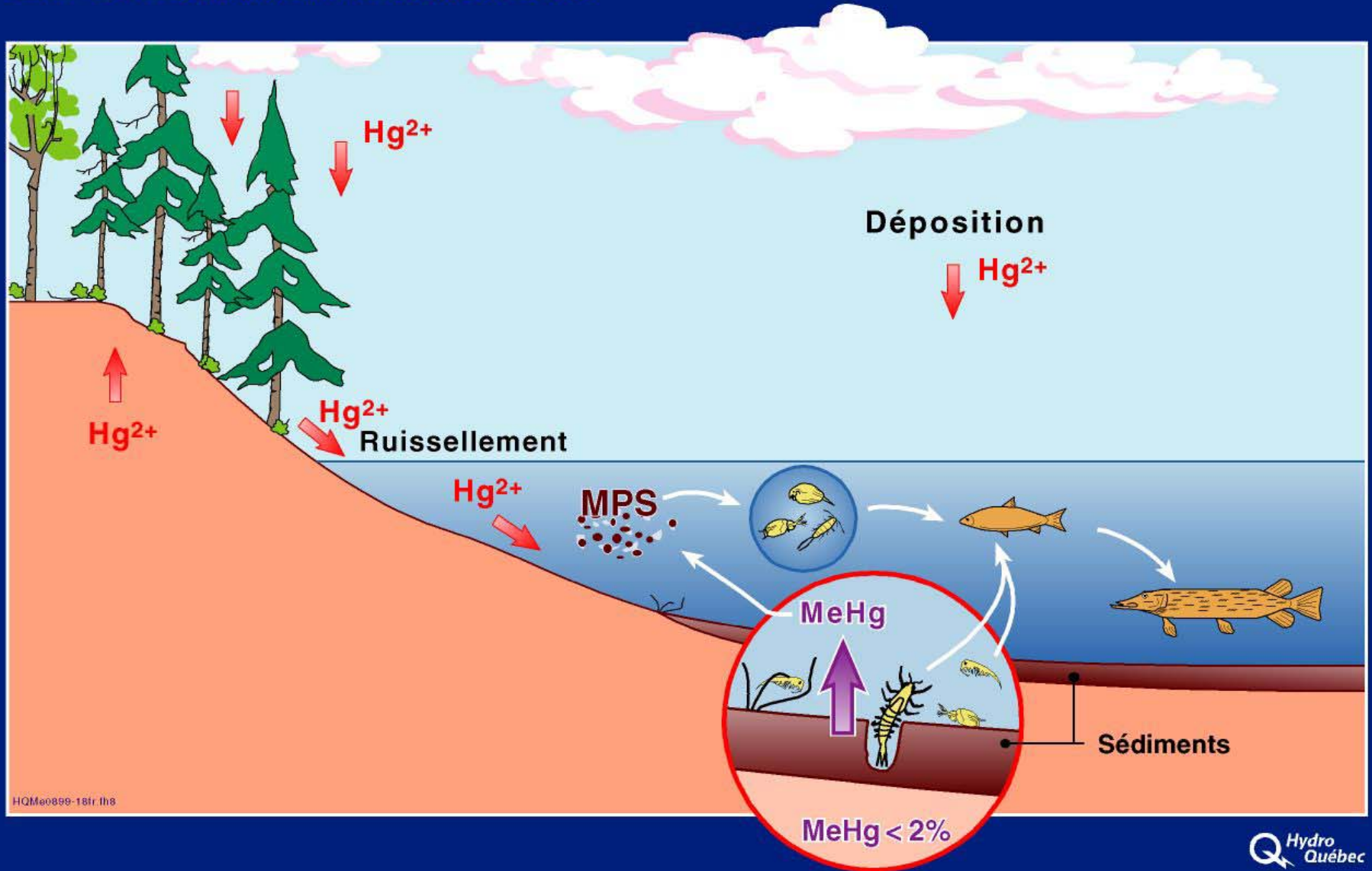


# *La problématique du mercure dans les poissons des réservoirs hydroélectriques*

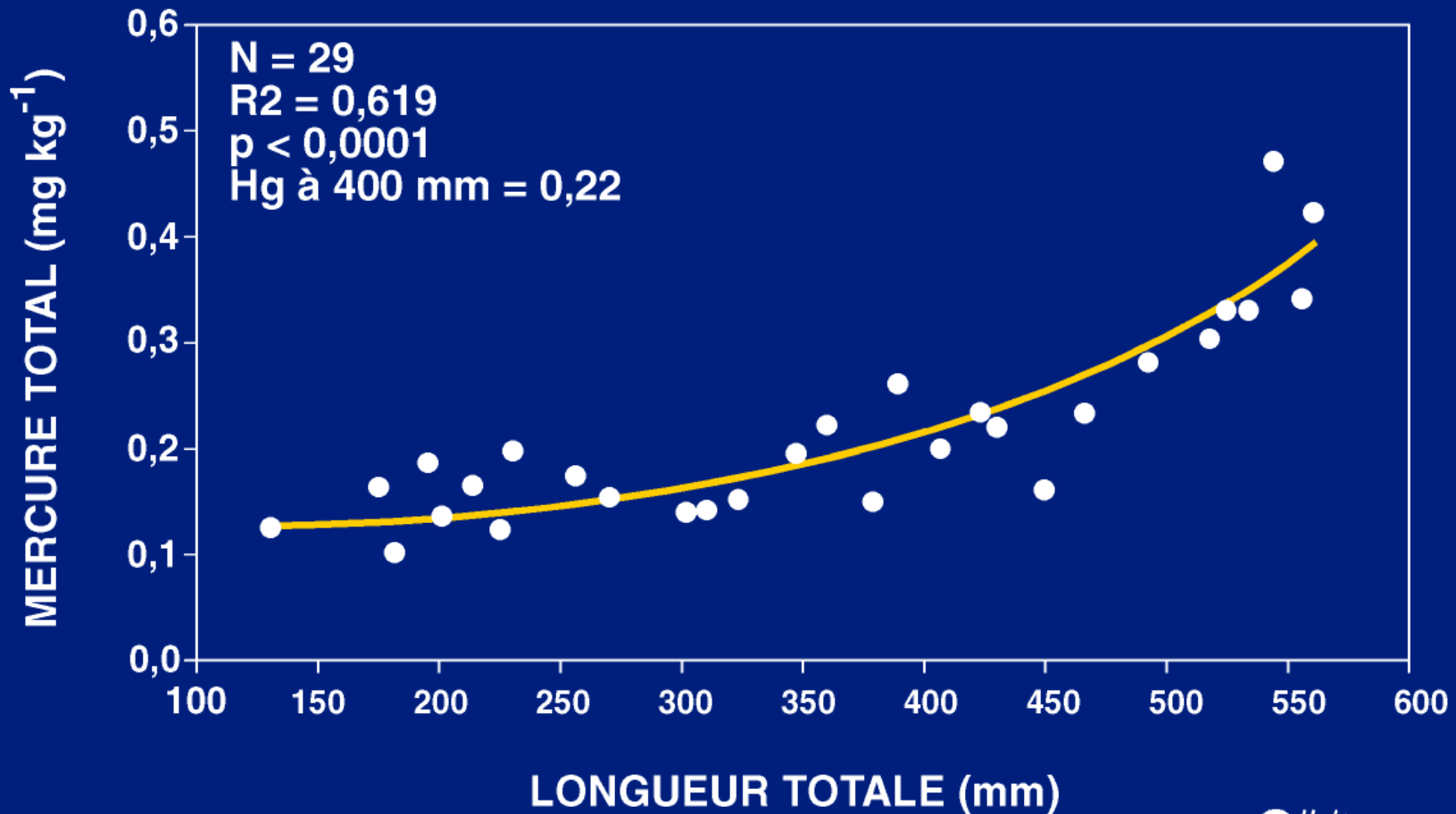


*Roger Schetagne*  
Unité Environnement  
Hydro-Québec - Production  
75, Boul. René-Lévesque Ouest, 10<sup>e</sup> étage,  
Montréal, Québec, Canada, H2Z 1A4.  
Courriel : [schetagne.roger@hydro.qc.ca](mailto:schetagne.roger@hydro.qc.ca)

# En conditions naturelles



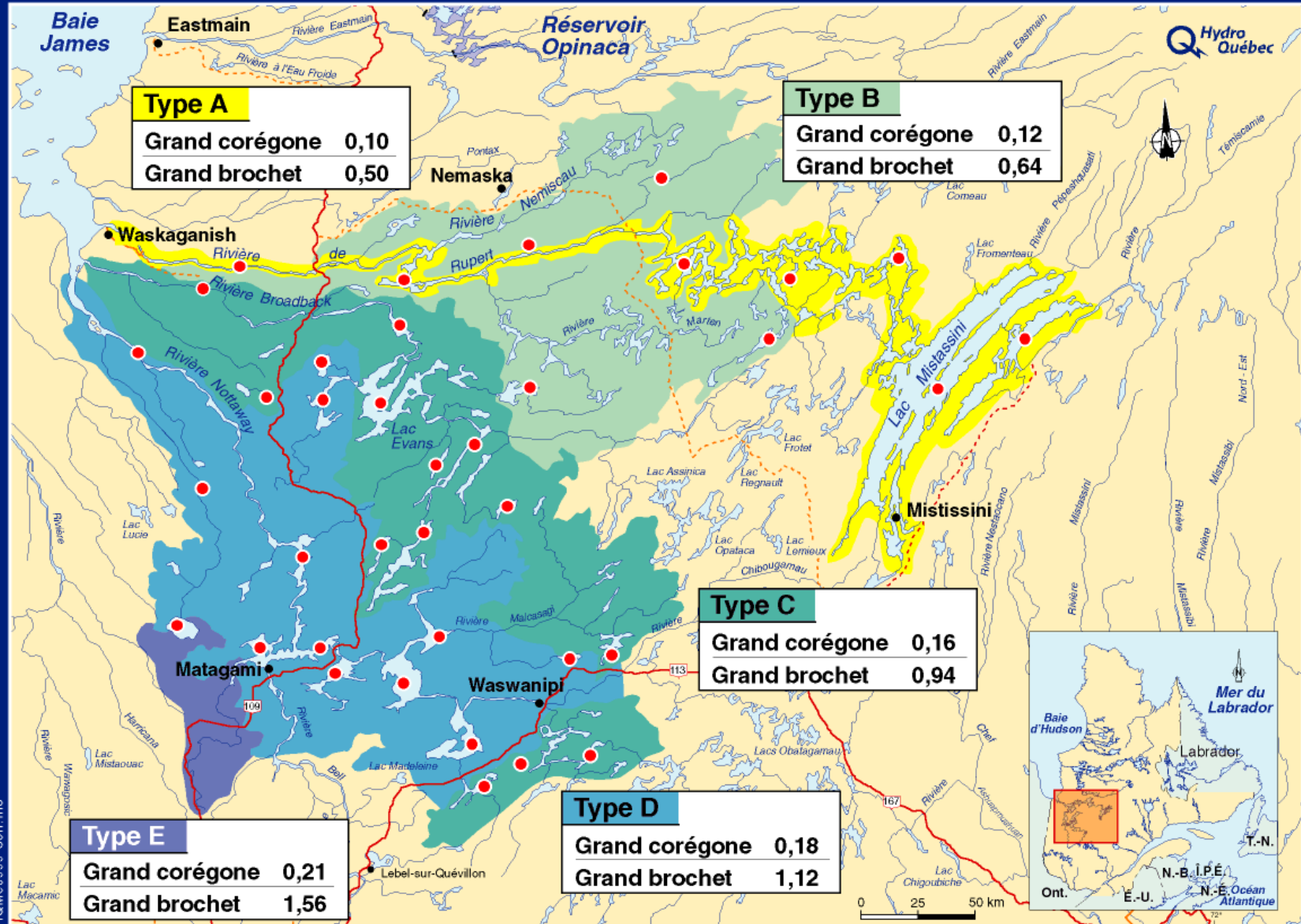
# RELATION TYPE ENTRE LA LONGUEUR ET LA TENEURS EN MERCURE TOTAL DANS LA CHAIR DU GRAND CORÉGONE AU COMPLEXE LA GRANDE



# *Concentrations moyennes de Hg dans les poissons de longueur standardisée capturés dans les lacs naturels du complexe La Grande*

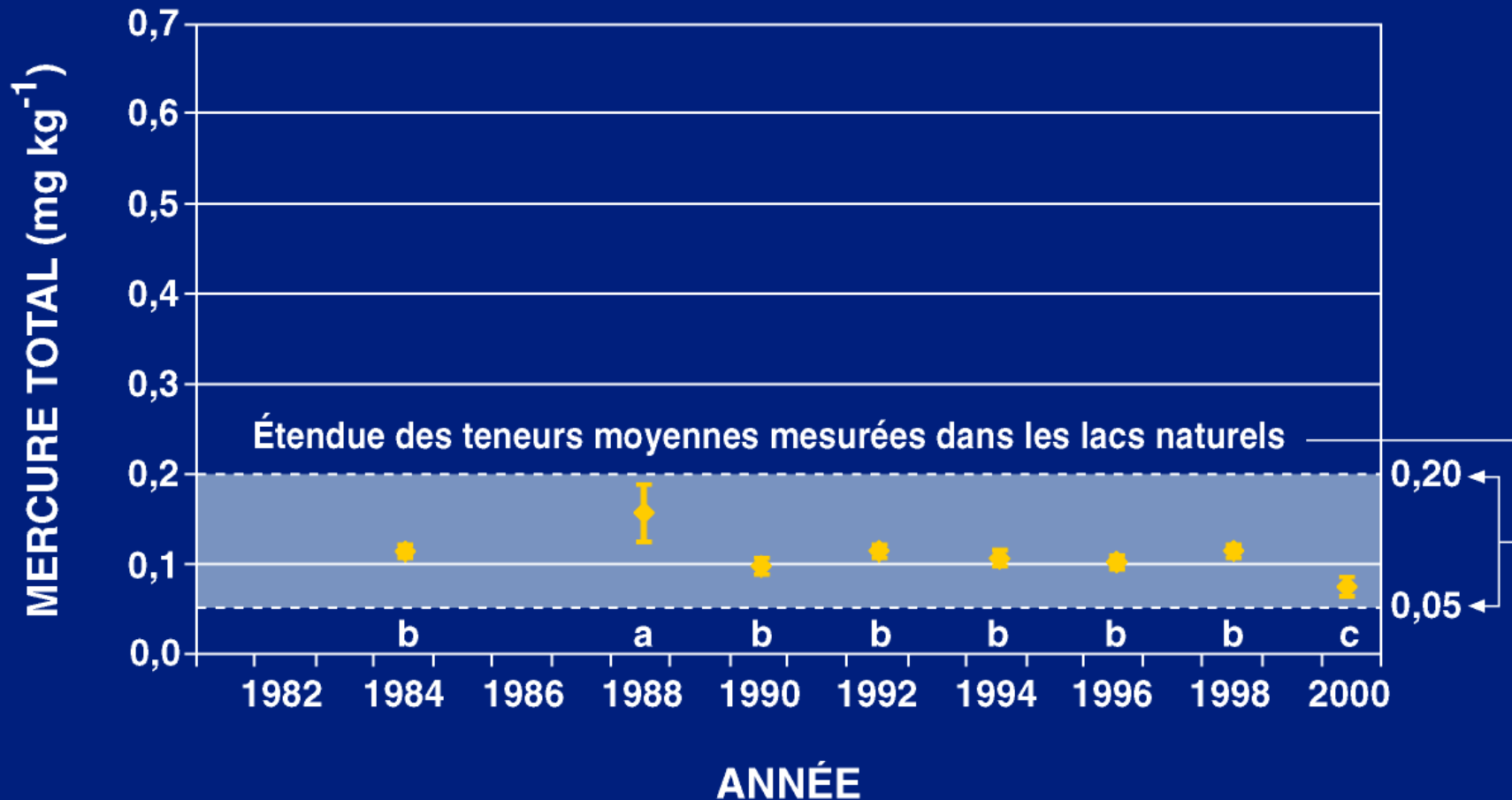
<b>Espèces</b>	<b>Secteur ouest</b>	<b>Secteur est</b>
<b>Grand corégone (400 mm)</b>	<b>0,11 (0,05 - 0,20)</b>	<b>0,17 (0,10 - 0,30)</b>
<b>Meunier rouge (400 mm)</b>	<b>0,12 (0,12 - 0,22)</b>	<b>0,12 (0,07 - 0,20)</b>
<b>Grand brochet (700 mm)</b>	<b>0,58 (0,30 - 0,93)</b>	<b>0,58 (0,36 - 0,92)</b>
<b>Doré (400 mm)</b>	<b>0,61 (0,30 - 1,02)</b>	
<b>Touladi (600 mm)</b>	<b>0,57 (0,23 - 0,89)</b>	<b>0,73 (0,52 - 0,91)</b>

# Teneurs en mercure des poissons en fonction de la qualité de l'eau



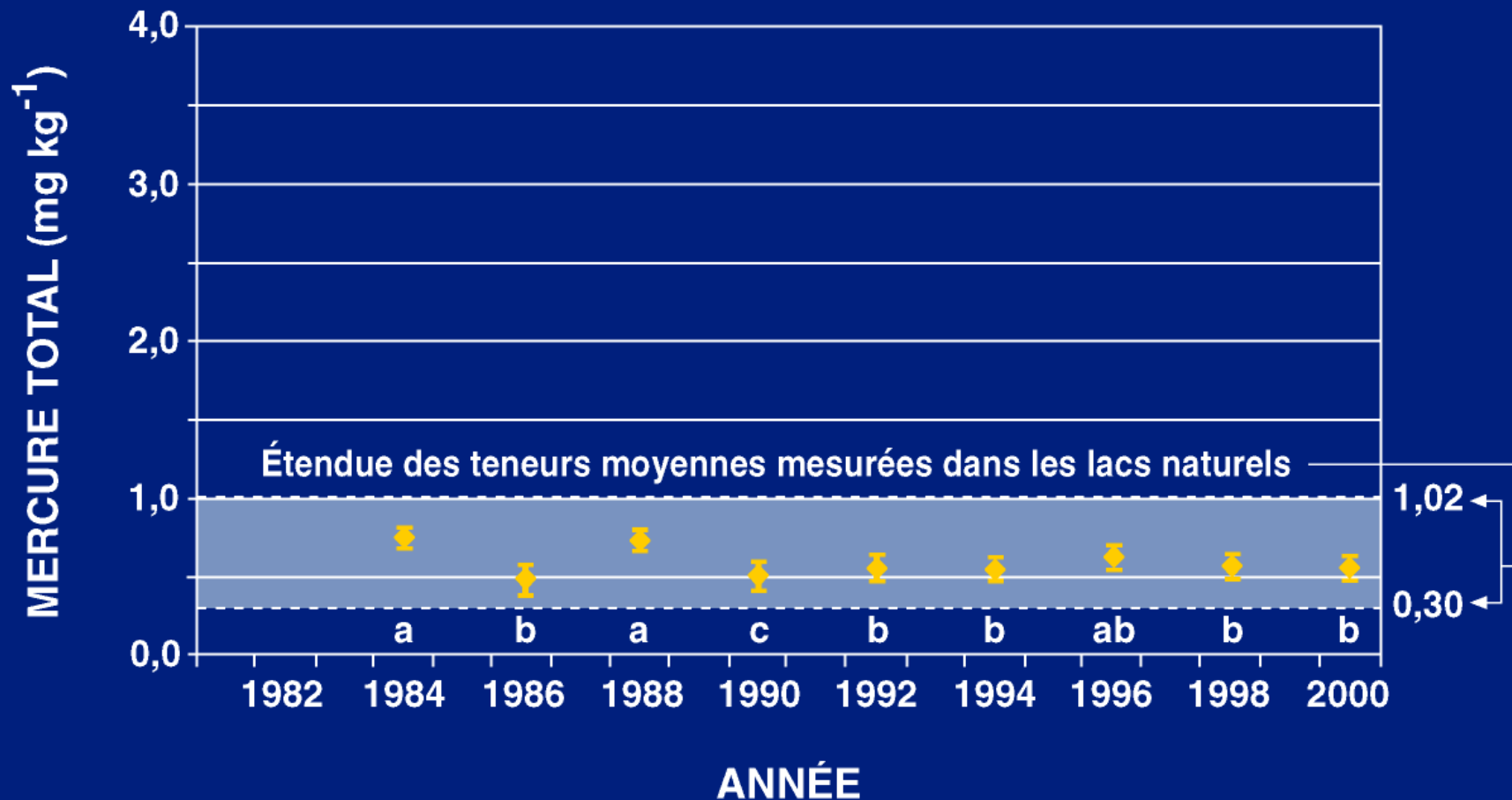
# LAC ROND-DE-POÊLE

## GRAND CORÉGONE (400 mm)



# LAC ROND-DE-POËLE

## DORÉ JAUNE (400 mm)



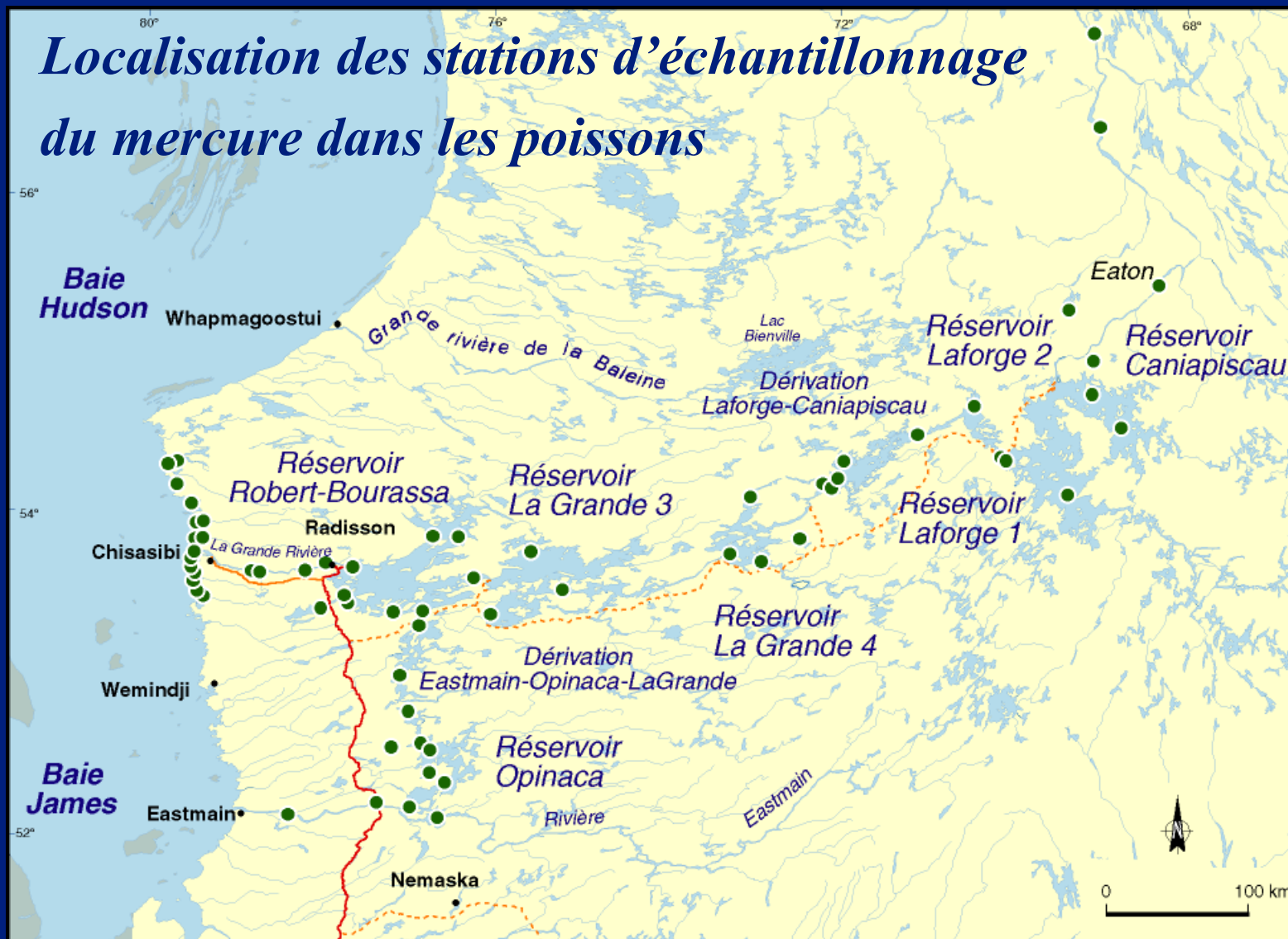
# Problématique

- La mise en eau des réservoirs peut causer une augmentation significative mais temporaire des teneurs en mercure dans les poissons (durée de 10 à 30 ans)
- Diminution du nombre de repas par mois de poisson que l'on peut consommer sans dépasser le niveau d'exposition recommandé par les organismes de santé publique

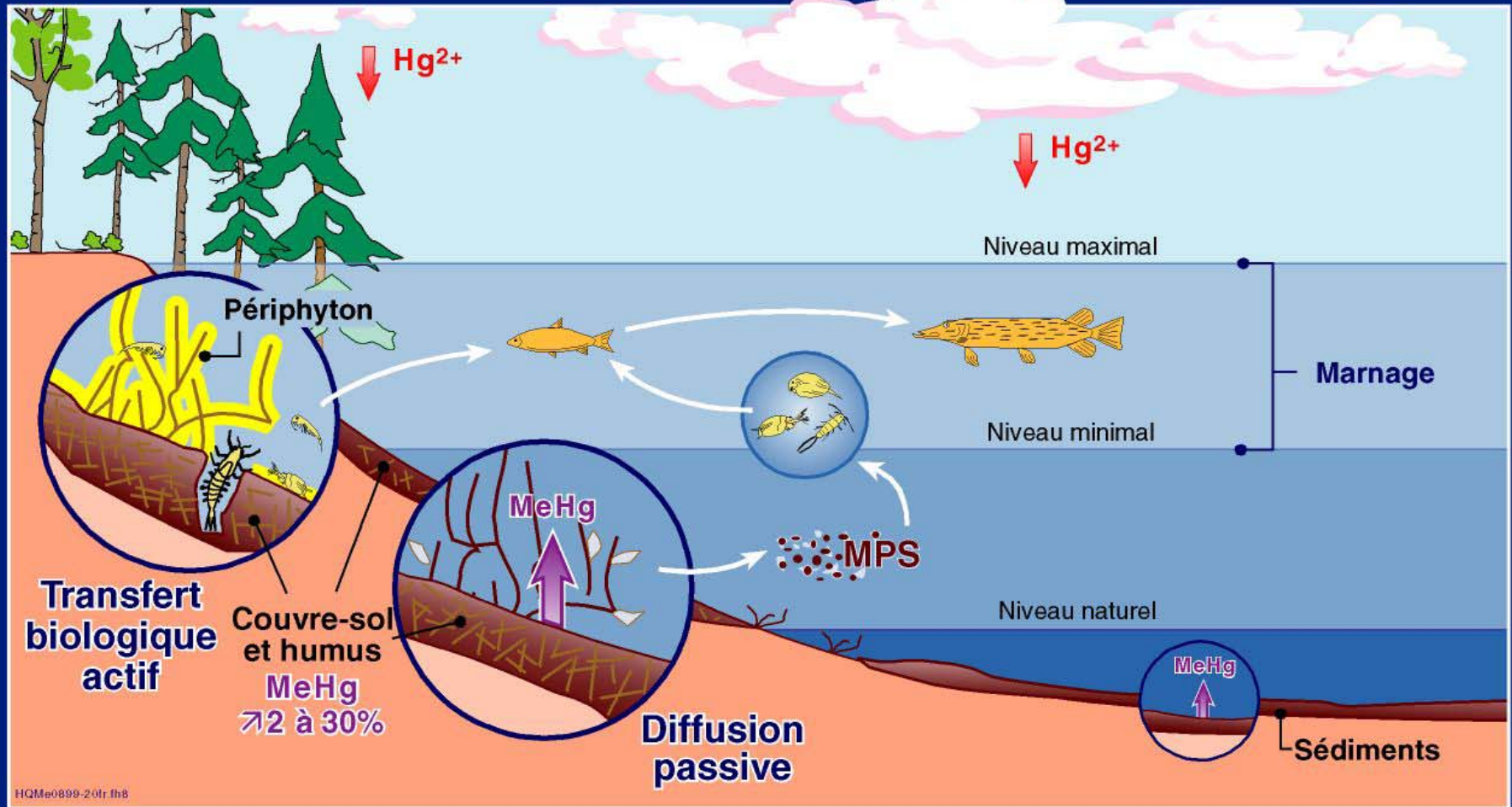


# Complexe La Grande

*Localisation des stations d'échantillonnage  
du mercure dans les poissons*



# En réservoir peu après la mise en eau



• Pas d'augmentation de la charge en Hg

↑ Décomposition

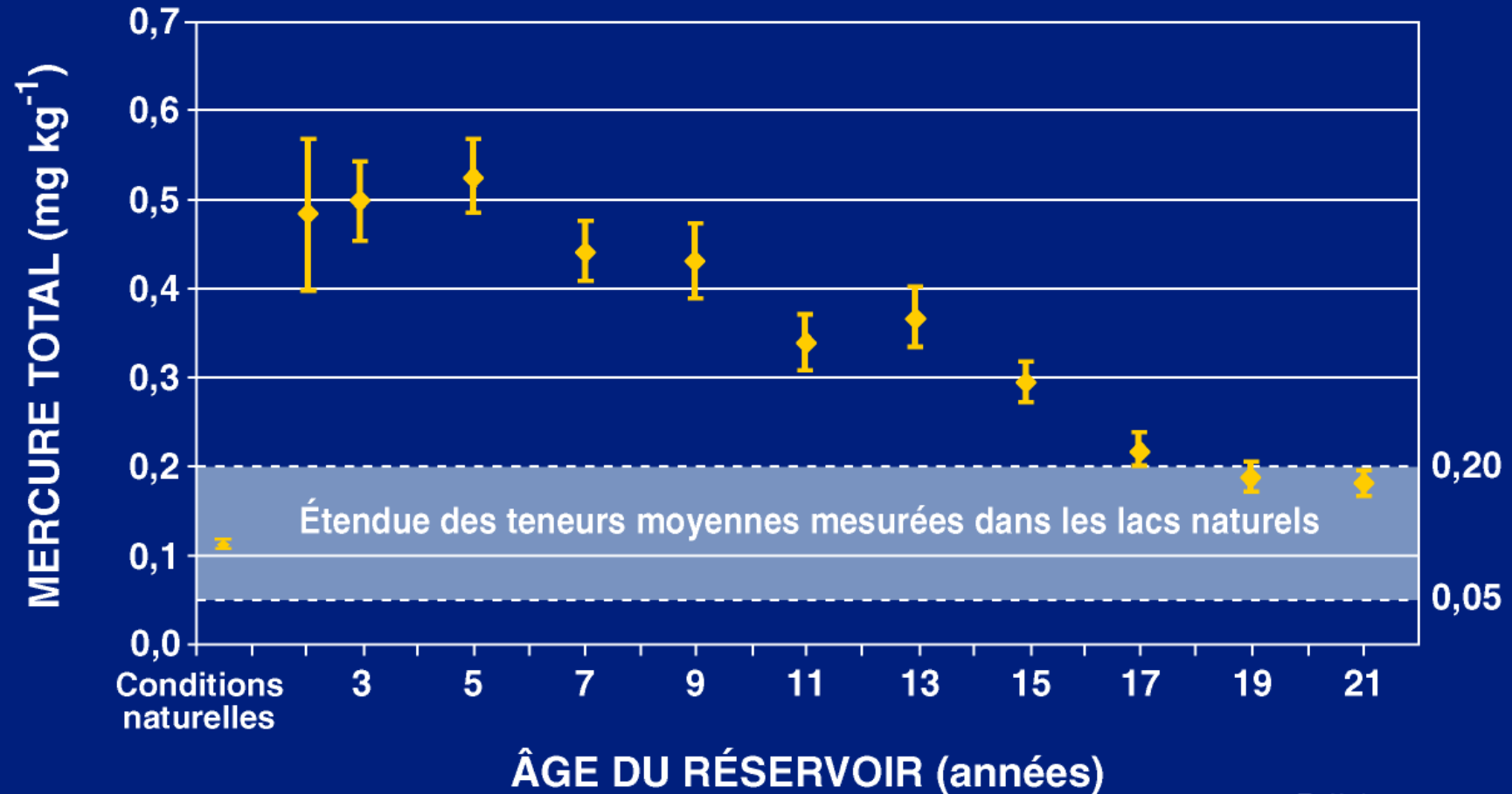
↑ Méthylation

↑ Bioaccumulation

• Ajout de nourriture pour les bactéries

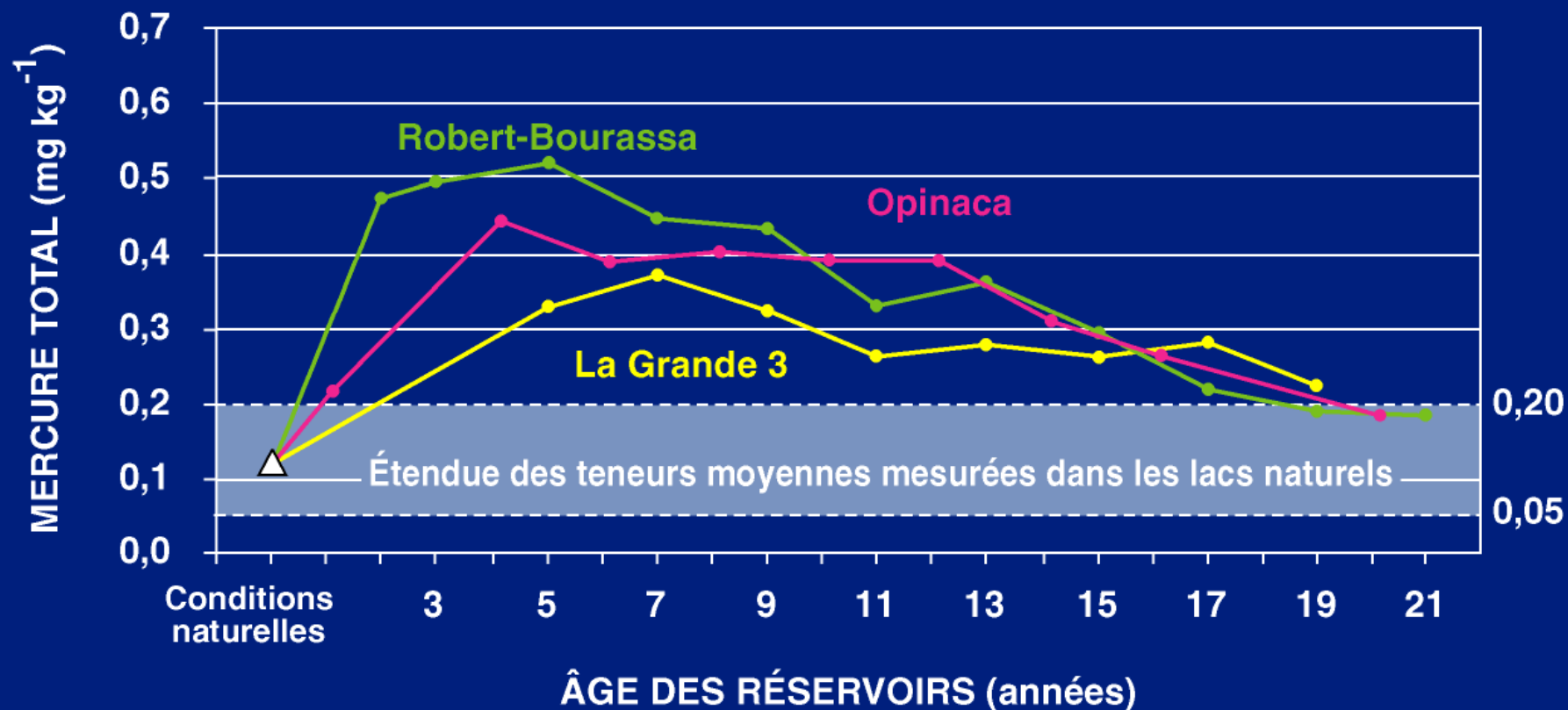
# RÉSERVOIR ROBERT-BOURASSA

## GRAND CORÉGONE (400 mm)



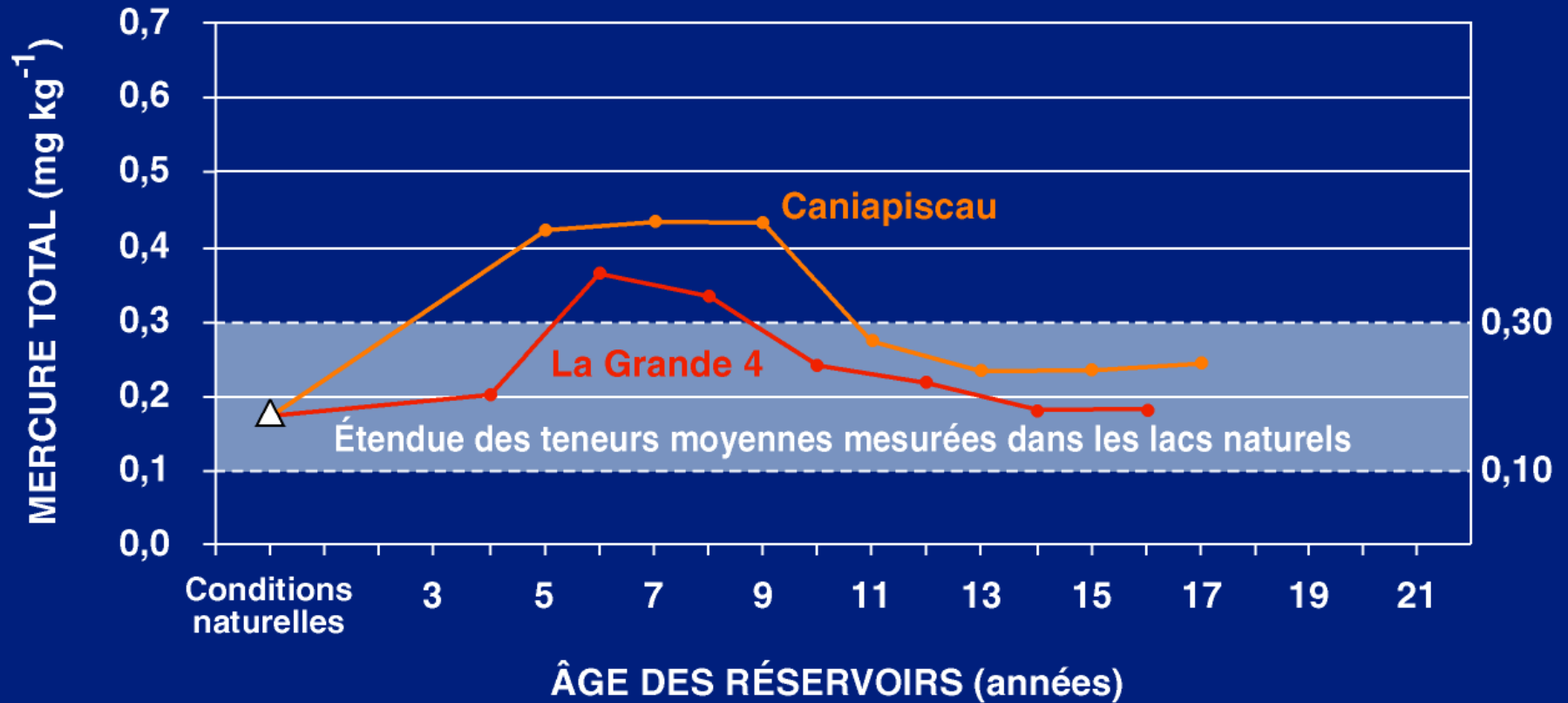
# RÉSERVOIRS DU COMPLEXE LA GRANDE SECTEUR OUEST

## GRAND CORÉGONE (400 mm)



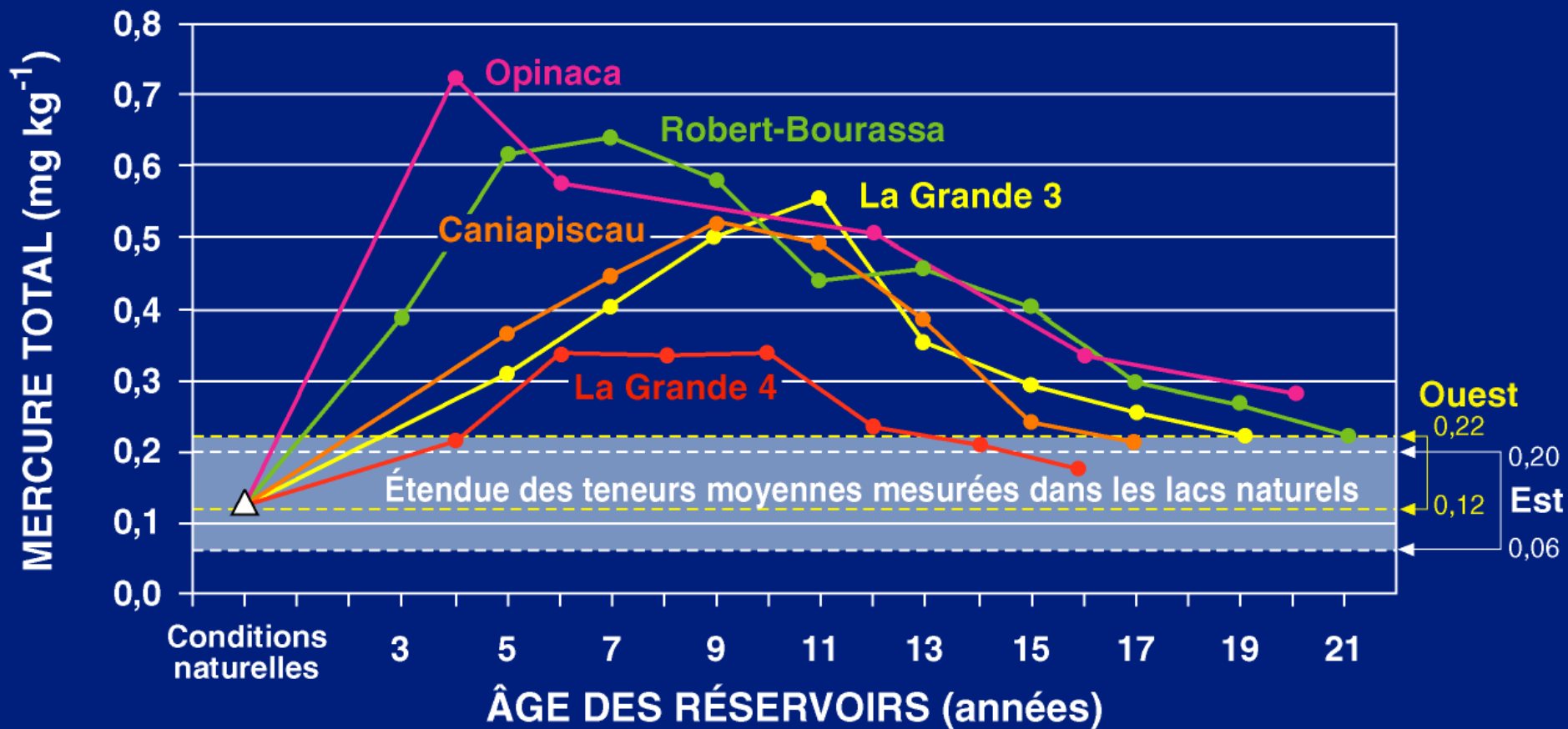
# RÉSERVOIRS DU COMPLEXE LA GRANDE SECTEUR EST

## GRAND CORÉGONE (400 mm)



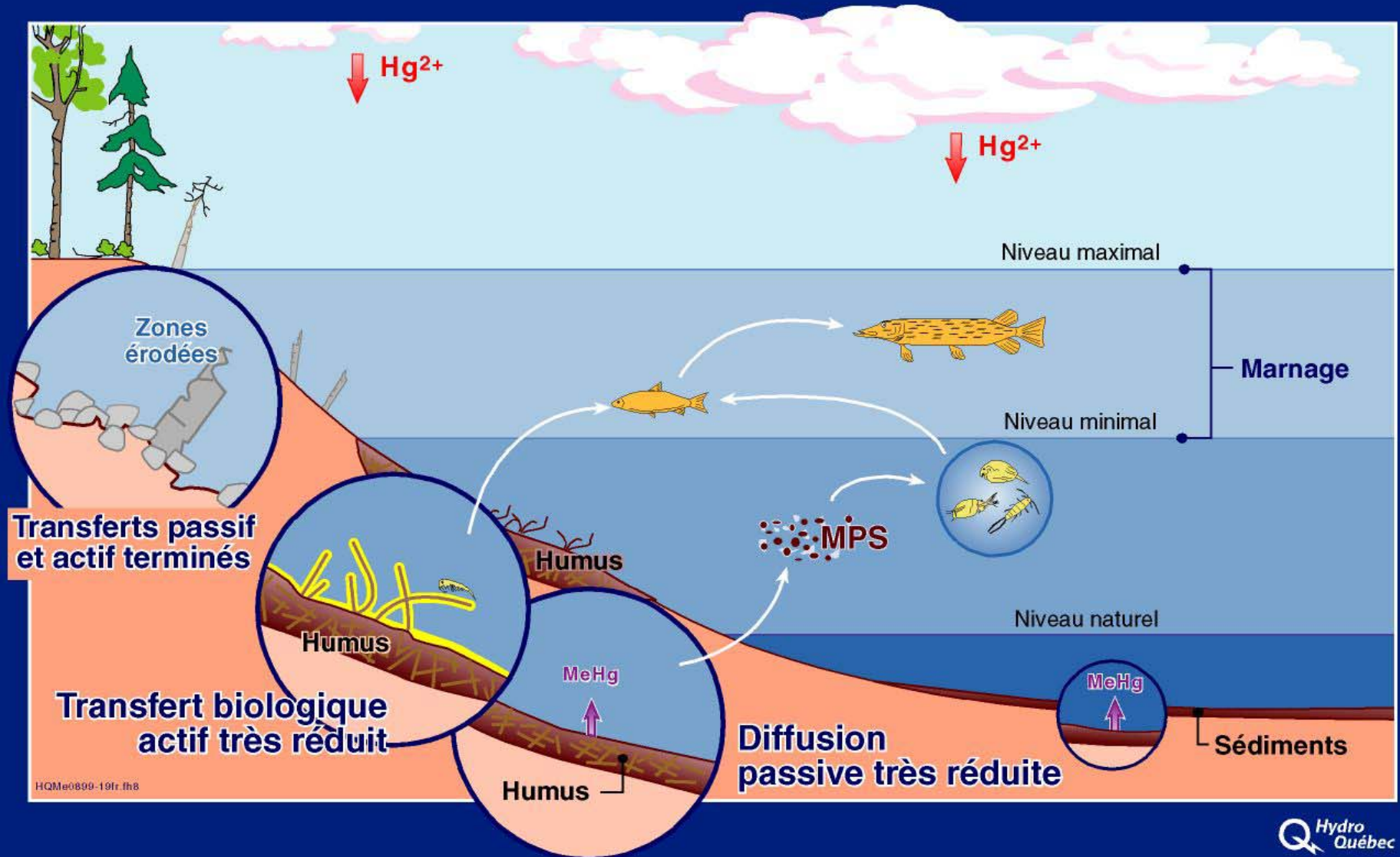
# RÉSERVOIRS DU COMPLEXE LA GRANDE

## MEUNIER ROUGE (400 mm)





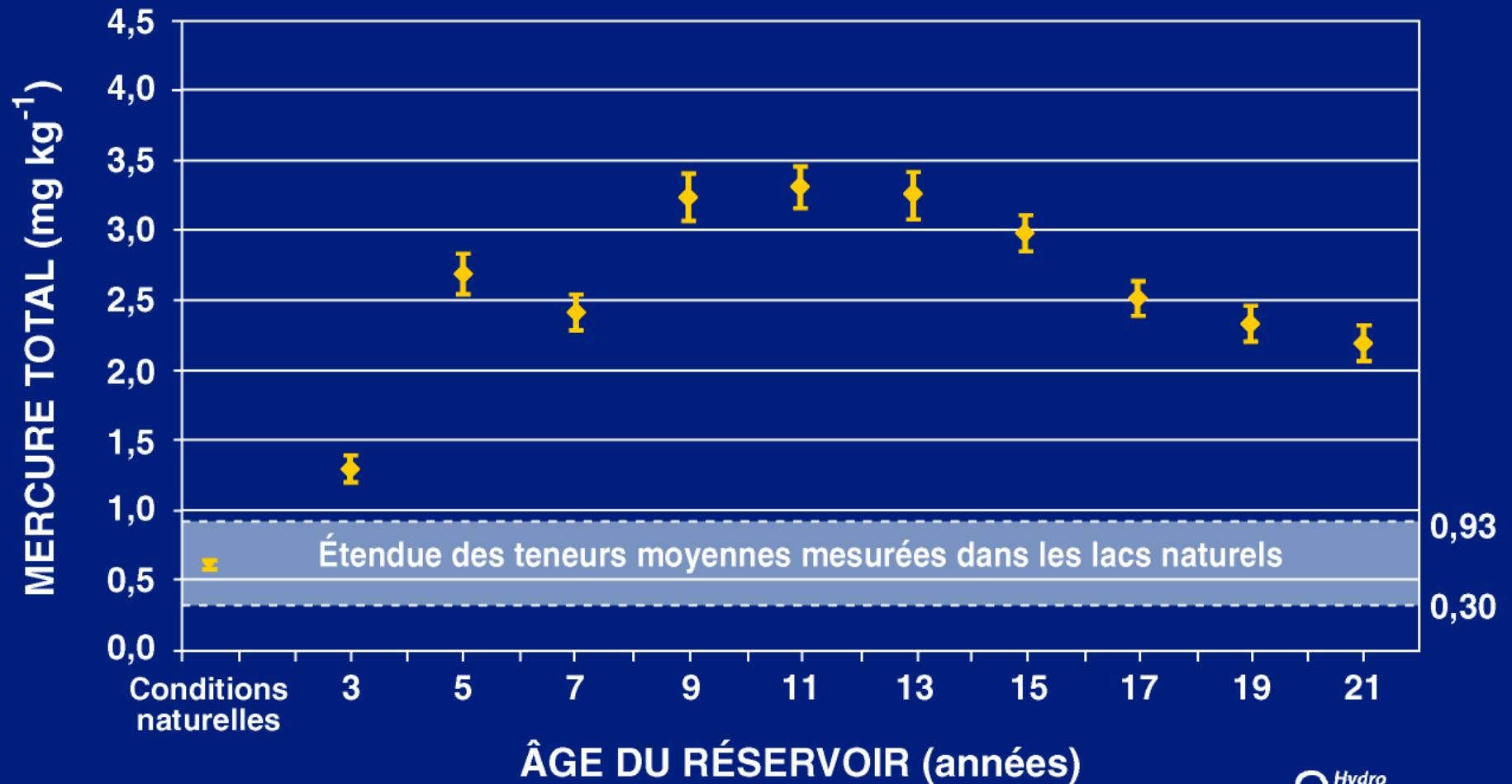
# En réservoirs plusieurs années après la mise en eau





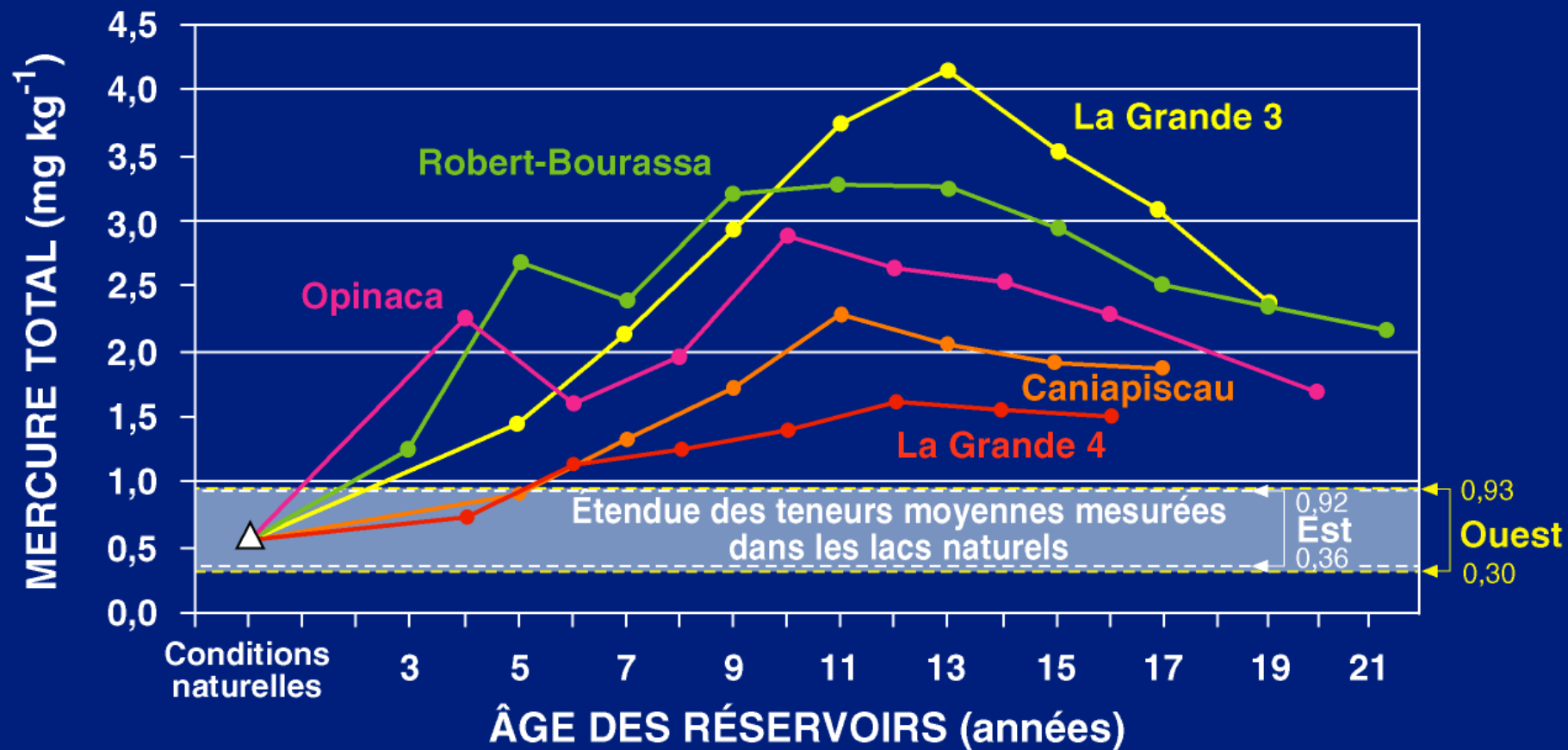
# RÉSERVOIR ROBERT-BOURASSA

## GRAND BROCHET (700 mm)



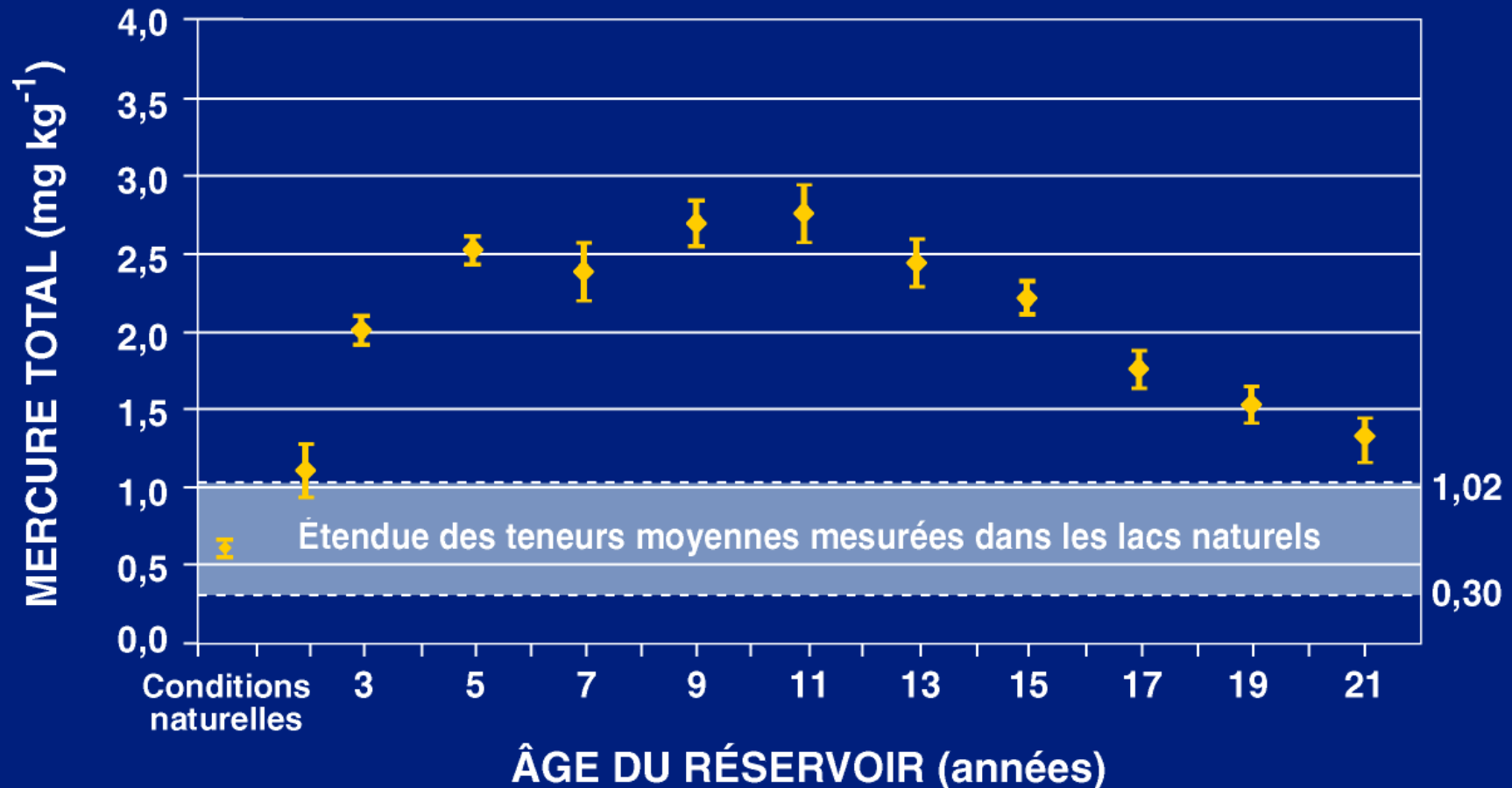
# RÉSERVOIRS DU COMPLEXE LA GRANDE

## GRAND BROCHET (700 mm)



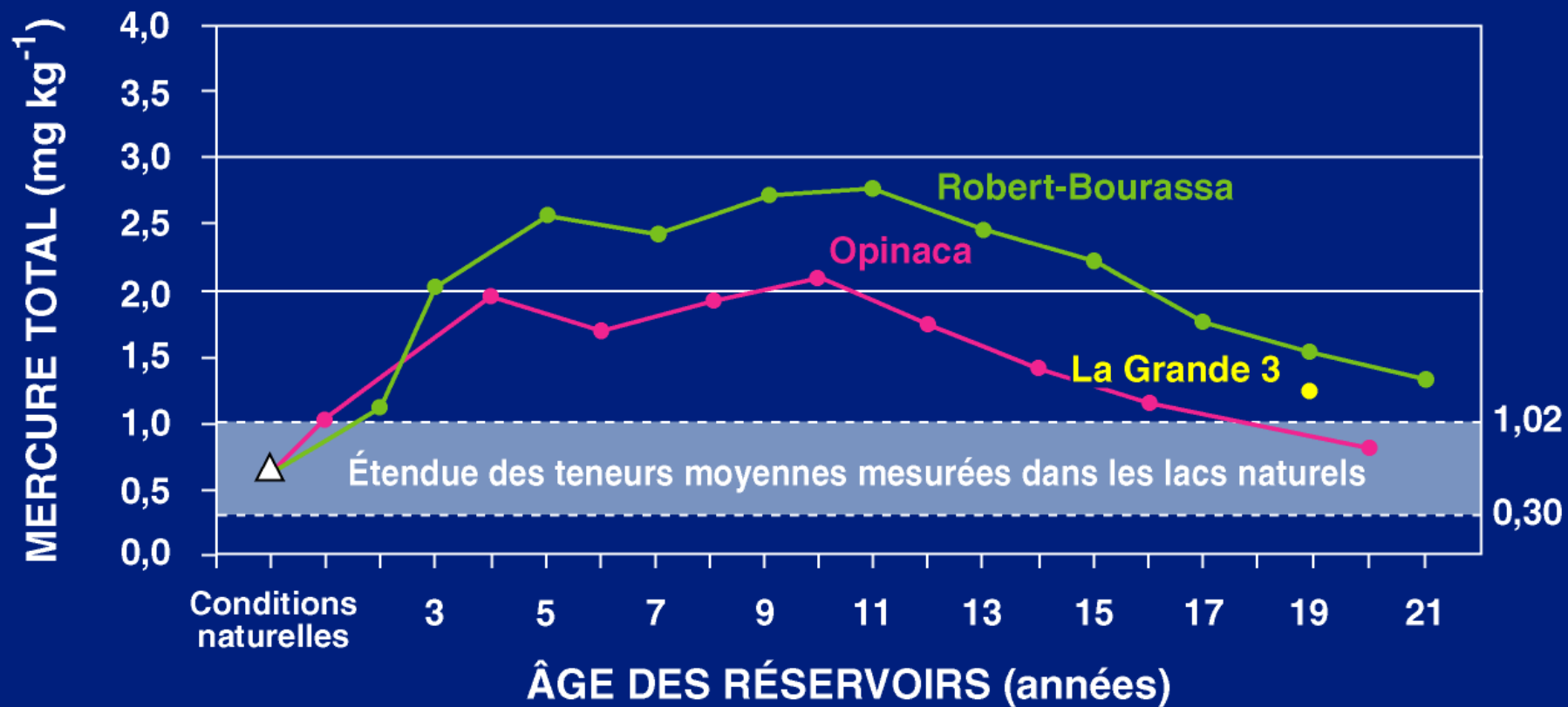
# RÉSERVOIR ROBERT-BOURASSA

## DORÉ JAUNE (400 mm)

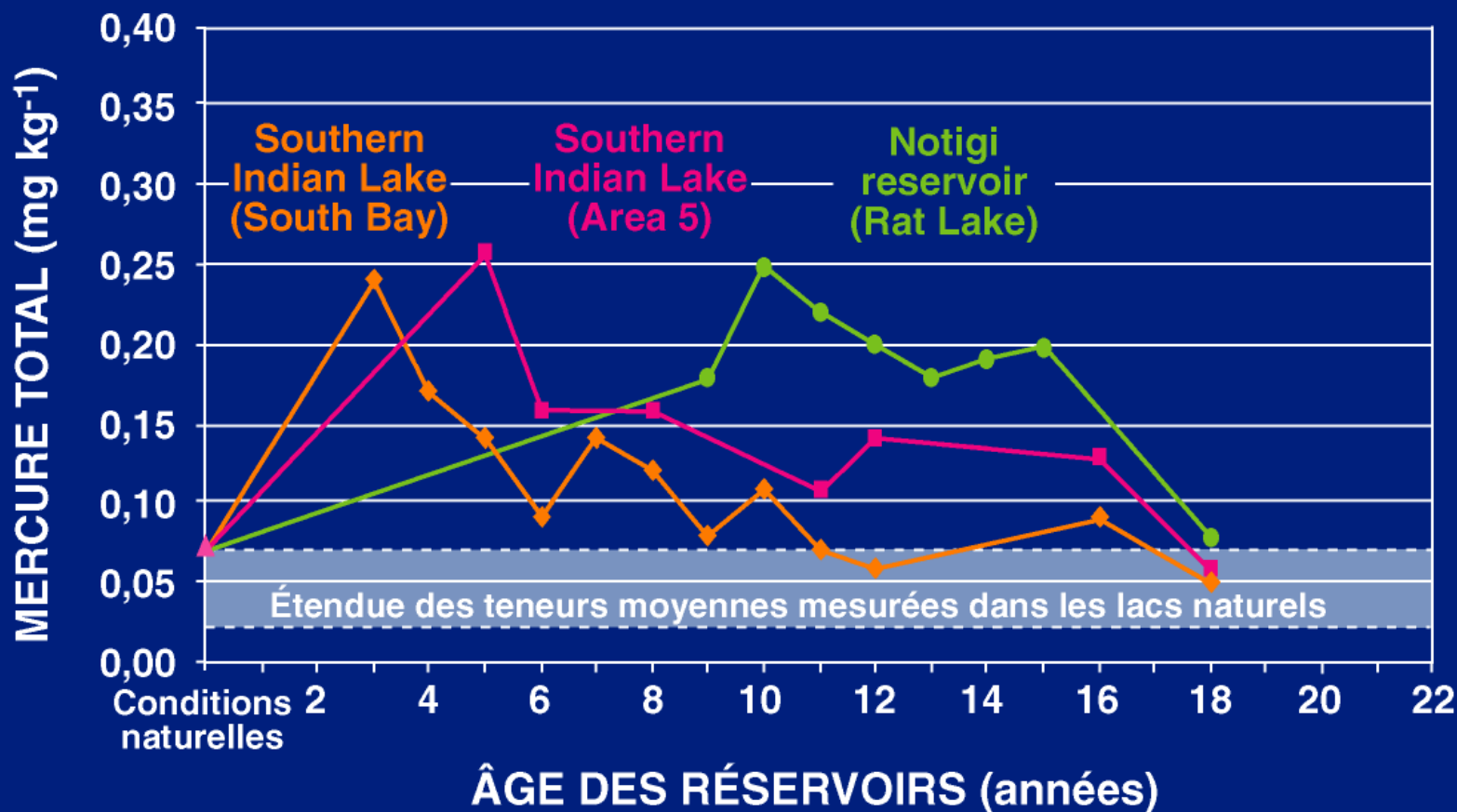


# RÉSERVOIRS DU COMPLEXE LA GRANDE

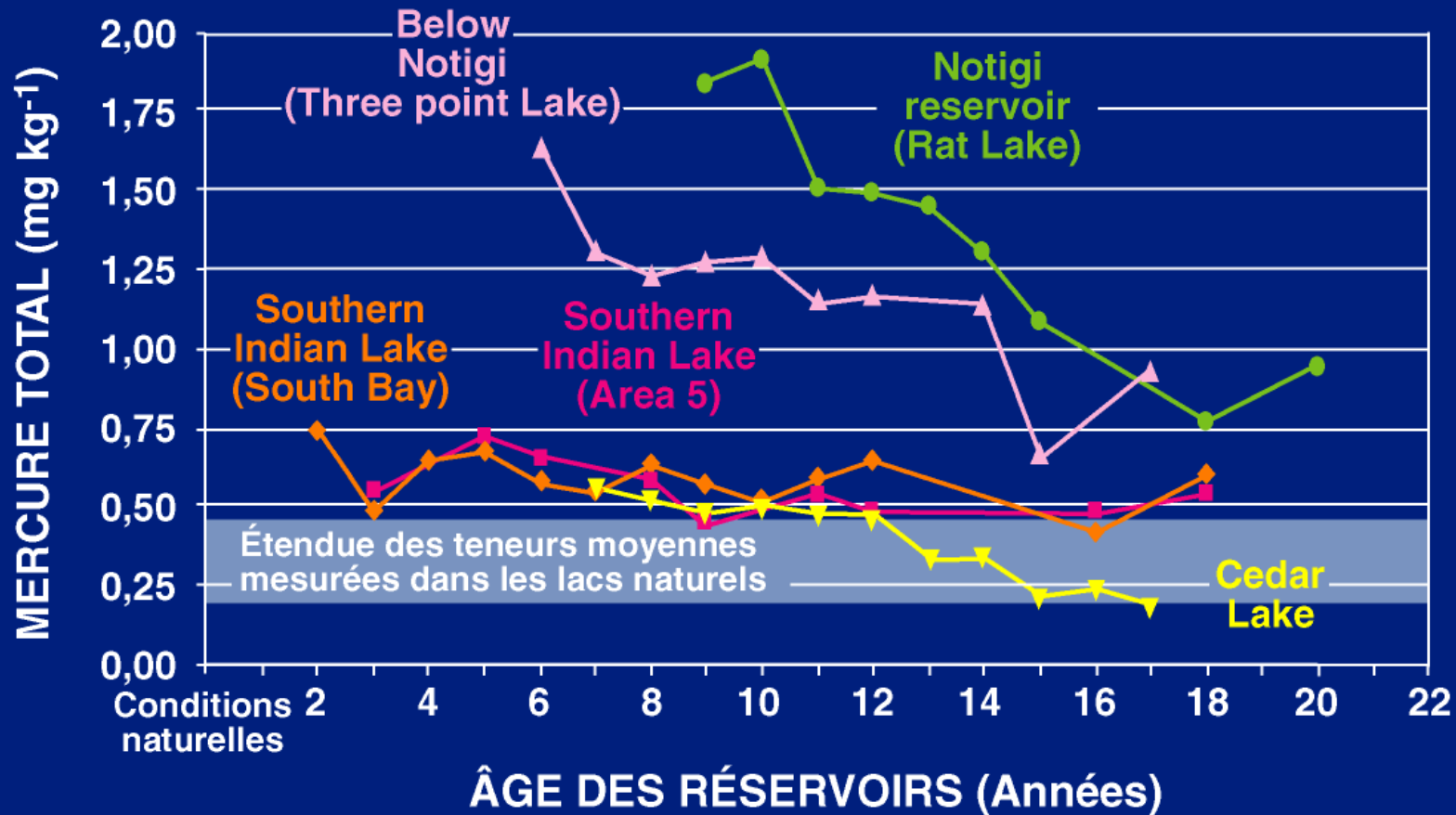
## DORÉ JAUNE (400 mm)



# RÉSERVOIRS DU MANITOBA GRAND CORÉGONE (350 mm)

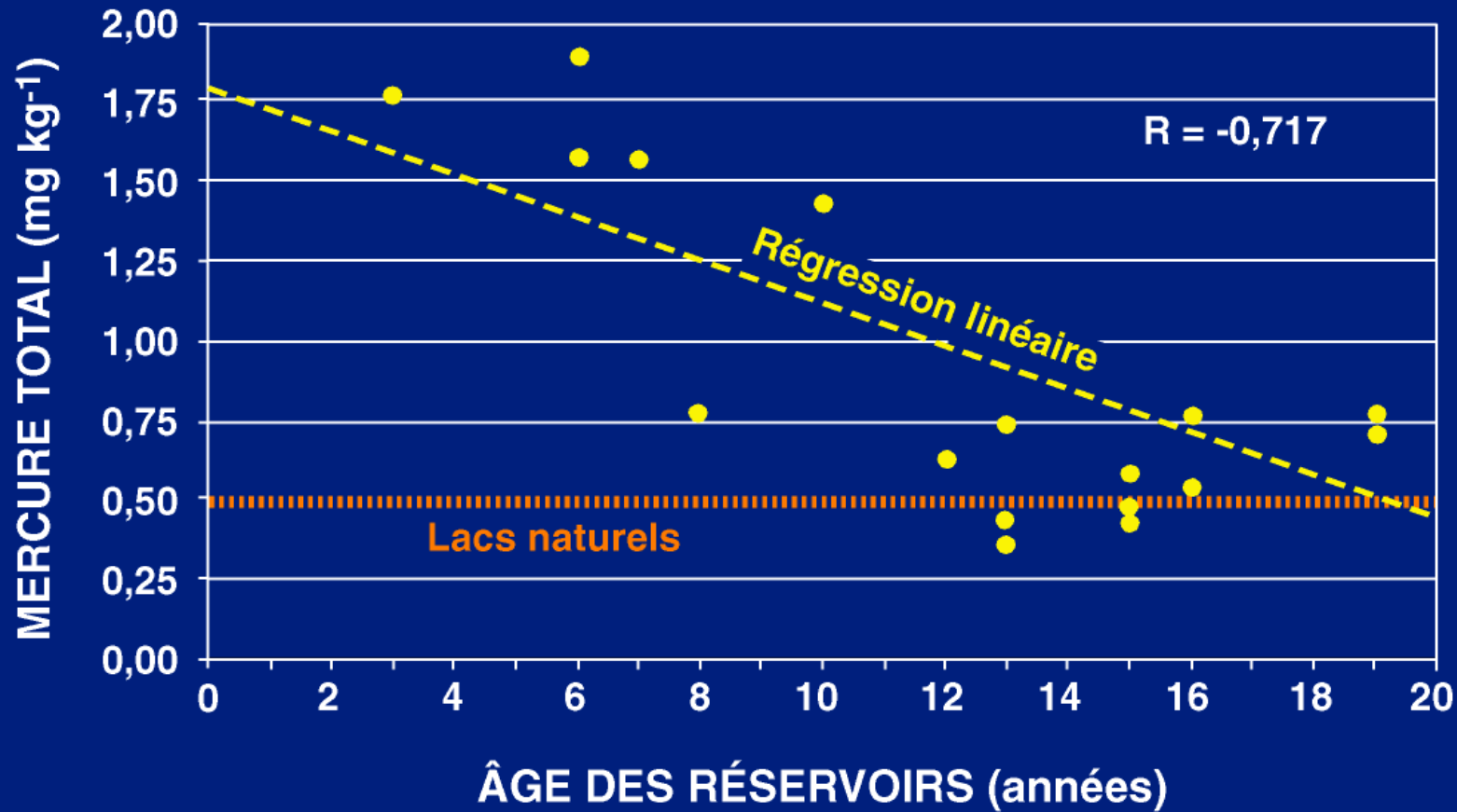


# RÉSERVOIRS DU MANITOBA DORÉ (400 mm)



# RÉSERVOIRS EN FINLANDE

## GRAND BROCHET DE 1 kg



# *Facteurs physiques et hydrauliques contrôlant l'augmentation des [Hg] dans les poissons*

---

## *Rapport “Superficie terrestre inondée / Volume d'eau annuel”*

- **Superficie terrestre inondée**
  - Matière organique stimulant la méthylation
  - Importance du transfert par les organismes benthiques
- **Volume d'eau annuel**
  - Dilution du Hg libéré
  - Taux de renouvellement des eaux

## *Durée du remplissage*

## *Superficie inondée dans la zone de marnage*

- Érosion
- Durée du transfert par les organismes benthiques



# Guides de consommation de poissons

## Guide de consommation des poissons pour les plans d'eau de la région des rivières Nottaway, Broadback et Rupert



2001

## Guide de consommation des poissons pour les plans d'eau des régions du complexe La Grande, de la Grande rivière de la Baleine et de la Petite rivière de la Baleine



2001

# Guides de consommation de poissons

**Guide de consommation  
des poissons pour  
la région de  
Gros Mécatina**



The map shows the St. Lawrence region with labels for Baie d'Hudson, Baie d'Ungava, Mer du Labrador, QUÉBEC, Baie James, Québec, Montréal, Golfe du Saint-Laurent, and Océan Atlantique. A small black box highlights the Gros Mécatina area in the north.

 RÉGIE RÉGIONALE  
DE LA SANTÉ ET DES  
SERVICES SOCIAUX  
CÔTE-NORD  
DIRECTION DE SANTÉ PUBLIQUE

 **Hydro  
Québec**  
Production

**Guide de consommation des poissons  
pour les plans d'eau de la région  
de la rivière Sainte-Marguerite**







The map shows the St. Lawrence region with labels for Baie d'Hudson, Baie d'Ungava, Mer du Labrador, Québec, Baie James, Montréal, Golfe du Saint-Laurent, and Océan Atlantique. A black box highlights the area around the Sainte-Marguerite river.

 RÉGIE RÉGIONALE  
DE LA SANTÉ ET DES  
SERVICES SOCIAUX  
CÔTE-NORD  
DIRECTION DE SANTÉ PUBLIQUE

 **Hydro  
Québec**  
Production

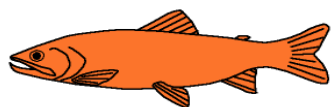
# GUIDE DE CONSOMMATION

Basé sur les recommandations de  
l'Organisation mondiale de la santé

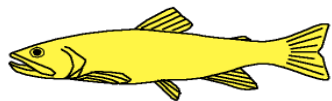
TENEUR EN MERCURE (mg de Hg/kg de chair)	NOMBRE MAXIMAL DE PORTIONS DE POISSONS RECOMMANDÉ PAR MOIS
 0,00 à 0,29	Consommation sans restriction
 0,30 à 0,49	8 portions par mois <b>ou</b>
 0,50 à 0,99	4 portions par mois <b>ou</b>
 1,00 à 1,99	2 portions par mois

1 portion = 230 g (8 oz) de poisson

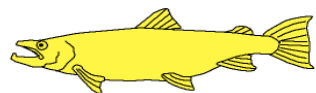
## Lacs naturels



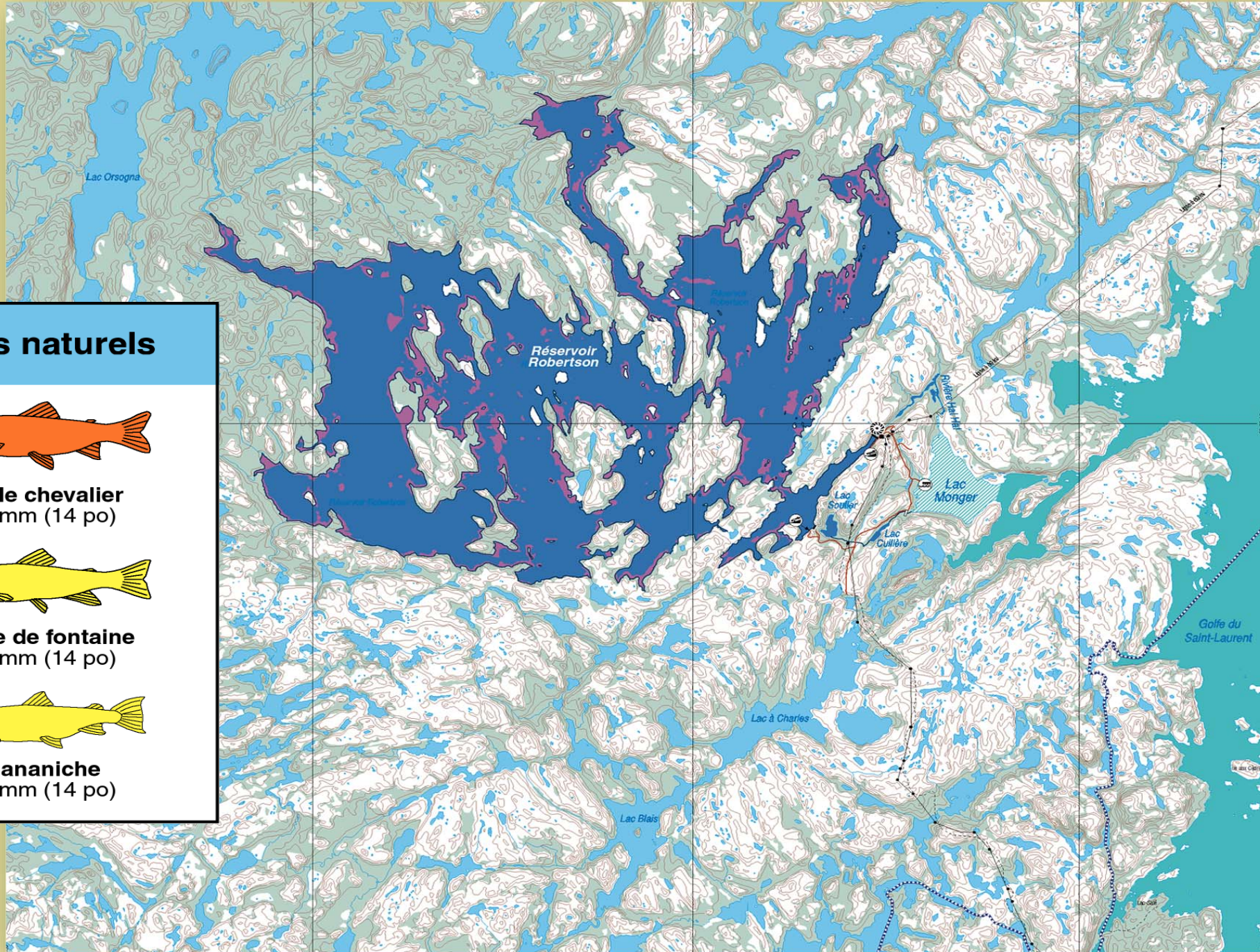
**Omble chevalier**  
350 mm (14 po)



**Omble de fontaine**  
350 mm (14 po)



**Ouananiche**  
350 mm (14 po)

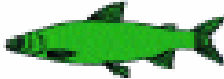
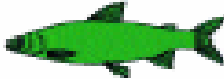
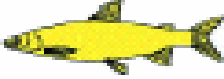
















# Guide alimentaire des poissons nordiques



# Guide alimentaire des poissons nordiques

## Consommation recommandée pour le territoire de la Baie-James.

Espèces	Milieu marin	Lacs et rivières	Réservoirs	Sortie des centrales
Grand corégone				
Ombre de fontaine				
Grand brochet				
Doré jaune				
Touladi				

# Guide alimentaire des poissons nordiques



## Doré jaune

Walleye


*Stizostedion vitreum*

Valeur nutritive

Portion de 230 g ou 8 oz (chair crue, avant cuisson)



	Contenu (230 g ou 8 oz)	RVQ
Protéines (g)	41	70%
Vitamine D (UI)	271	135%
Fer (mg)	0,6	4%
Magnésium (mg)	57	14%
Sélénium (mg)	0,06	120%
Zinc (mg)	1,1	12%
Potassium (mg)	163	25%
Iode (mg)	0,15	81%
Acides gras oméga-3 (EPA+DHA) (mg)	687	156%

A scenic sunset over a lake. The sun is low on the horizon, casting a warm, golden glow across the sky and reflecting on the water. In the foreground, a dark wooden boat is partially visible. The background features a dense forest of evergreen trees silhouetted against the bright sky.

*Consommation de poissons des  
réservoirs: la question du  
mercure méthylique*



# *Mercure*

- **On a tous un peu de mercure dans notre corps.**
- **Deux formes chimiques principales:**
  - Mercure inorganique ("élémentaire")
  - Mercure organique (ex: méthylmercure)
- **Principale source de mercure inorganique: les amalgames dentaires**
- **Principale source de méthylmercure: poisson**

# *Méthylmercure: métabolisme*

<b>Absorption</b>	<b>Complète (plus de 95% de la quantité ingérée).</b>
<b>Distribution</b>	<b>Se retrouve dans tous les tissus mais surtout dans le cerveau. La concentration dans les cheveux est environ 250 à 300 fois plus élevée que dans le sang.</b>
<b>Élimination</b>	<b>Se fait surtout par la voie fécale. La concentration dans le corps baisse de moitié en 70 jours après l'arrêt de l'ingestion.</b>
<b>Grossesse</b>	<b>Le mercure méthylique passe facilement la barrière placentaire. La concentration dans le sang du cordon est environ 1,5 fois plus élevée que chez la mère</b>

# Toxicité du méthylmercure chez l'Homme

- **Connaissance des symptômes d'une intoxication au méthylmercure : cas de**
  - **Minamata au Japon (pollution industrielle)**
  - **Iraq (Grain traité avec un fongicide à base de méthylmercure)**
- **Études Épidémiologiques récentes**
  - **Îles Seychelles (Exposition due à la consommation de poisson)**
  - **Îles Féroés (Exposition due à la consommation de baleine)**

## Japon: 1953 - 1957



Minamata

Contamination  
industrielle

Consommation de  
poisson

40 décès

1000 à 2000 personnes  
atteintes

## Irak 1971-72



Blé contaminé

Consommation  
de pain

459 décès

6500 hospitalisés

# Méthylmercure: toxicité adulte

## Concentration dans les cheveux (ppm)

## Effets

0 à 50

Aucun effet établi.

50

Léger symptôme chez les personnes les plus sensibles (paresthésie)

150 à 500

Symptômes neurologiques plus importants: troubles de langage; atteinte visuelle et auditive; difficulté sévère de coordination.

500 et plus

Intoxication grave et potentiellement mortelle.

**NB**

**Le foetus est plus sensible aux effets du mercure**

# Mercure méthylique: toxicité foetale

## Concentration dans les cheveux de la mère (ppm)

## Effets

<b>0 à 10</b>	<b>Probablement aucun effet. Possibilité d'effets mesurables par des tests de performance à 5 ppm.</b>
<b>10 à 20</b>	<b>Seuil à partir duquel le mercure pourrait affecter le développement de l'enfant durant les premières années de la vie.</b>
<b>20 à 100</b>	<b>Probabilité croissante de retard de développement.</b>
<b>100 à 300</b>	<b>Risque d'atteinte cérébrale sévère à la naissance (paralysie cérébrale); malformations congénitales.</b>
<b>300 et plus</b>	<b>Risque de décès in utéro</b>

# Toxicité du méthylmercure chez l'Homme

- **Îles Seychelles**

- ◇ Aucune évidence d'effet chez les enfants
- ◇ Consommation de poissons favoriserait le développement des enfants
- ◇ NOAEL à 25 ppm (dans les cheveux de la mère)
- ◇ Dose journalière admissible de 2,5  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{jr}$   
(Quantité de mercure assimilable par jour sans risque à la santé)

- **Îles Féroés**

- ◇ Effets statistiques sur certaines fonctions neuro-moteurs, visuelles, etc.
- ◇ NOAEL à 1 ppm (dans les cheveux de la mère)
- ◇ Dose journalière admissible de 0,1  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{jr}$



## Critères de toxicité : Définition des termes

- Dose journalière admissible (ou dose de référence)
  - ◇ Quantité de mercure que l'on peut assimilé sans effet sur la santé
  - ◇ Exprimée en  $\mu g$  de mercure / kg de poids d'une personne / par jour
  - ◇ Utilisée pour calculer un nombre de repas de poisson par mois sans risque pour la santé selon :
    - \* la teneur en mercure dans le poisson
    - \* un poids moyen de 60 kg
    - \* une portion de 230 g de poisson par repas

# *Consommation de poisson et mercure*

- **Le poisson est la source la plus importante de méthylmercure chez l'être humain.**
- **Le méthylmercure se mesure facilement dans les cheveux.  
Concentration moyenne au Québec: 0,5 ppm**

**Pêcheurs sportifs (réservoirs): 1 à 20 ppm**

**Pêcheurs sportifs autour Montréal: 0,2 à 3 ppm**

- **Recommandation**
  - **Organisation mondiale de la santé : 5 ppm**

# *Exposition au mercure de populations Canadiennes (2001 -2003)*

<b>Communauté</b>	<b>Nombre de participants</b>	<b>Teneur moyenne en mercure dans le cheveu (ug/g)</b>
<b>Innu (Labrador)</b>	<b>165</b>	<b>0,41</b>
<b>Abitibi</b>	<b>130</b>	<b>0,83</b>
<b>Lac St-Pierre</b>	<b>130</b>	<b>0,73</b>
<b>Baie de Fundy</b>	<b>100</b>	<b>0,42</b>

# *Organisation mondiale de la santé*

## *Recommandations précédentes*

- **Visaient la protection des adultes**
- **Pas de recommandation officielle pour le foetus et les enfants;**
- **S'appuyaient principalement sur une exposition de 50 ppm cheveux avec un facteur de sécurité de 10;**
- **Recommandation : 0,47  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{jr}$ .**

# *Organisation mondiale de la santé*

## *Recommandations 2003*






- **Visent la protection du foetus et des enfants;**
- **S'appuient principalement sur deux grandes études réalisées auprès d'enfants exposés par la consommation de poissons ou de mammifères marins (îles Seychelles et Féroés);**
- **Doivent être utilisées en tenant compte des effets bénéfiques de la consommation de poissons.**

# *Organisation mondiale de la santé*

## *Recommandations 2003*

- **Seuil considéré "sans effet nocif appréciable" chez l'enfant:** **14 ppm**
- **Consommation quotidienne correspondante:** **1,5 µg/kg/jr**
- **Facteurs de protection**
  - Pour les variations individuelles du ratio sang-cheveu **2**
  - Pour les variation métaboliques individuelles **3,2**
- **Consommation recommandée** **0,23 µg/kg/jr**

# *Guide de consommation pour la femme enceinte*

	<b>Nombre maximal de repas par mois</b>	<b>Teneur en mercure (mg de Hg/kg de chair)</b>
	<b>Consommation sans restriction (12 repas par mois ou plus)</b>	<b>0,00 à 0,15</b>
	<b>8 repas par mois</b>	<b>0,16 à 0,24</b>
	<b>4 repas par mois</b>	<b>0,25 à 0,49</b>
	<b>2 repas par mois</b>	<b>0,50 à 0,99</b>
	<b>1 repas par mois</b>	<b>1,00 à 1,99</b>

Un repas est considéré équivalent à 230 g (8 oz) de chair crue de poisson, avant cuisson.

# *Bénéfices à la consommation de poissons*

- **Effet protecteur contre les maladies cardiovasculaires (acides gras oméga-3)**
- **Effet bénéfique pour le développement de l'enfant (acides gras oméga-3)**
- **Excellente source de protéines, vitamine A et D**
- **Effet protecteur possible contre certains cancers (riche en sélénium).**



# *Acides gras oméga-3 dans le poisson*

<b>Espèce</b>	<b>Acides gras (EPA + DHA) (mg/portion)</b>
<b>Région Gros Mécatina</b>	
<b>Ouananiche</b>	<b>970</b>
<b>Omble chevalier</b>	<b>725</b>
<b>Omble de fontaine</b>	<b>550</b>
<b>Poissons de mer</b>	
<b>Maquereau bleu</b>	<b>9000</b>
<b>Saumon de l'atlantique</b>	<b>4200</b>
<b>Morue</b>	<b>500</b>

# *Points à retenir*

- **En général, la consommation régulière de poisson est recommandée en raison des bénéfices à la santé.**
- **On a tous un peu de mercure dans le corps. Pas d'effets nocifs connus à ces concentrations.**
- **La consommation de poissons des réservoirs et lacs naturels ne constitue pas un risque à la santé à condition de respecter les guides de consommation spécifiques au lieu de pêche.**
- **Pour la femme enceinte et les enfants, il est préférable de consommer sans restriction les poissons colorés en vert dans les guides, lesquels ont une faible teneur en mercure.**

## **Méthodologie**

- \* **État de référence :**
    - \* **Pêches effectuées de 1990 à 1992**
    - \* **940 poissons analysés**
    - \* **Grand corégone, Grand brochet, Doré jaune,  
Meunier noir et omble de fontaine**
  
  - \* **Impact :**
    - \* **Prévision des teneurs futures à l'aide d'un modèle**
    - \* **Grand corégone, Grand brochet, Doré jaune**
-

# *Données de mercure dans le Doré Jaune pour le secteur Rapides-des-Coeurs*

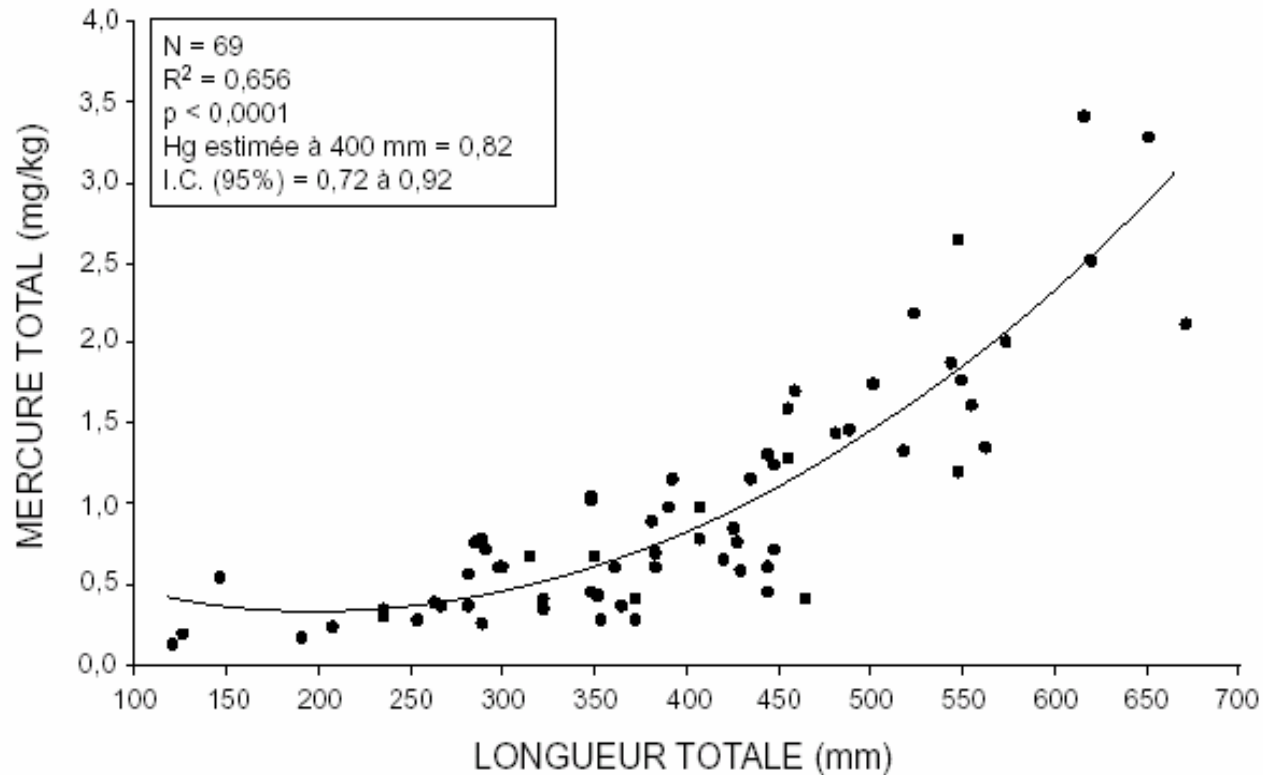


FIGURE Secteur Rapides-des-Coeurs, doré jaune.

## **Méthodologie**

- \* Paramètres du modèle de prévision :**
    - \* Superficie terrestre inondée**
    - \* Volume du réservoir**
    - \* Taux de renouvellement des eaux**
    - \* Quantité de matières organiques inondées**
    - \* Taux de décomposition**
    - \* Concentration initiale en mercure dans les poissons**
    - \* Demi-vie du mercure dans les poissons**
    - \* Taux de transfert du mercure du poisson non piscivore au poisson piscivore**
-

# Résultats

- \* **Aucune augmentation significative des teneurs en mercure dans les poissons**
  - \* **Aucun effet sur la fréquence de consommation actuellement suggérée par les organismes de santé publique**
-

# *Mercuré dans la chair des poissons*

## Résultats – Chute Allard

Espèce	[ Hg] Actuelles (mg/kg)	Nombre actuel de repas/mois	[ Hg] Maximales futures (mg/kg)	Nombre future de repas/mois
<b>Grand corégone</b>	<b>0,39</b>	<b>8</b>	<b>0,41</b>	<b>8</b>
<b>Grand brochet</b>	<b>0,74</b>	<b>4</b>	<b>0,76</b>	<b>4</b>
<b>Doré jaune</b>	<b>0,82</b>	<b>4</b>	<b>0,84</b>	<b>4</b>

## *Mercure dans la chair des poissons*

### Résultats – Rapides-des-Coeurs

Espèces	[ Hg] Actuelles (mg/kg)	Nombre actuel de repas/mois	[ Hg] Maximales futures (mg/kg)	Nombre future de repas/mois
<b>Grand corégone</b>	<b>0,39</b>	<b>8</b>	<b>0,44</b>	<b>8</b>
<b>Grand brochet</b>	<b>0,74</b>	<b>4</b>	<b>0,80</b>	<b>4</b>
<b>Doré jaune</b>	<b>0,82</b>	<b>4</b>	<b>0,87</b>	<b>4</b>