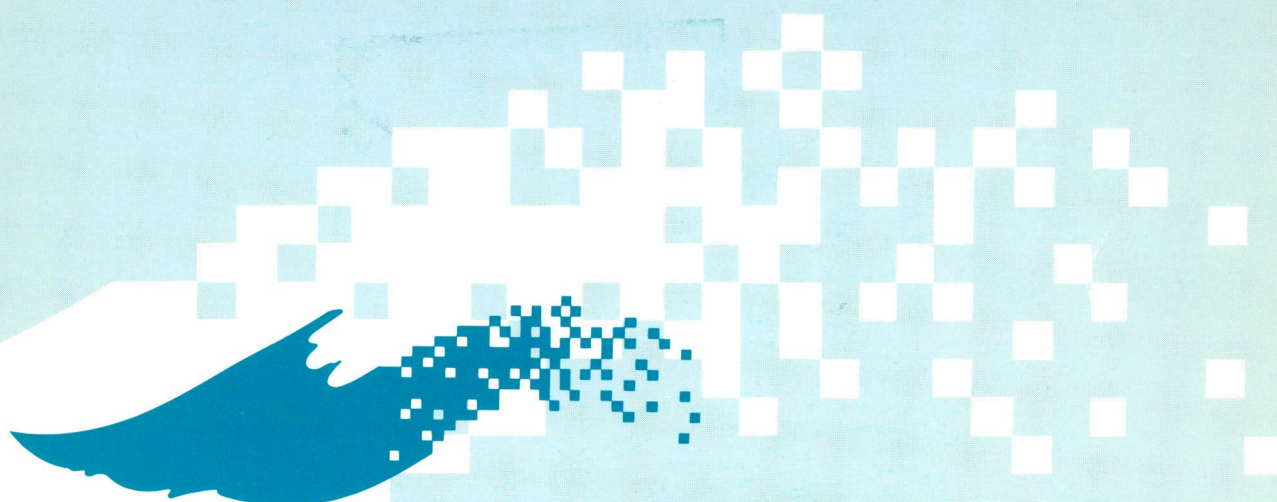
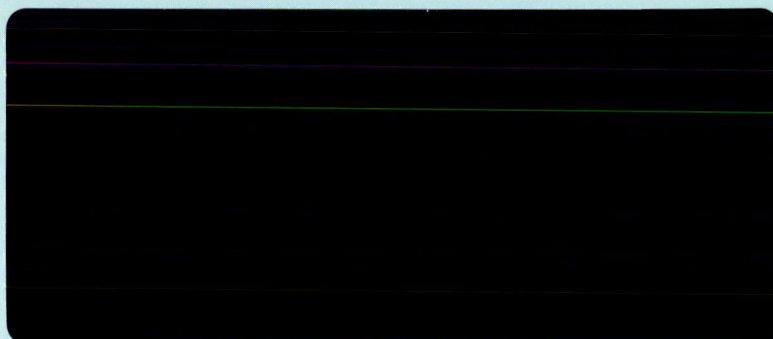


Environnement
Canada

Environment
Canada

Conservation et
Protection

Conservation and
Protection



243406

PLAN D'ACTION SAINT-LAURENT ST. LAWRENCE ACTION PLAN

CENTRE SAINT-LAURENT
ST. LAWRENCE CENTRE



EVALUATION DE LA QUALITE DES ECOSYSTEMES
DU FLEUVE SAINT-LAURENT: DEVELOPPEMENT ET
UTILISATION D'INDICATEURS ECOLOGIQUES ET
ECOTOXICOLOGIQUES APPROPRIES

CSL-0474

SC 4502 L 35e

1er ex.

**EVALUATION DE LA QUALITE DES ECOSYSTEMES DU FLEUVE SAINT-LAURENT:
DEVELOPPEMENT ET UTILISATION D'INDICATEURS ECOLOGIQUES
ET ECOTOXICOLOGIQUES APPROPRIES**

Claude LANGLOIS

Environnement Canada
Centre Saint-Laurent
105 rue McGill
Montréal, Qc
H2Y 2E7

Gestion environnementale des eaux continentales

Quatrièmes Entretiens du Centre Jacques-Cartier

4 au 7 décembre 1990

Lyon et Arles, France

ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES ÉCOSYSTÈMES DU FLEUVE SAINT-LAURENT:
DÉVELOPPEMENT ET UTILISATION D'INDICATEURS ÉCOLOGIQUES
ET ÉCOTOXICOLOGIQUES APPROPRIÉS

Claude Langlois
Environnement Canada, Centre Saint-Laurent, Montréal, Québec

La contamination par des substances toxiques des différents compartiments du milieu aquatique (eau, sédiments, biota) exerce vraisemblablement un stress plus ou moins important sur les organismes qui y vivent. Ce stress peut s'exprimer entre autres par des variations métaboliques plus ou moins spécifiques à certains contaminants, par des manifestations pathologiques dans certains organes ou tissus et par des modifications de la structure des populations et(ou) des communautés.

L'activité d'une oxydase à fonctions multiples (MFO), l'Aryl Hydrocarbone Hydroxylase (AHH), a été mesurée dans le foie de certaines espèces de poissons des principaux lacs fluviaux et de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Les résultats préliminaires montrent une activité généralement plus importante chez le Meunier noir (Catostomus commersoni) sur la rive sud que sur la rive nord dans la partie fluviale. Les concentrations de métallothionéine dans le foie chez le Grand brochet (Esox lucius) montrent généralement une concentration plus grande pour les stations situées en amont des lacs, soit plus près des sources industrielles importantes.

Des examens histologiques du foie et des branchies révèlent des problèmes de santé apparemment plus importants chez les Grands brochets du lac Saint-Louis, les Meuniers noirs du lac Saint-François et les Poulamons Atlantique (Microgadus tomcod) de la rive nord de l'estuaire. La présence de centres mélano-macrophages, structures identifiées dans la littérature comme des phases précoces de dégénération lors d'exposition à des agents cancérigènes, a été observée. Dans certains tributaires du fleuve, la fréquence d'observation de tumeurs chez le Meunier noir a atteint respectivement 20,3% et 26,5% lors de certains épisodes de la montaison en avril 1990. Dans la majorité des cas, il s'agit de papillomes labiaux. Dans le fleuve Saint-Laurent, nous avons observé en 1989 chez les mêmes espèces une incidence de tumeurs externes (fibrome dermal et papillome labial) de 1,6%. Peu de tumeurs internes ont été observées chez les mêmes poissons, (incidence inférieure à 0,5%), mais le degré de parasitisme était très élevé.

Deux indices d'intégrité ont été utilisés pour mesurer l'état de santé des communautés. L'IBI (Indice Biotique d'Intégrité) fait appel aux communautés de poissons et l'ICI (Indice de Communauté des Invertébrés) est mesuré à partir des communautés benthiques. Les résultats de 1989 pour les communautés benthiques démontrent que la partie ouest du lac Saint-François, particulièrement la rive nord, possède des communautés appauvries. Cet appauvrissement semble être relié aux concentrations en mercure des sédiments. Compte tenu de la grande hétérogénéité spatiale des habitats du fleuve Saint-Laurent, l'utilisation des indices biotiques est surtout orientée vers le suivi temporel de l'intégrité des communautés.

QUATRIÈMES ENTRETIENS DU CENTRE JACQUES-CARTIER
Colloque " Gestion environnementale des eaux continentales"
4 au 7 DÉCEMBRE 1990, ARLES

**ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DES
ÉCOSYSTÈMES DU FLEUVE SAINT-LAURENT**

**Développement et utilisation
d'indicateurs écologiques et écotoxicologiques**

CLAUDE LANGLOIS
CENTRE SAINT-LAURENT
ENVIRONNEMENT CANADA
MONTRÉAL, QUÉBEC

PROGRAMME D'ÉTUDE EN COLLABORATION

- **MINISTÈRE DES PÊCHES ET OCÉANS**

Habitat du poisson : Monsieur Yves Lavergne
Institut Maurice Lamontagne : Monsieur Gordon Walsh

- **MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE**

Montréal : Monsieur Pierre Dumont
Trois-Rivières : Monsieur Yves Mailhot
Québec : Monsieur Gilles Ouellette

- **INRS - Océanologie :** Madame Céline Audet

- **UQAM - TOXEN :** Madame Alice Hontela

- **UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL - GRIL :** Madame Bernadette Pinel-Alloul

- **FIRMES PRIVÉES :**
ANALEX
SEEEQ
LAPEL

PLAN D'ACTION SAINT-LAURENT

PROTECTION

- **Caractérisation et réduction des rejets toxiques (90%, 50 industries)**
- **Évaluation des apports (amont, tributaires)**

RESTAURATION

- **Sites fédéraux (ports ...)**
- **Milieux humides (îlots de dragage)**

TECHNOLOGIE ENVIRONNEMENTALE

- **Dépollution industrielle**
- **Développement écotoxicologique**

CONSERVATION

- **Parc marin**
- **Acquisition d'habitats privilégiés**
- **Espèces menacées**
- **Évaluation des écosystèmes**

ÉVALUATION DES ÉCOSYSTÈMES

OBJECTIFS

- 1. Déterminer la QUALITÉ ("état de santé") ACTUELLE des écosystèmes aquatiques du Saint-Laurent et leur degré de détérioration**
- 2. Mettre en place un RÉSEAU DE SUIVI à long terme de la qualité de ces écosystèmes**
- 3. Étudier les EFFETS des substances toxiques sur les ORGANISMES et les COMMUNAUTÉS de différents niveaux trophiques dans le Saint-Laurent**

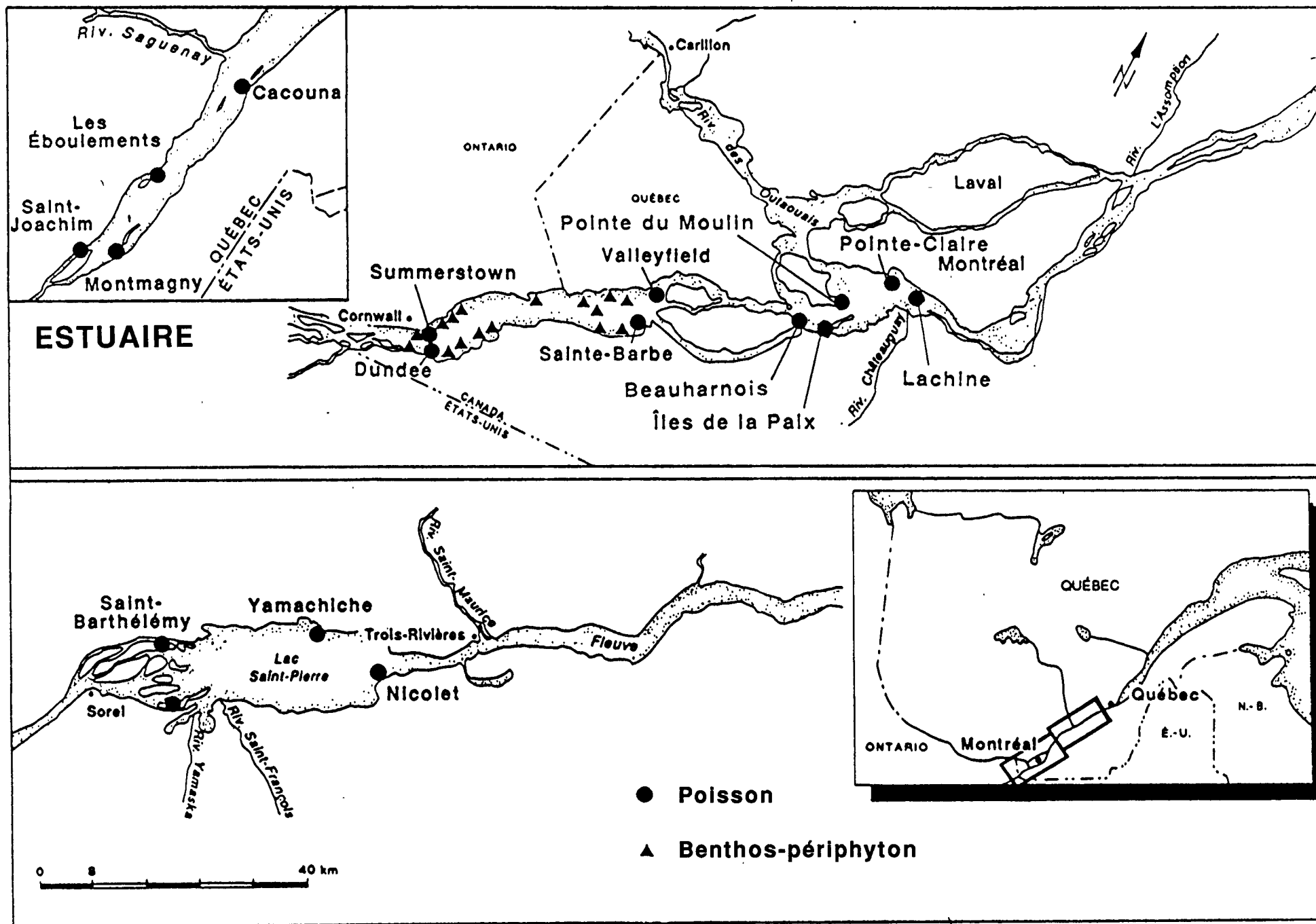
MÉTHODOLOGIE

1. Sélection des zones prioritaires :

- lacs Saint-François, Saint-Louis et Saint-Pierre;
- sections fluviales : Montréal-Sorel, Québec-Montmagny;
- rivière Saguenay.

2. Sélection des méthodes de bioévaluation :

- écologie de certaines communautés (indices biotiques);
- bioaccumulation par certaines espèces;
- indicateurs biochimiques (MFO, MT);
- indicateurs pathologiques (tumeurs, anomalies morphologiques et histologiques);
- paramètres endocriniens (cortisol, morphométrie cellulaire).



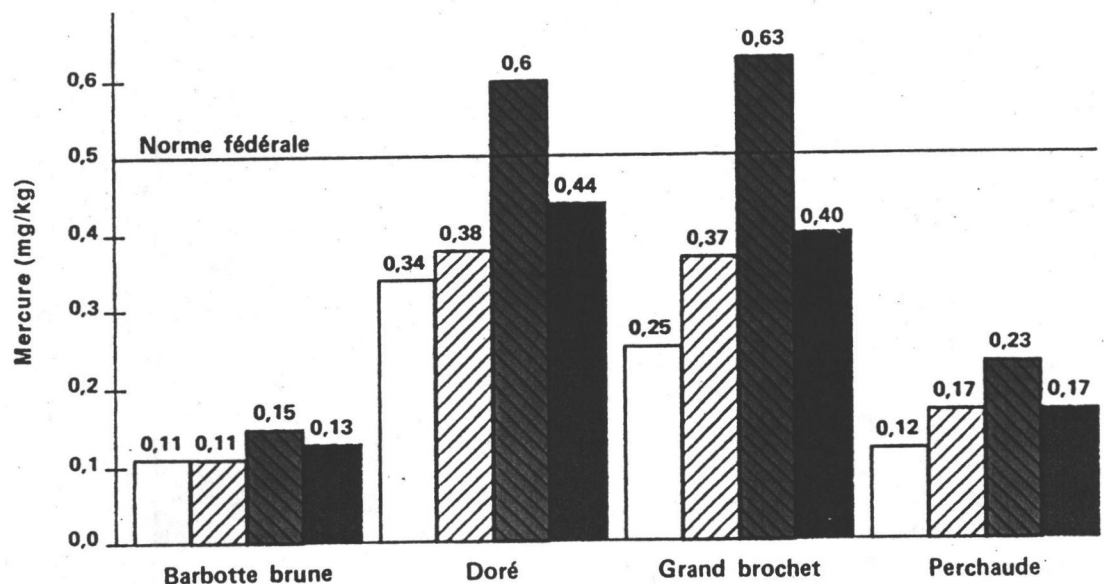
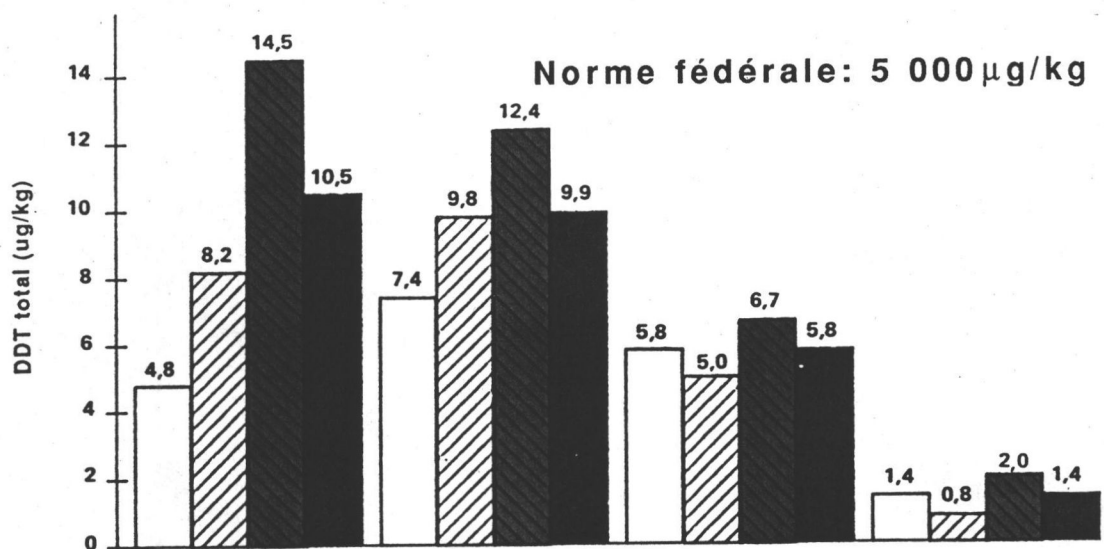
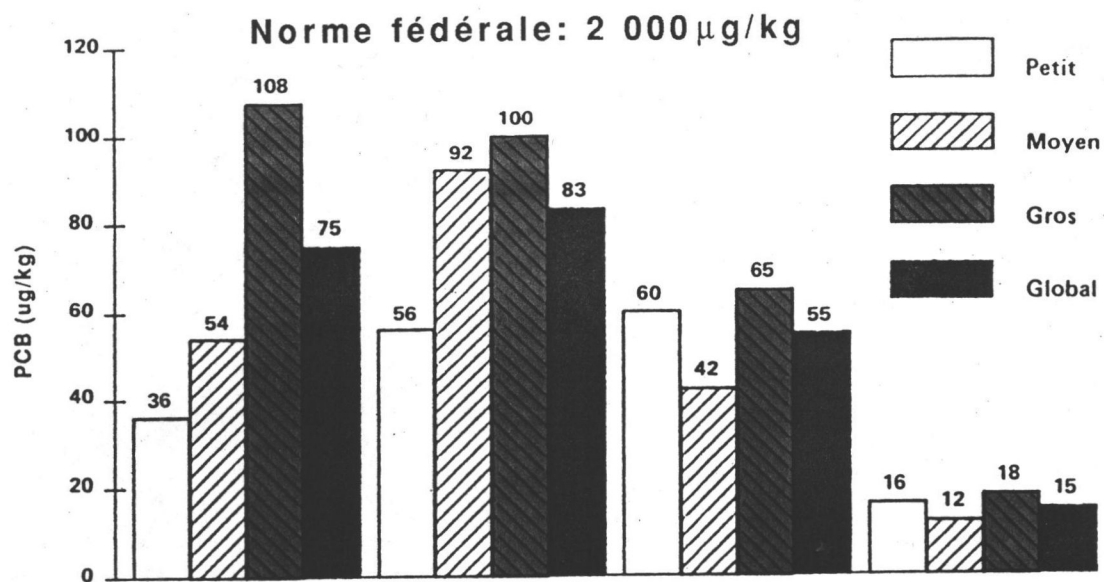
Localisation des sites d'échantillonnage en 1989

INDICATEURS DE BIOACCUMULATION

- **MOULES** : eaux douces et eaux salées
- **POISSONS ADULTES** : Doré jaune, Grand brochet, Meunier noir,
(entier, foie, Barbotte brune, Perchaude, Lotte,
chairs, gonades) Poulamon atlantique, Éperlan arc-en-ciel
- **POISSONS JUVÉNILES** : Perchaude 0+, Queue à tache noire 0+,
(entier) Mené émeraude 0+
- **OISEAUX** : Grand héron, Balbuzard, Sterne pierregarin,
(oeufs, foie, Guifette noire, Guillemot à miroir
sang, plumes)
- **AUTRES** : Macrophytes, Périphyton, Gastéropodes,
Amphipodes, Tortue serpentine, "Necturus"
- Suivi d'un **NOMBRE RESTREINT** d'espèces pour consommation
(chairs) et tendances temporelles (foie ou entier)

**BIOACCUMULATION DE CERTAINS CONTAMINANTS DANS DES POISSONS
DU LAC SAINT-PIERRE EN 1986 (concentrations moyennes)**

	CHAIRS n = 64	ENTIERS n = 19	JUVÉNILES n = 83	CRITÈRES DE QUALITÉ
MERCURE (mg / kg)	0,27	0,23	0,05	0,5
PCB total (µg / kg)	58	1 030	140	2 000
HEXACHLOROBENZÈNE (µg / kg)	1,0	ND	1,6	100
pp' - DDE (µg / kg)	4,7	74,2	8,0	5 000 (total)
MIREX (µg / kg)	2,8	7,0	ND	100
LIPIDES (%)	0,9	2,4	3,4	—

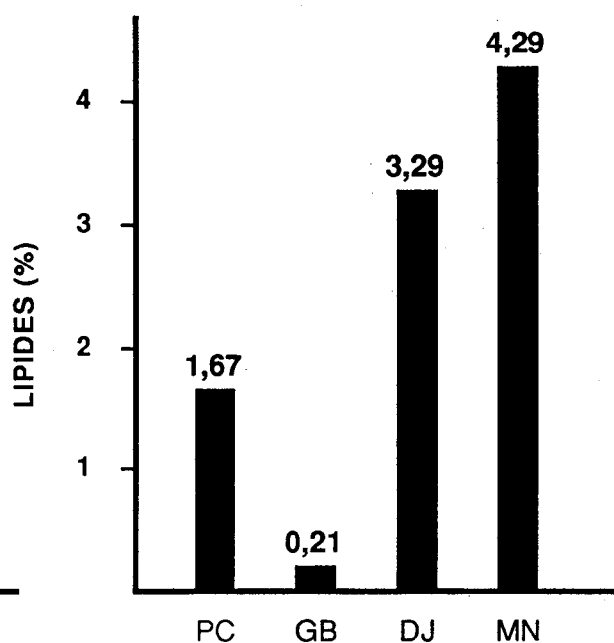
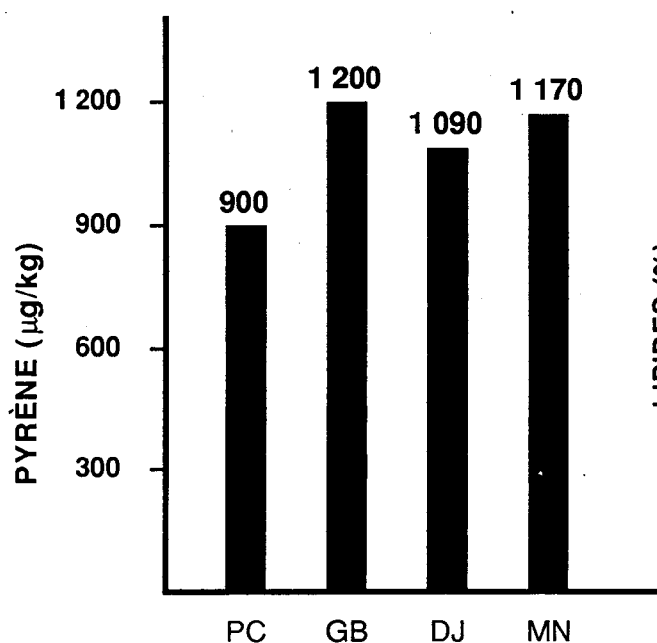
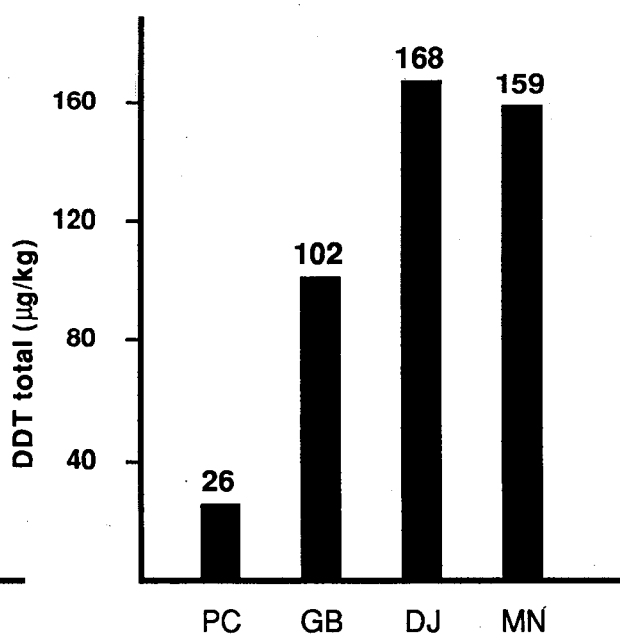
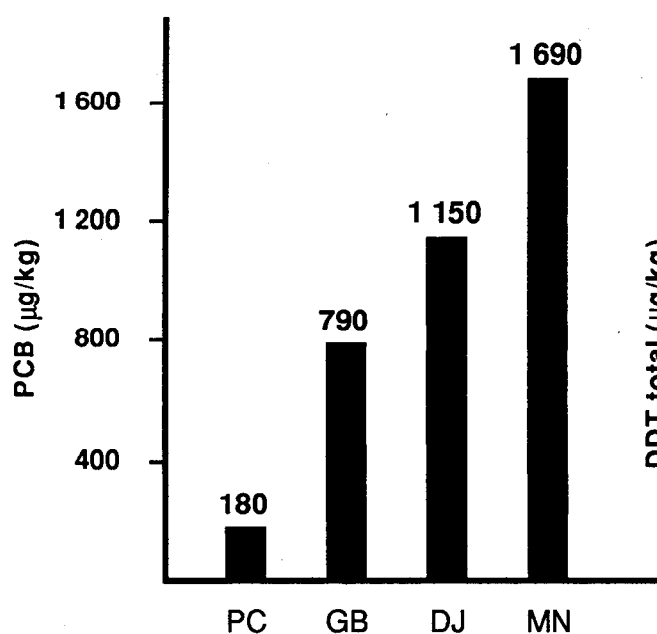


**CONCENTRATIONS MOYENNES DE PCB, DDT TOTAL
ET MERCURE DANS LES CHAIRS DE POISSONS
PAR ESPÈCE ET PAR CLASSE**

**Concentrations moyennes de PCB, DDT total,
Pyrène et % de lipides dans les différentes
espèces de poissons entiers**

PC : Poisson castor
GB : Grand brochet

DJ: Doré jaune
MN: Meunier noir



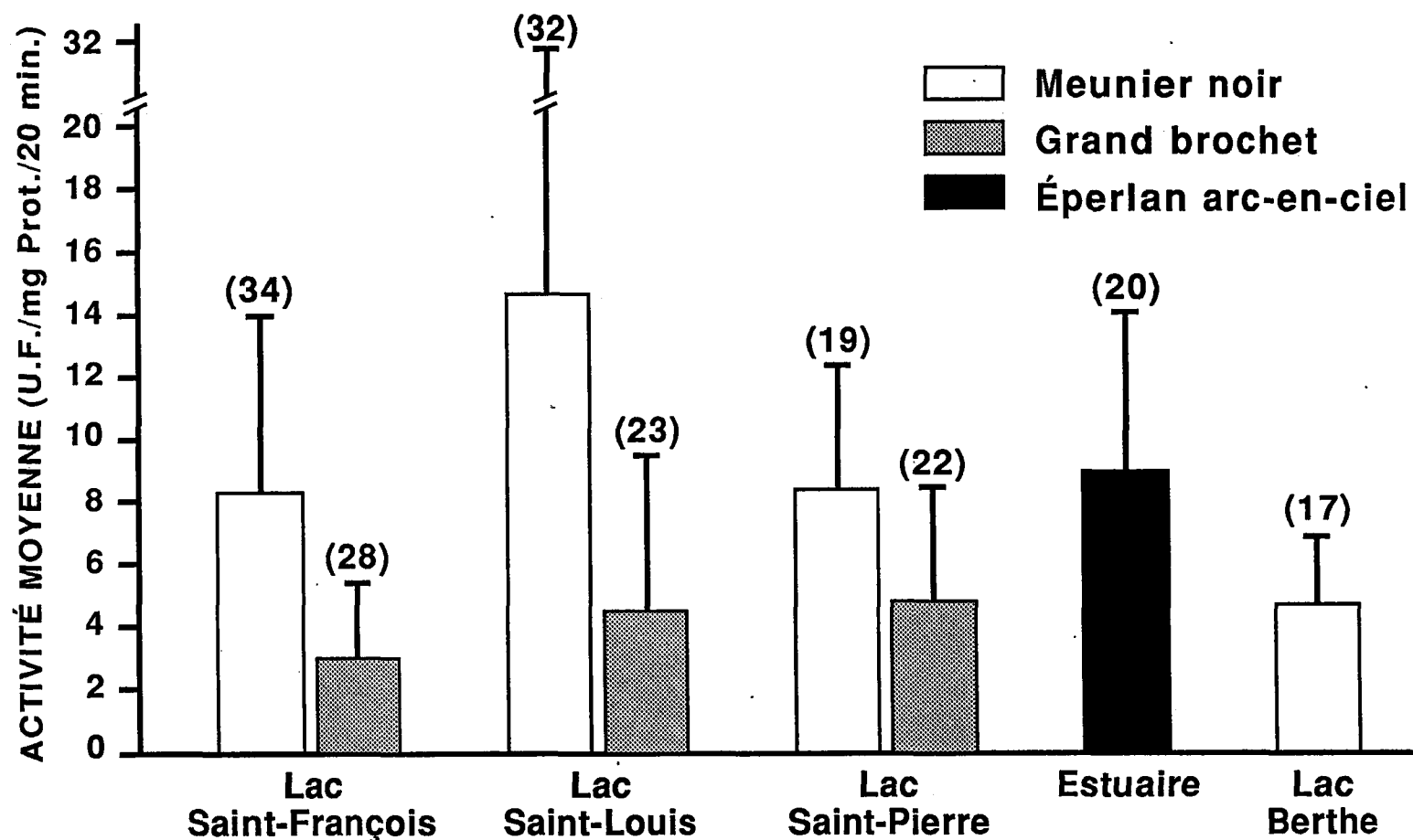
CONCENTRATIONS MOYENNES DES CONTAMINANTS DANS LES ORGANES DE LOTTES (POIDS FRAIS)

PARAMÈTRES	ORGANES DE LOTTES			
	CHAIRS n = 3	GONADES n = 2	OEUFS n = 2	FOIES n = 3
<u>MÉTAUX</u> (mg / kg)				
• arsenic	2,08	1,47	0,69	1,39
• selenium	0,39	0,82	1,39	1,26
• mercure	0,36	0,12	0,09	0,06
• cadmium	ND	ND	ND	ND
• plomb	ND	0,37	0,32	0,29
<u>PCB TOTAL</u> (µg / kg)	193	110	1 885	10 683
<u>PESTICIDES ORGANOCHLORÉS</u> (µg / kg)				
• hexachlorobenzène	ND	ND	8	27
• pp' - DDT	ND	ND	16	156
• pp' - DDD	5	ND	23	217
• pp' - DDE	6	5	135	581
• mirex	ND	ND	11	54
<u>CHLOROBENZÈNES</u> (mg /kg)				
• trichlorobenzène (1, 2, 4)	ND	8	ND	16
<u>LIPIDES</u> (%)	0,42	0,71	4,94	29,4

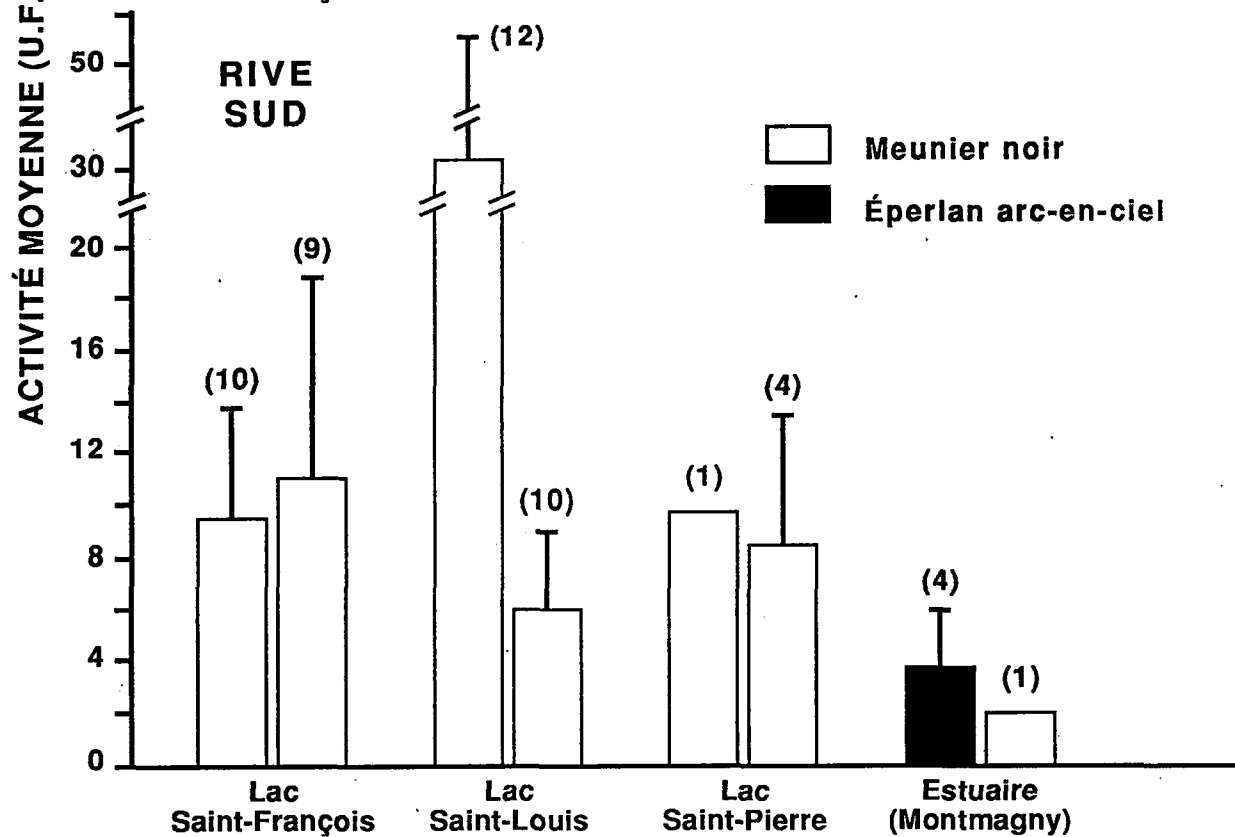
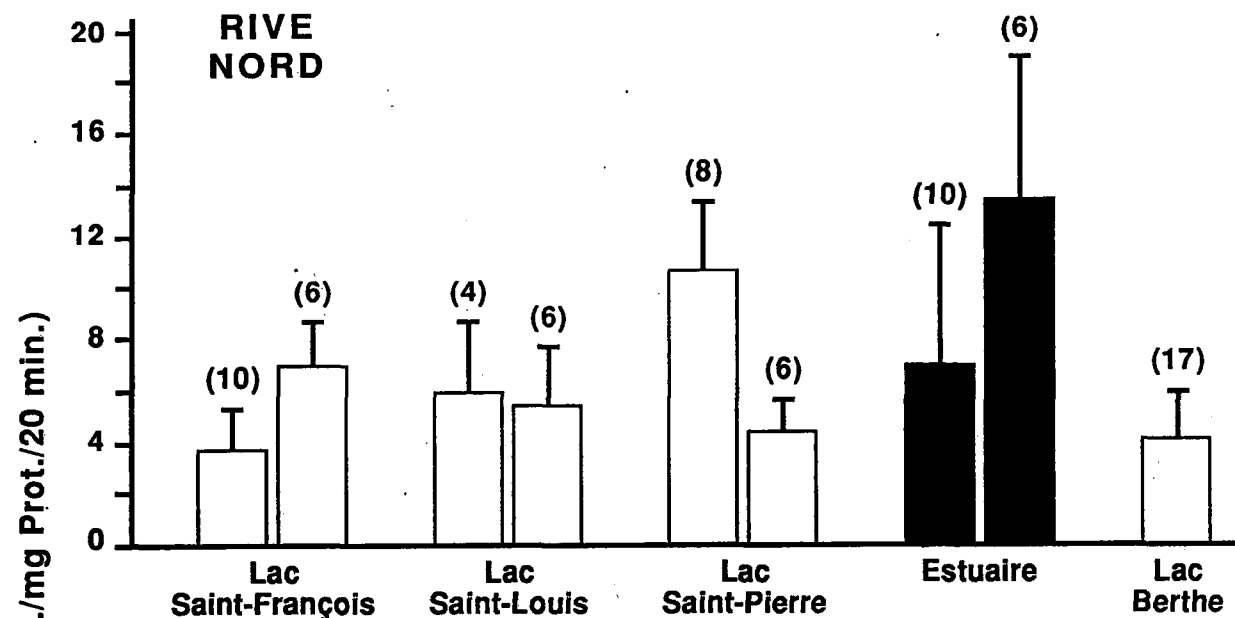
INDICATEURS BIOCHIMIQUES

- **Évaluation des effets sous-létaux des substances toxiques sur les organismes**
- **Dosages dans les FOIES de poissons :**
 - **Meunier noir, Grand brochet, Barbotte brune, Perchaude, Éperlan arc-en-ciel et Poulamon atlantique**
- **Activité des OXIDASES À FONCTIONS MULTIPLES (ARYL HYDROCARBON HYDROXYLASE)**
 - **Réponse des organismes aux substances ORGANIQUES**
- **Concentration de MÉTALLOTHIONÉINE :**
 - **Réponse des organismes aux métaux**
- **1989 : Lacs Saint-François, Saint-Louis, Saint-Pierre et estuaire moyen**

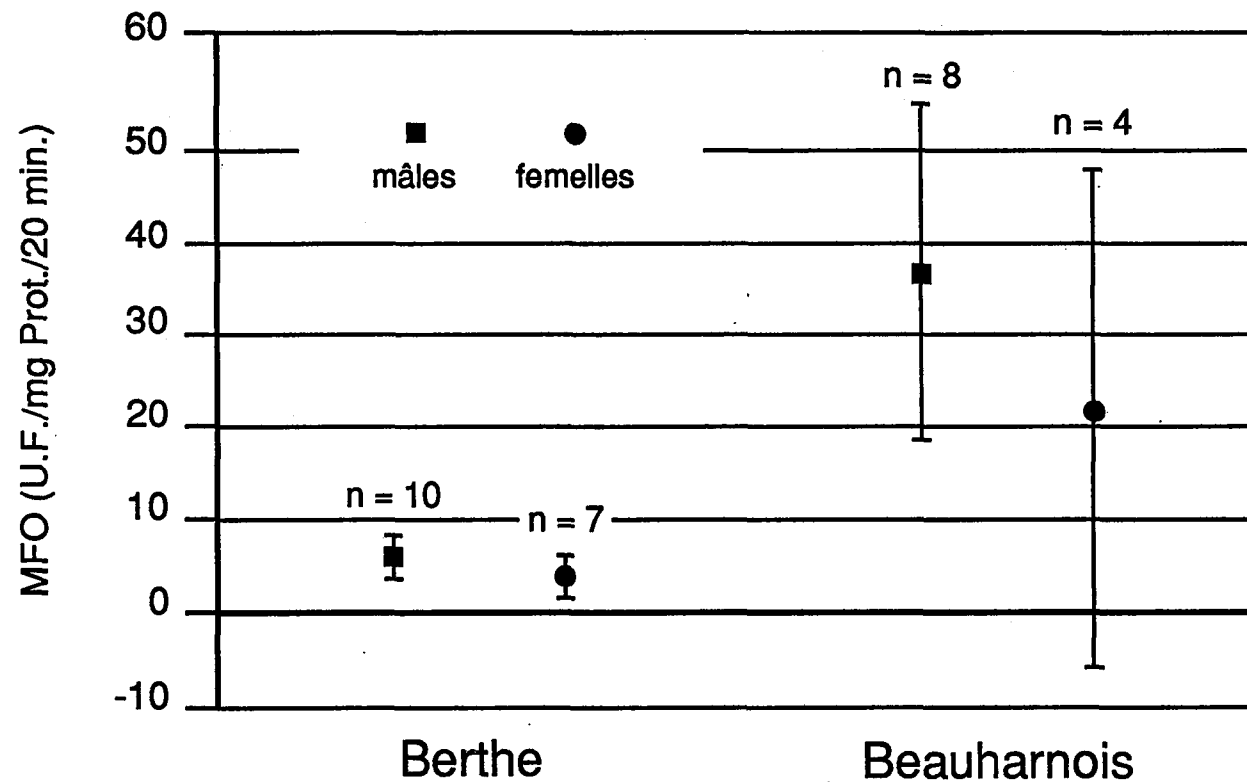
**Activité moyenne des MFO (AHH)
chez le MEUNIER NOIR, le GRAND BROCHET et
l'ÉPERLAN ARC-EN-CIEL dans chaque tronçon du fleuve (n)**



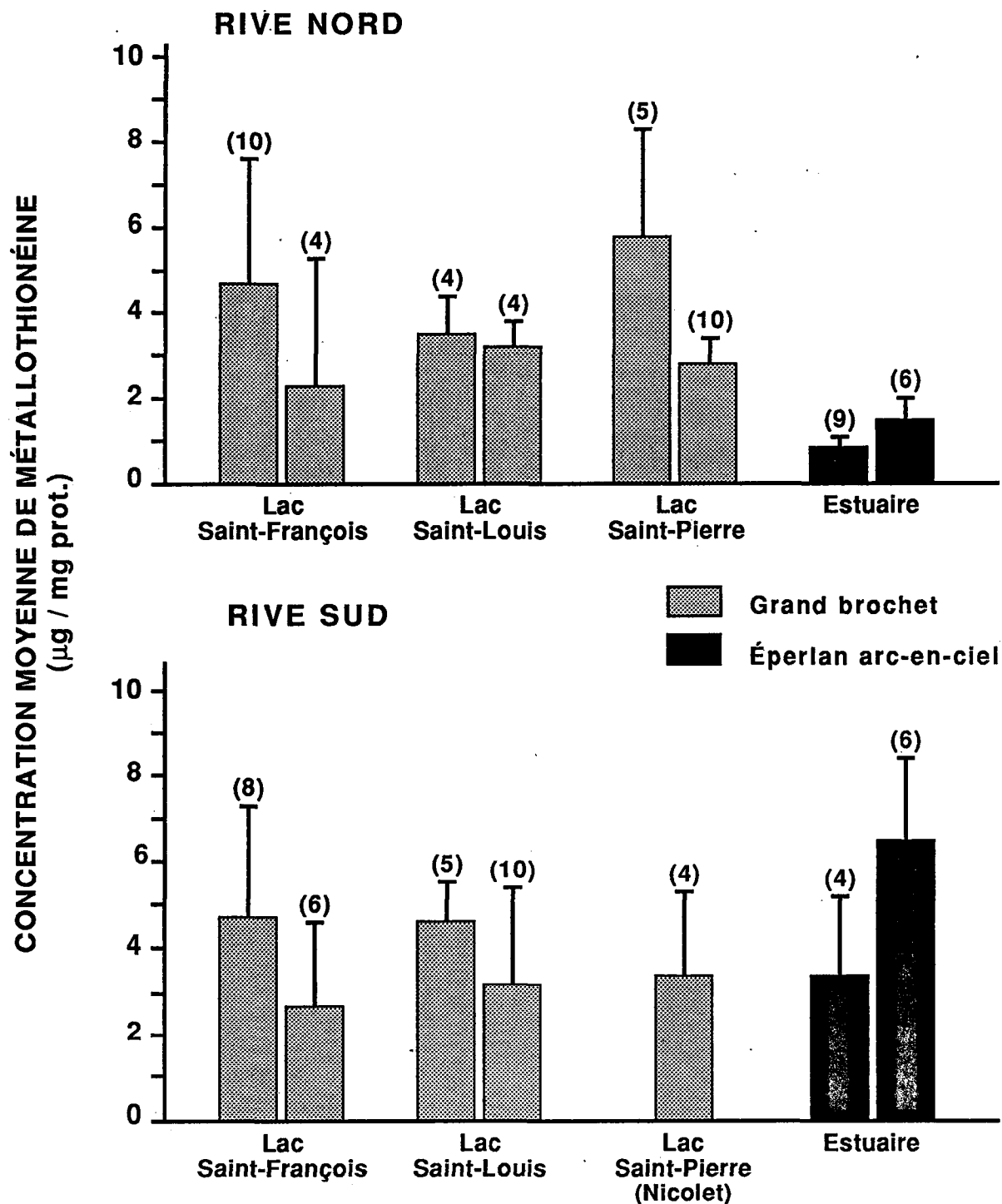
Activité moyenne des MFO (AHH) chez le MEUNIER NOIR ET L'ÉPERLAN ARC-EN-CIEL (n)



Activité des MFO (AHH) selon les SEXES chez le MEUNIER NOIR



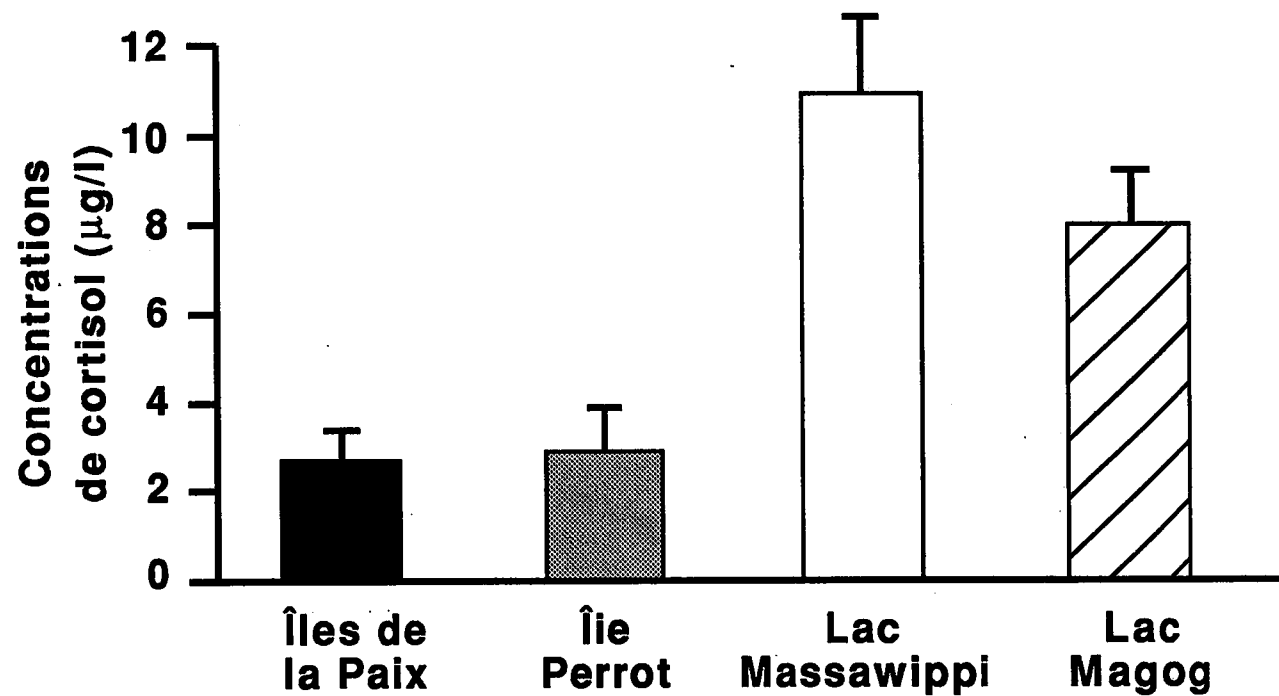
Concentration moyenne de MÉTALLOTHIONÉINE chez le GRAND BROCHET et l'ÉPERLAN ARC-EN-CIEL (n)



INDICATEURS ENDOCRINIENS

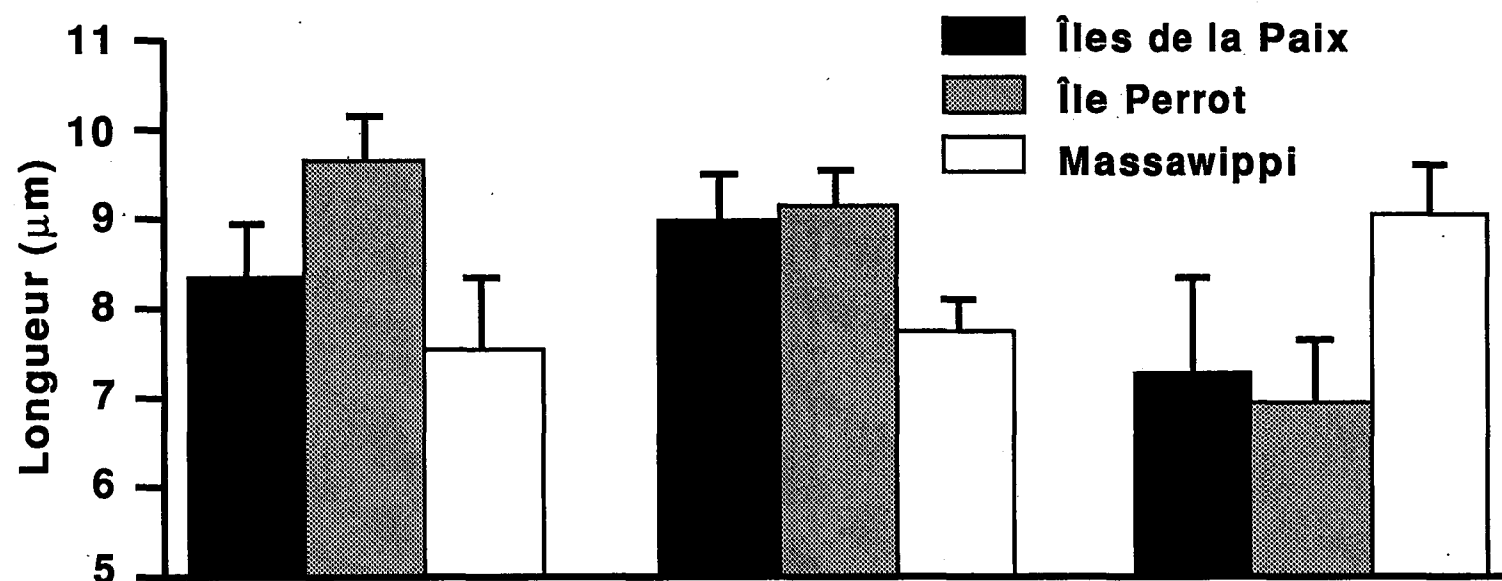
- **Étude-pilote au lac SAINT-LOUIS en 1990**
- **PERCHAUDE et GRAND BROCHET**
- **Mesures morphométriques des cellules de l'HYPOPHYSE et de l'UROPHYSE**
- **Dosages de CORTISOL dans le sérum**
- **Sites témoins aux lacs Massawippi et Magog**
- **Différences SIGNIFICATIVES entre les stations pour CORTISOL et cellules de l'HYPOPHYSE**

**Concentrations moyennes de CORTISOL
dans le sérum des PERCHAUDES
(n = 15 à 19)**



Massawippi, Magog > Perrot, Paix; p < 0.05

**Longueur moyenne des cellules glandulaires de
l'HYPOPHYSE des PERCHAUDS
(n = 15 à 19)**



Gonadotropes

Somatotropes

Thyroïdotropes

Gonadotropes : Perrot > Paix > Massawippi; p < 0.05

Somatotropes : Perrot > Paix > Massawippi; p < 0.05

Thyroïdotropes : Massawippi > Paix > Perrot; p < 0.05

INDICATEURS PATHOLOGIQUES

INCIDENCE DE TUMEURS

- FLEUVE SAINT-LAURENT (1989) : 1,6 % (10 / 645)
 - DORÉ JAUNE : fibrome dermal (4)
 - MEUNIER NOIR : papillome labial (6)
nageoire anale (1)
- TRIBUTAIRES DU SAINT-LAURENT :
 - SAINT-FRANÇOIS (1990) : 20,3 % (30 / 167)
Meunier noir
 - BÉCANCOUR (1990) : 26,5 % (13 / 49)
Meunier noir et Doré jaune
 - L'ASSOMPTION : INCIDENCE ÉLEVÉE observée,
peu documentée
 - MALFORMATIONS (Esturgeons)
- TUMEURS INTERNES (Foie) : les examens ont débuté en 1989,
à documenter davantage
- PRÉSENCE DE PARASITES : à considérer (estuaire)

INDICATEURS PATHOLOGIQUES

HISTOLOGIE DES BRANCHIES

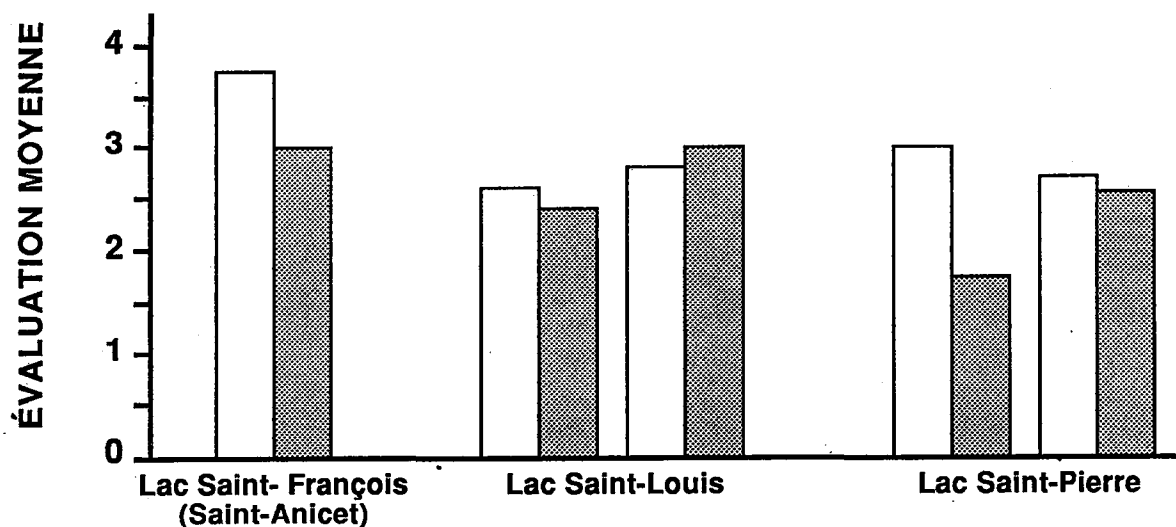
- Épaisseur et morphologie des LAMELLES
- HYPERPLASIE apicale et basale
- Présence de cellules à MUCUS et à CHLORURES
- FUSION des lamelles

HISTOLOGIE DU FOIE

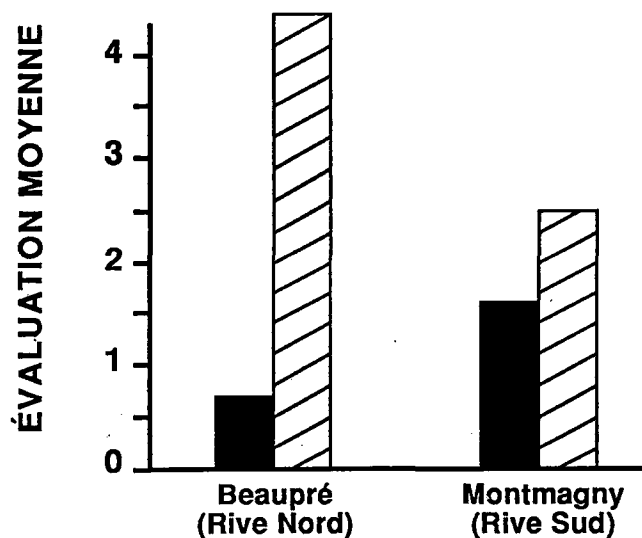
- HYPERTROPHIE ou SÉPARATION des cellules
- Présence de VACUOLES ou de GRANULES basophiles
- Dilatation SINUSOÏDALE
- Présence de centres MÉLANO - MACROPHAGES (structures apparentées)

Évaluation semi-quantitative (classes 0 à 5) des paramètres histologiques des BRANCHIES

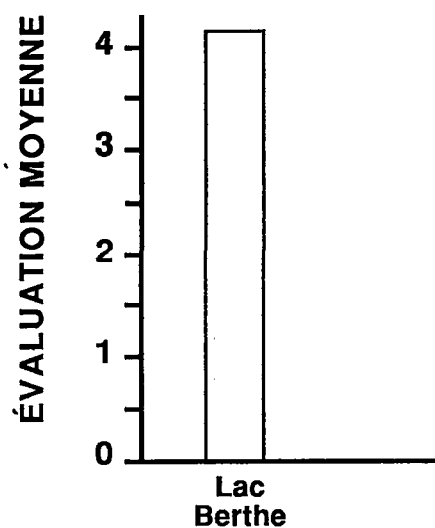
SECTION FLUVIALE (RIVE SUD)



ESTUAIRE



LAC BERTHE

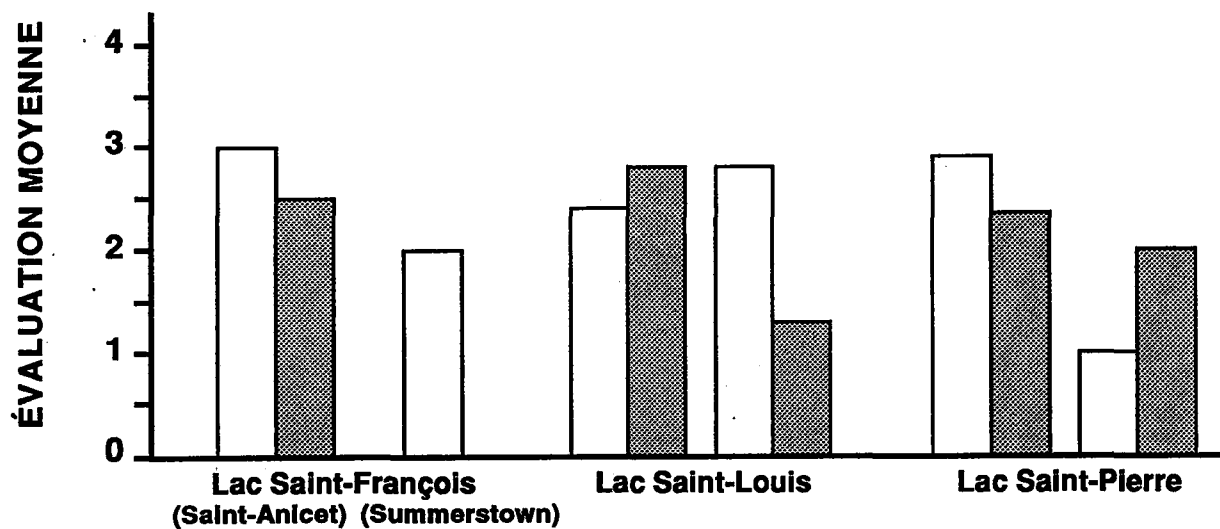


 Poulamon atlantique
 Éperlan arc-en-ciel

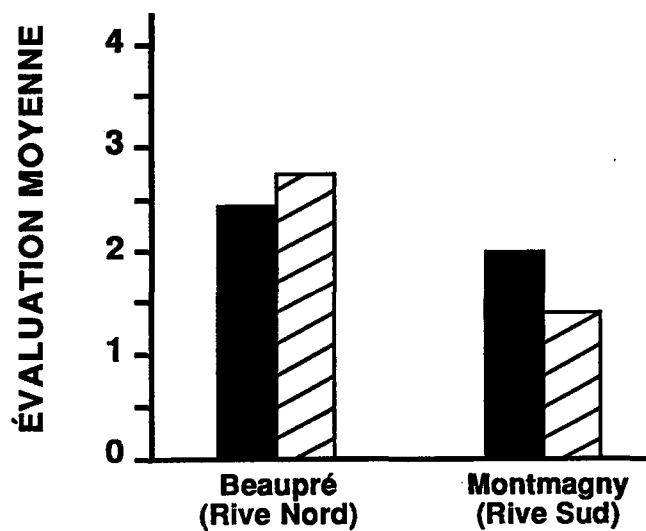
 Meunier noir
 Grand brochet

Évaluation semi-quantitative (classes 0 à 5) des paramètres histologiques du FOIE

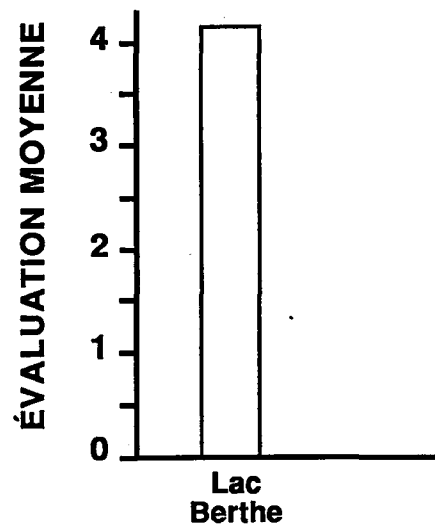
SECTION FLUVIALE (RIVE SUD)



ESTUAIRE



LAC BERTHE



INDICATEURS ÉCOLOGIQUES

COMMUNAUTÉS DE POISSONS (1989)

- **Lacs SAINT-FRANÇOIS et SAINT-PIERRE**
- **ÉCHANTILLONNAGE INTENSIF à chaque site :**
 - filet maillant, seine (jour et nuit), verveux, pêche électrique
- **STRUCTURE et DIVERSITÉ des communautés littorales**
- **Indices biotiques :**
 - **INDICE D'INTÉGRITÉ BIOTIQUE (IBI)**
 - **Indice "WELL BEING"**

COMMUNAUTÉS BENTHIQUES (1989)

- **Lac Saint-François**
- **Échantillonnage STRATIFIÉ :**
 - granulométrie, végétation, contamination (Hg et PCB)
- **STRUCTURE et DIVERSITÉ des communautés**
- **Indices biotiques :**
 - **INDICE DES COMMUNAUTÉS D'INVERTÉBRÉS (ICI)**

INDICE D'INTÉGRITÉ BIOTIQUE (Karr et al. 1986)
PARAMÈTRES CONSIDÉRÉS POUR LE CALCUL DE L'IBI

Richesse et Composition spécifique

1. Nombre total d'espèces
2. Nombre d'espèces de Dards
3. Nombre d'espèces de Crapets
4. Nombre d'espèces de Meuniers et Suceurs
5. Nombre d'espèces intolérantes
6. Proportion des spécimens tolérants

Composition trophique

7. Proportion des spécimens omnivores
8. Proportion des individus insectivores
9. Proportion des individus piscivores

Abondance et condition du poisson

10. Nombre total d'individus
11. Proportion d'individus hybrides
12. Proportion d'individus avec tumeurs ou anomalies

VALEURS de 1, 3 ou 5 (total 0 à 60)
6 classes: AUCUN POISSON à EXCELLENT

INDICE D'INTÉGRITÉ BIOTIQUE (IBI)

- **Utilisé dans 21 ÉTATS AMÉRICAINS, en ONTARIO et commence au Québec**
- **OHIO-EPA : plus de 3 000 SITES échantillonnés ou 15 000 km de cours d'eau**
- **EFFORT D'ÉCHANTILLONNAGE STANDARDISÉ et orienté vers la capture de toutes les espèces présentes (petits et gros)**
- **PÊCHE ÉLECTRIQUE : effort standardisé par unité de distance (500 m) et de temps (1 500 sec.)**
- **ADAPTATIONS selon les régions et les cours d'eau (petits vs gros)**
- **Niveaux de référence selon ÉCO-RÉGIONS**

IBI et indices écologiques mesurés au lac Saint-François et au lac Saint-Pierre (1989)

Lac Saint-François				
Rive nord		Rive sud		
Summerstown	Valleyfield	Saint-Anicet	Sainte-Barbe	
• IBI	44	38	46	50
• Indice de Wellbeing modifié (Gammon)	12,728	12,807	13,353	11,206
• Diversité de Shannon (log)	0,885	0,873	1,063	0,239
• Régularité	0,670	0,683	0,770	0,173

Lac Saint-Pierre				
Rive nord		Rive sud		
Saint-Barthélémy	Yamachiche	Sorel	Nicolet	
• IBI	46	42	48	42
• Indice de Wellbeing modifié (Gammon)	13,118	12,993	12,089	13,574
• Diversité de Shannon (log)	0,957	1,030	0,832	1,046
• Régularité	0,630	0,712	0,543	0,723

B. Travaux en 1990

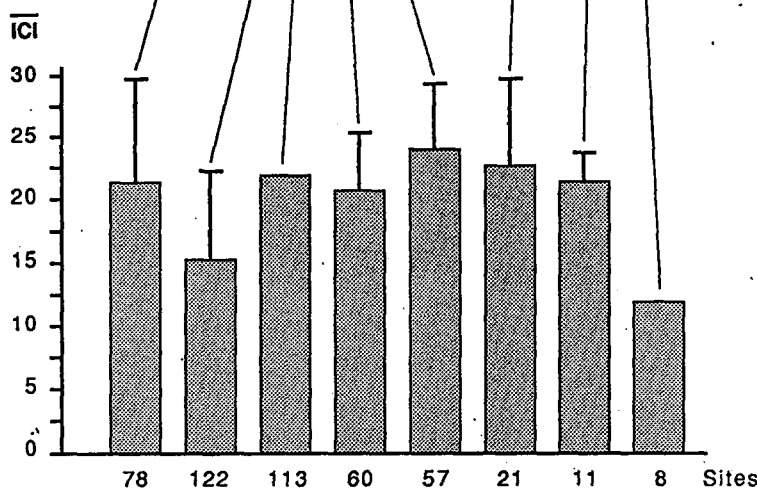
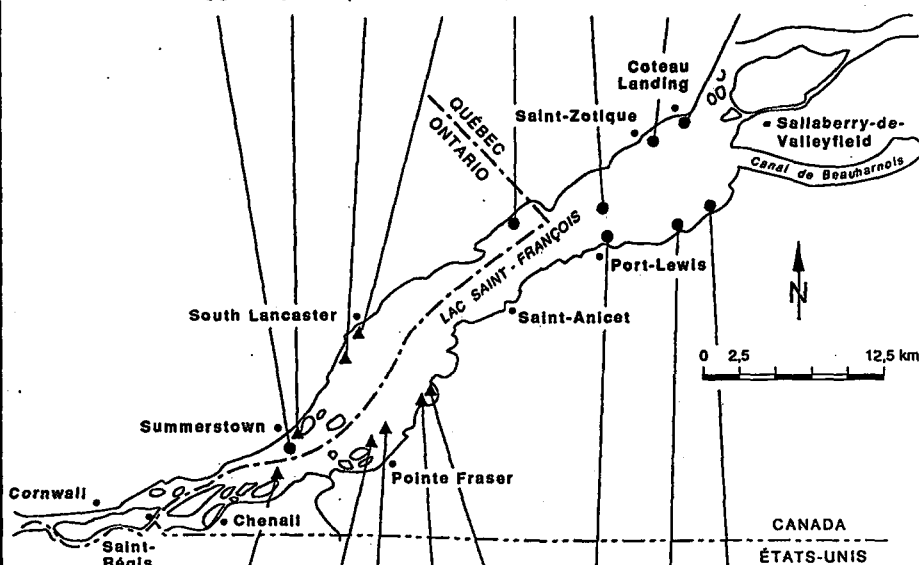
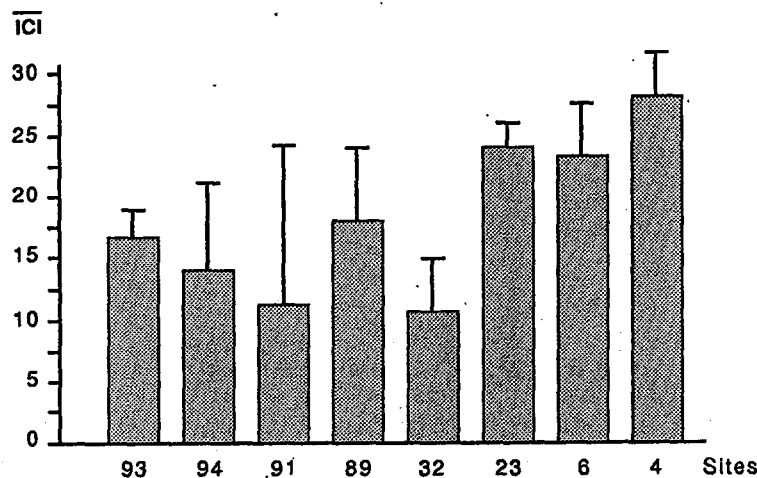
ADAPTATION, CALIBRATION ET VALIDATION

- Documenter le rôle de certaines espèces dans le fleuve
(Programme ZIP: revue des thèses de Maîtrise, revue des études)
- Dégager la structure des communautés
(ex. proportions des prédateurs)
- Définition de la notion de tolérance et d'intolérance adaptée au fleuve Saint-Laurent

DONNÉES HISTORIQUES

- Données du MLCP récoltées dans les années 1970
- Couvrent l'ensemble du fleuve, du lac Saint-François à l'aval de Trois-Rivières
- 2305 stations de pêche au filet maillant et à la seine
(14 fichiers représentant 25 secteurs du fleuve délimités empiriquement:
92 obs./secteur)
- Répartition systématique à tous les 0.3 km (stations de pêche à la seine) ou 0.6 km (pour les stations de pêche au filet), et où jusqu'à 8 filets ont été posés sur des transects perpendiculaires aux rives dans les sections les plus larges du fleuve

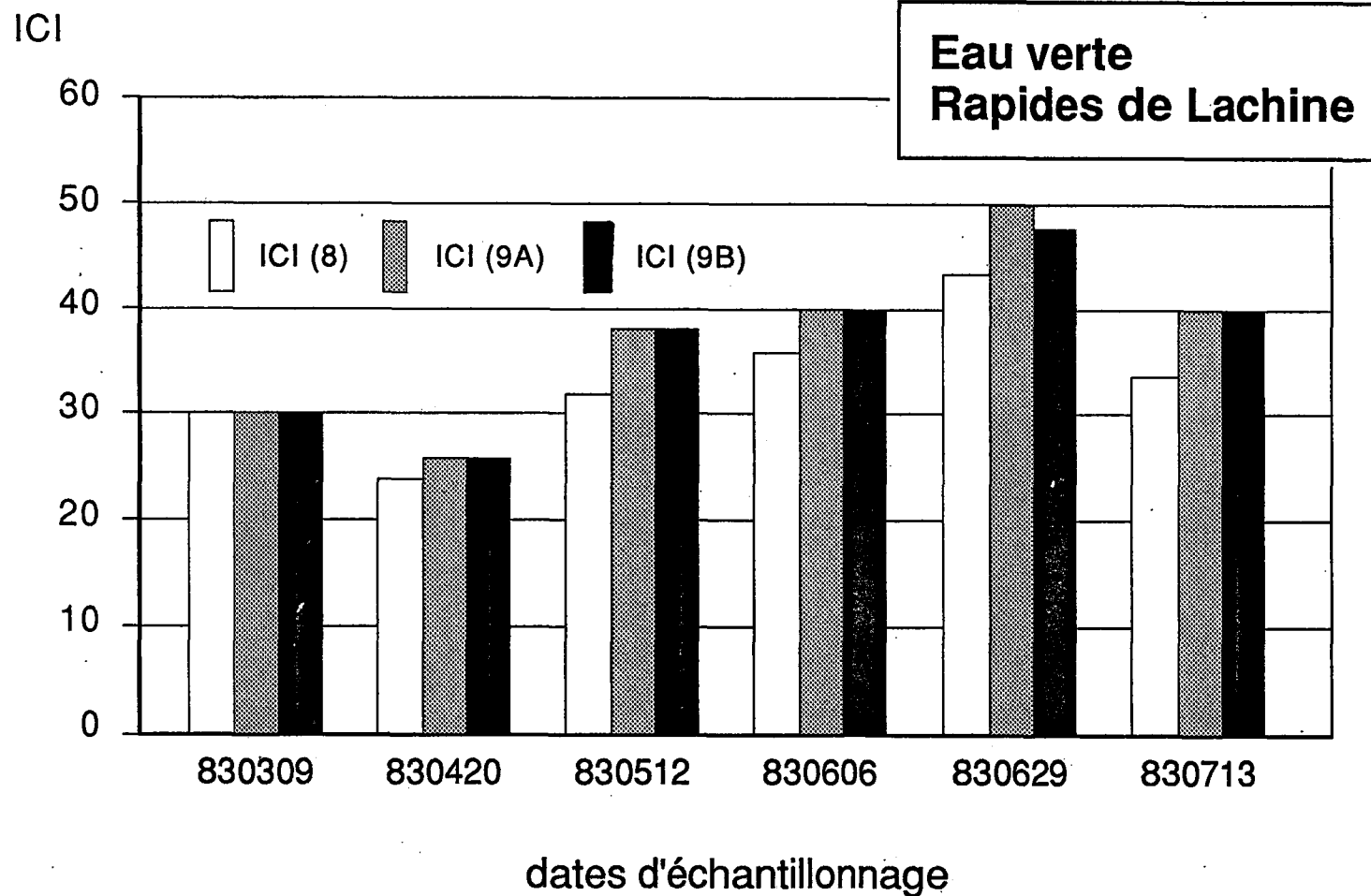
COMMUNAUTÉ DES INVERTÉBRÉS DU LAC SAINT-FRANÇOIS VARIATION SPATIALE DE L'INDICE DE COMMUNAUTÉ DES INVERTÉBRÉS ($\overline{ICI}$)



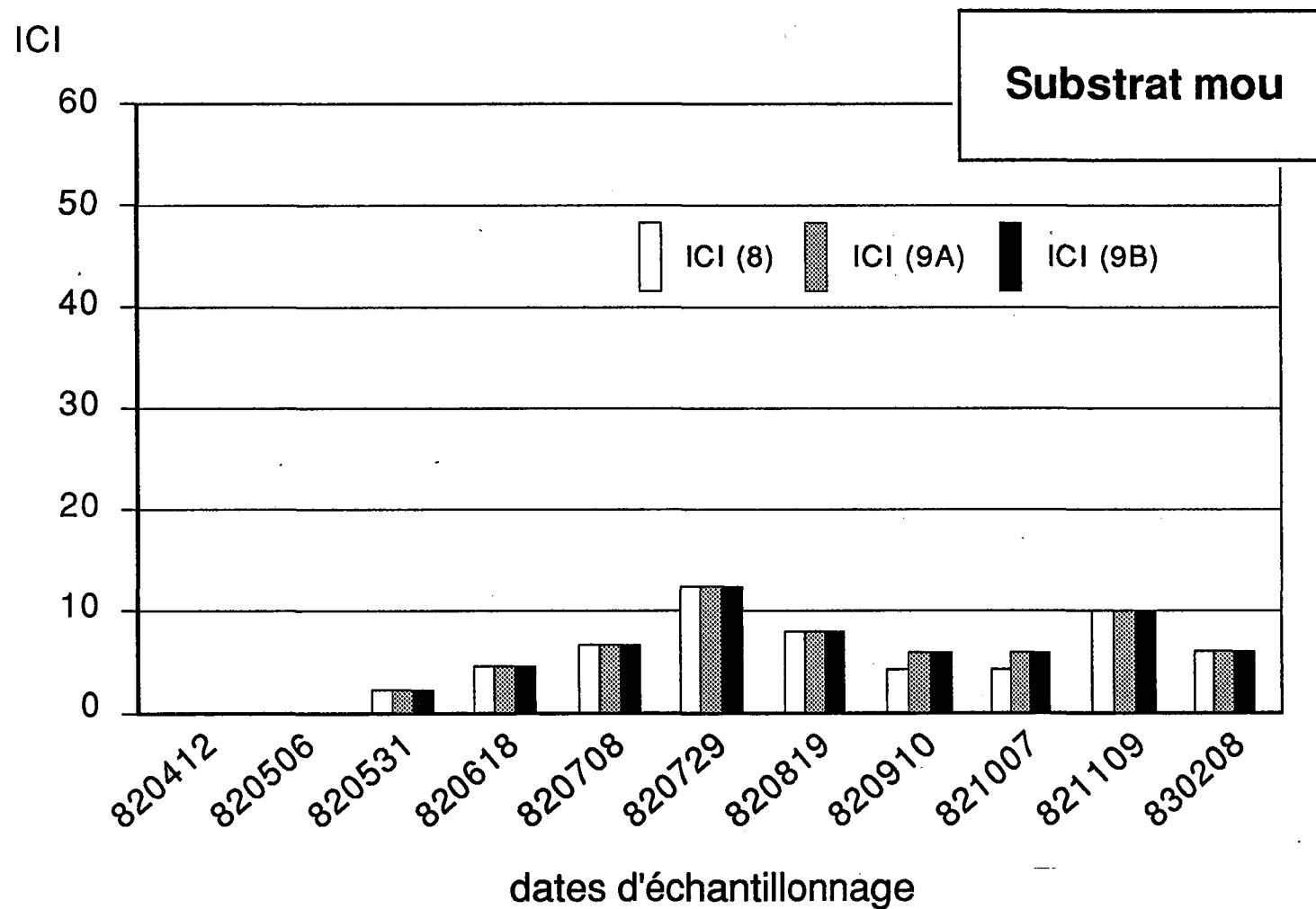
**Valeurs-seuil et cotes correspondantes
des métriques composant l'ICI déterminés à partir des
données de benthos du projet Archipel (MLCP, 1983)**

Métriques	cote de la métrique			
	0	2	4	6
M1 Nombre total de taxons	$N < 17$	$17 \leq N < 24$	$24 \leq N < 33$	$N \geq 33$
M2 Nombre de taxons - Éphémères	$N = 0$	$N = 1$	$N = 2$	$N > 3$
M3 Nombre de taxons - Trichoptères	$N = 0$	$N = 1$	$N = 2$	$N > 3$
M4 Nombre de taxons - Diptères	$N = 0 \text{ ou } 1$	$N = 2 \text{ ou } 3$	$N = 4 \text{ à } 7$	$N \geq 8$
M5 Pourcentage d'individus - Éphémères	$\% < 1$	$1 \leq \% < 3$	$3 \leq \% < 4$	$\% \geq 4$
M6 Pourcentage d'individus - Trichoptères	$\% < 1$	$1 \leq \% < 2$	$2 \leq \% < 4$	$\% \geq 4$
M7 Pourcentage d'individus - Tanytarsini	$\% < 1$	$1 \leq \% < 2$	$2 \leq \% < 3$	$\% \geq 3$
M8 Pourcentage d'individus - Diptères et autres Invertébrés non insectes	$\% \geq 91$	$88 \leq \% < 91$	$85 \leq \% < 88$	$\% < 85$
M9A Pourcentage d'individus - Organismes tolérants	$\% \geq 63$	$42 \leq \% < 63$	$22 \leq \% < 42$	$\% < 22$

Variations temporelles de l'ICI à la station 438



Variations temporelles de l'ICI à la station 611



CONCLUSION

- **À cause de l'HÉTÉROGÉNÉITÉ des habitats du Saint-Laurent, les INDICES BIOTIQUES tel IBI et ICI sont appropriés pour un SUIVI TEMPOREL davantage que SPATIAL de la qualité des écosystèmes.**
- **Les résultats PRÉLIMINAIRES obtenus avec les indicateurs biochimiques montrent une BONNE VARIABILITÉ et les RELATIONS avec la CONTAMINATION et les APPORTS TOXIQUES sont présentement à l'étude.**
- **Les résultats HISTOPATHOLOGIQUES suggèrent que les poissons sont soumis à un STRESS. À certaines stations, il y a de fortes incidences d'anomalies. Cependant, l'incidence des PATHOLOGIES est trop peu documentée dans le fleuve.**

