

A satellite image of Lac Saint-Pierre, a large reservoir in Quebec, Canada. The lake is a deep blue color, contrasting with the surrounding green forested land. A dark blue semi-transparent box is overlaid on the center of the lake, containing the title in white text. In the top right corner, there are navigation icons for a compass, a search icon, and a vertical scale bar. At the bottom, there is a metadata bar with technical details.

# Le lac Saint-Pierre : Un siècle d'abus

Richard Carignan  
GRIL, Université de Montréal  
29 mai 2015

Image Landsat

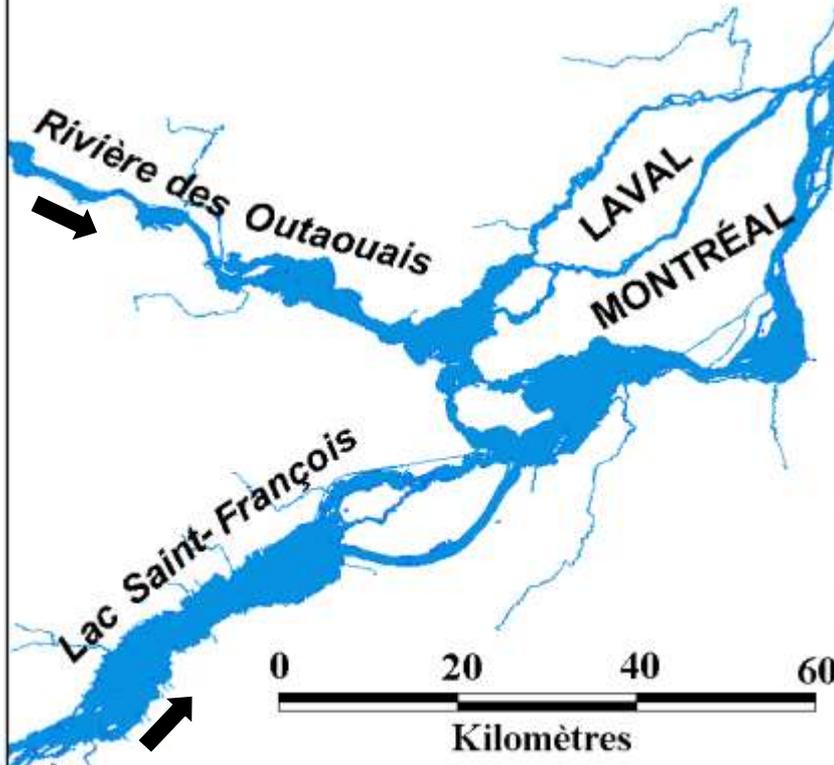
Google earth

Date des images satellite : 9/4/2013 45°48'28.77"N 73°19'57.05"O élév. 15 m altitude 106.76 km

## Marché Bonsecours, début 20<sup>e</sup> siècle



Crédits : Centre d'histoire de Montréal



- Occupation de la plaine inondable
- Contrôle des crues
- Génération d'électricité
- Navigation commerciale
- Évacuation des eaux usées
- Agriculture non durable
- Changements climatiques



Montréal, rue Notre-Dame, 1888

Un phénomène mondial : Fleuve Paraná (Argentine, près de Corrientes, janvier 1989)



# Un phénomène mondial : Fleuve Paraná (Argentine, près de Corrientes, janvier 1989)



Environnement

# LE LAC SAINT-PIERRE EN PÉRIL

**T**rois cent soixante-quinze kilomètres carrés de chenaux, d'eaux vives ou tranquilles, de marais et de milieux humides: le lac Saint-Pierre forme un écosystème unique en Amérique du Nord. Ce plan d'eau douce, où le fleuve Saint-Laurent s'élargit une dernière fois entre Trois-Rivières et Trois-Rivières avant de continuer vers l'estuaire, forme une immense prairie aquatique.

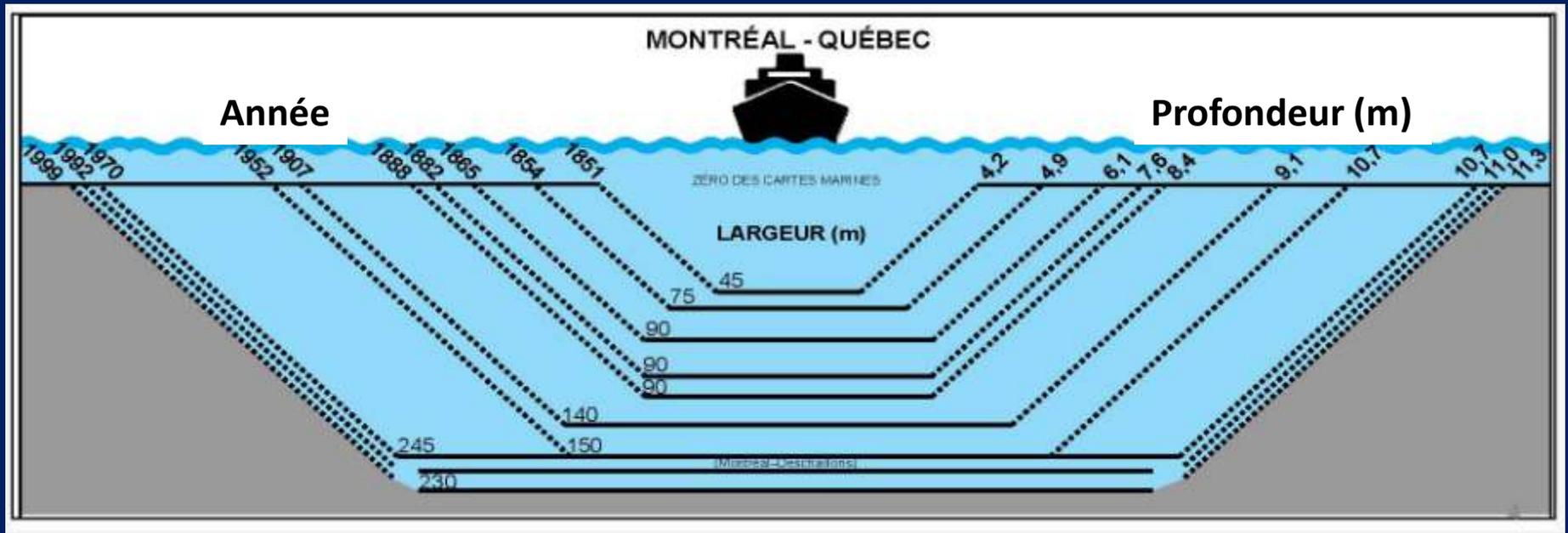
Champlain aurait pourtant du mal à reconnaître l'étendue d'eau qu'il traversa en 1603, tellement le lac a été altéré. La somme des modifications risque même de provoquer, d'ici quelques décennies à peine, la disparition de cet écosystème et de ses milieux humides tels que nous les connaissons aujourd'hui.

Les relevés de profondeur, réalisés avant 1990 par le Service hydrographique canadien, ont permis de constater que le lac a

## Cumulative impacts of hydrology and human activities on water quality in the St. Lawrence River (Lake Saint-Pierre, Quebec, Canada)

Christiane Hudon and Richard Carignan CJFAS 65: 1165-1180 (2008)

# Voie navigable Montréal-Québec



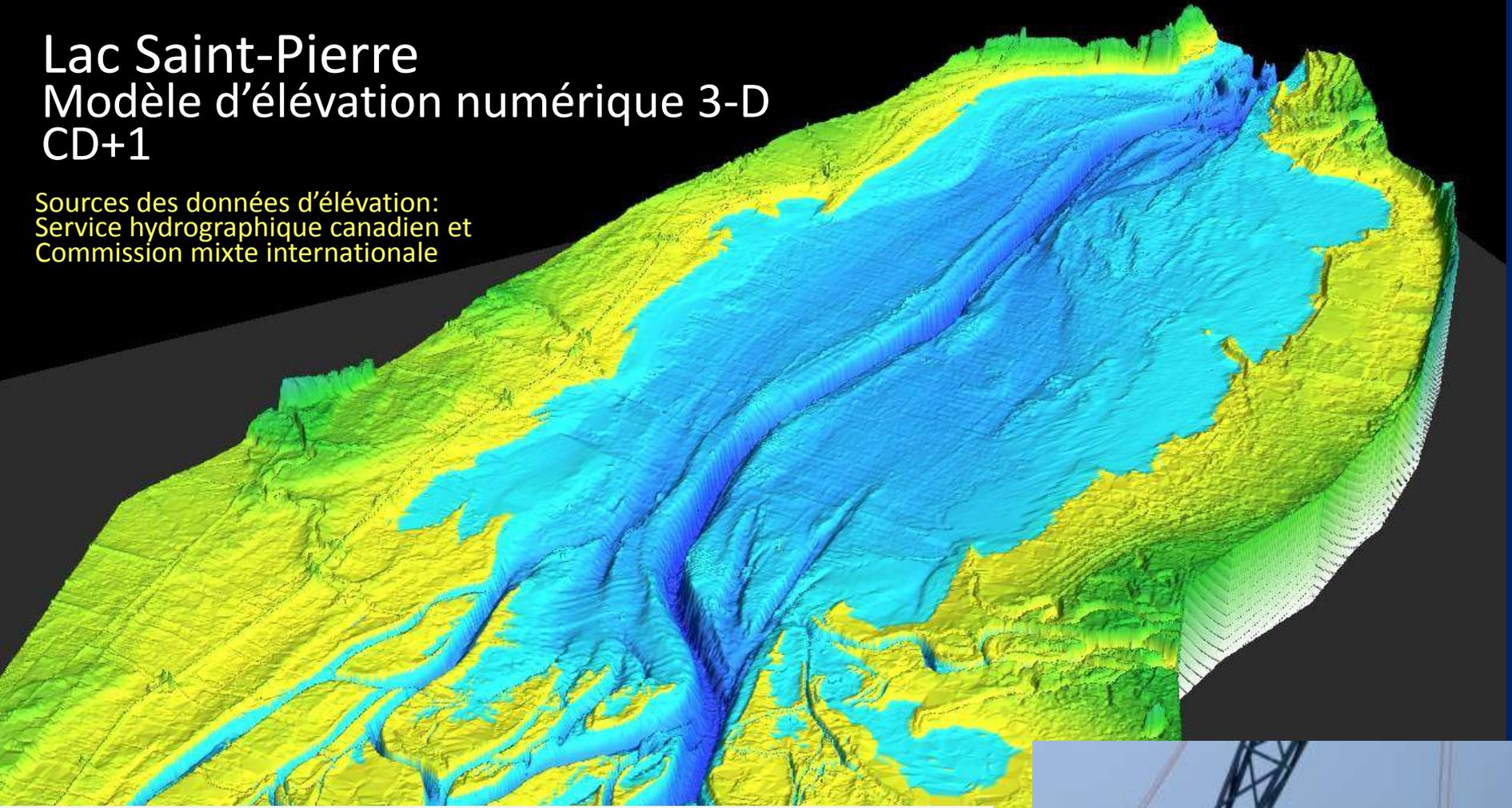
Source : Serge Villeneuve, Environnement Canada, Bureau du directeur général régional  
ATELIER D'ÉCHANGES SUR L'INTÉGRITÉ ÉCOSYSTÉMIQUE DU LAC SAINT-PIERRE, 24 MARS 2015 UQTR

# Lac Saint-Pierre

## Modèle d'élévation numérique 3-D

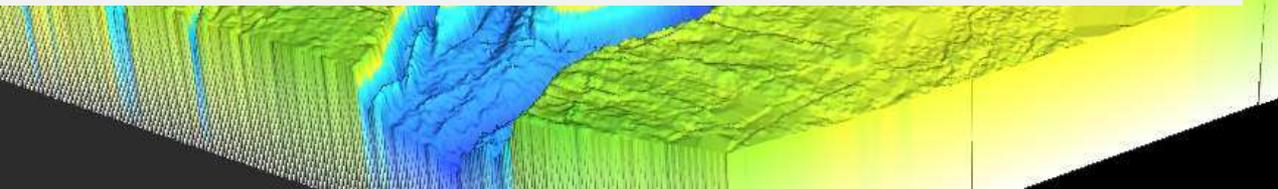
### CD+1

Sources des données d'élévation:  
Service hydrographique canadien et  
Commission mixte internationale



Un double problème :

- Espèces exotiques
- Confinement hydrodynamique de la pollution agricole



# Le port de Montréal

Montréal: Origine du tonnage du fret conteneurisé et non conteneurisé déchargé, 1995 (12 Mt) et 2005 (16 Mt)

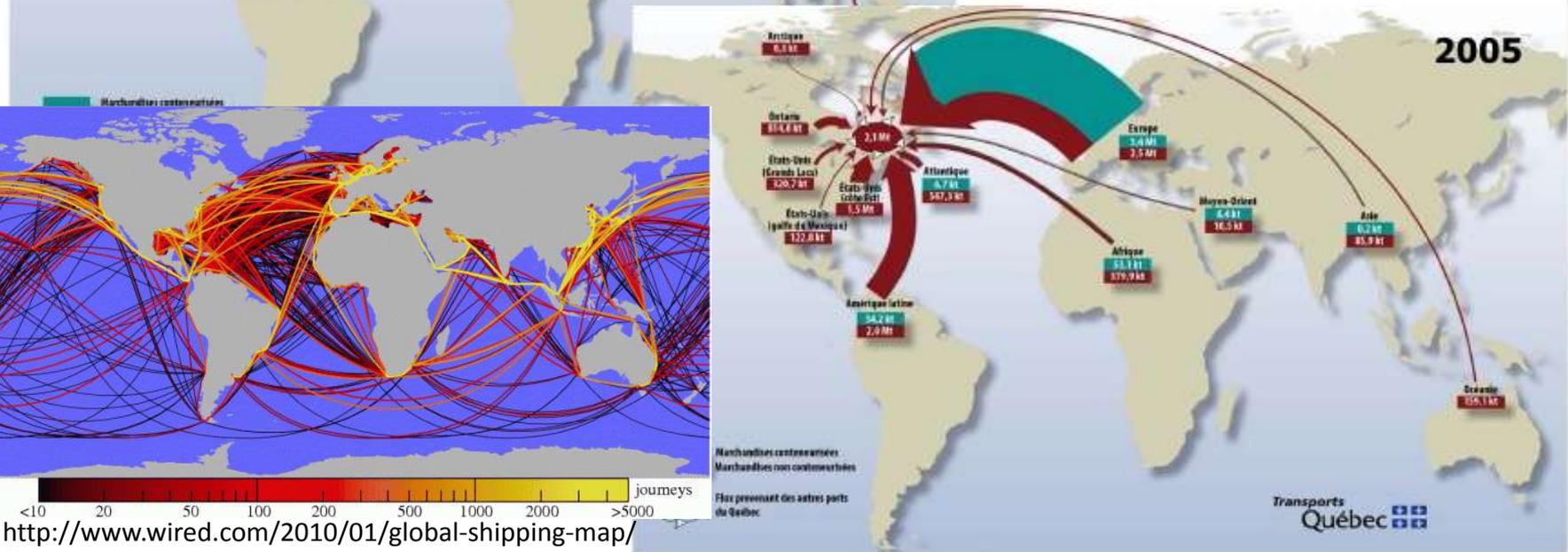


1995



Navigation commerciale  
Eaux douces → eaux douces  
= espèces invasives

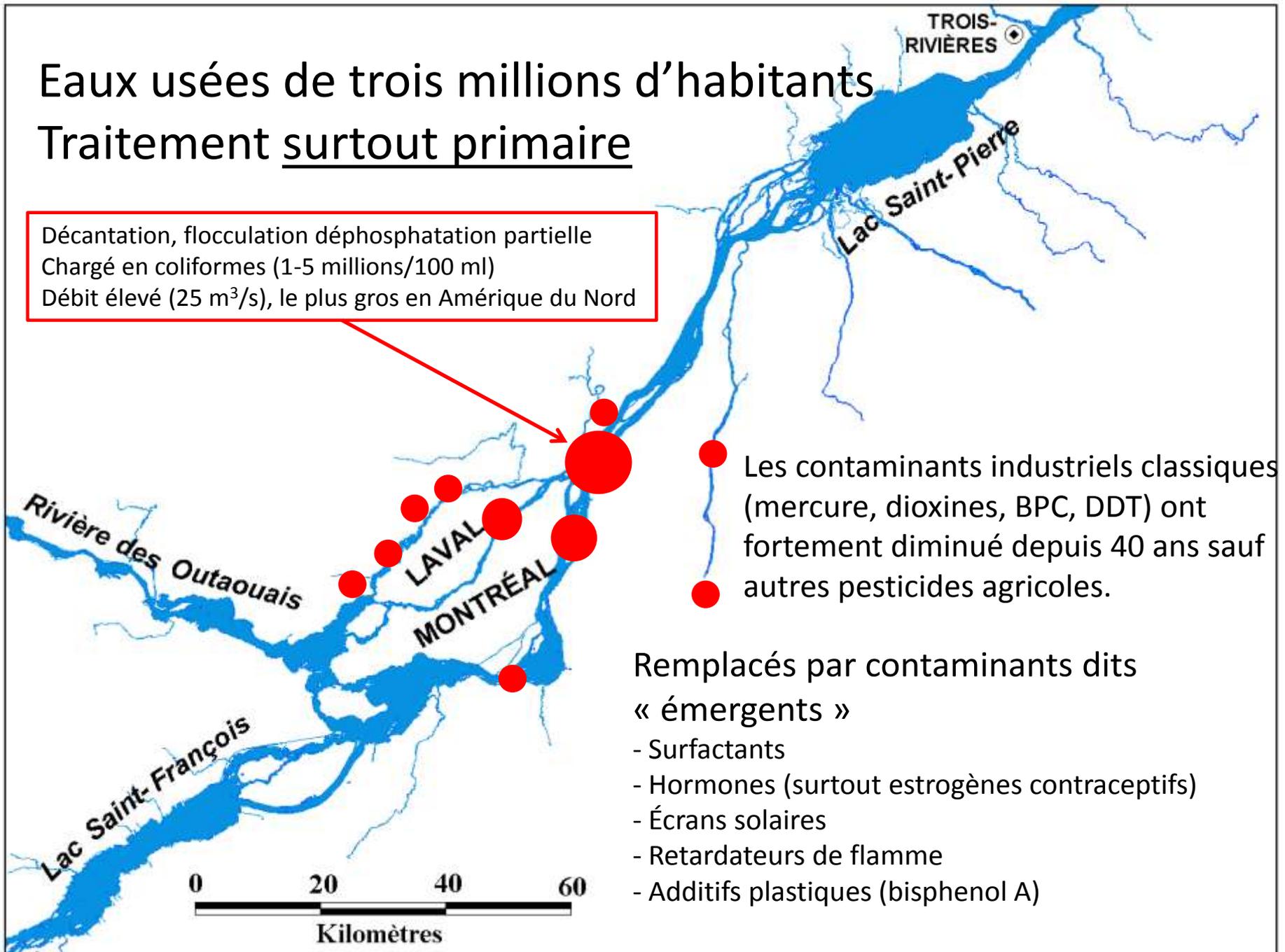
2005



# Eaux usées de trois millions d'habitants

## Traitement surtout primaire

Décantation, flocculation déphosphatation partielle  
Chargé en coliformes (1-5 millions/100 ml)  
Débit élevé (25 m<sup>3</sup>/s), le plus gros en Amérique du Nord





Centre Saint-Laurent

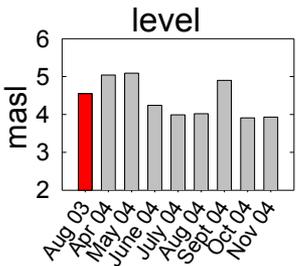
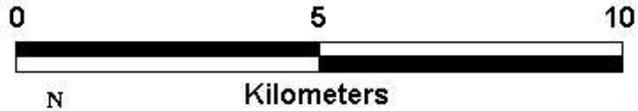


Université de Montréal

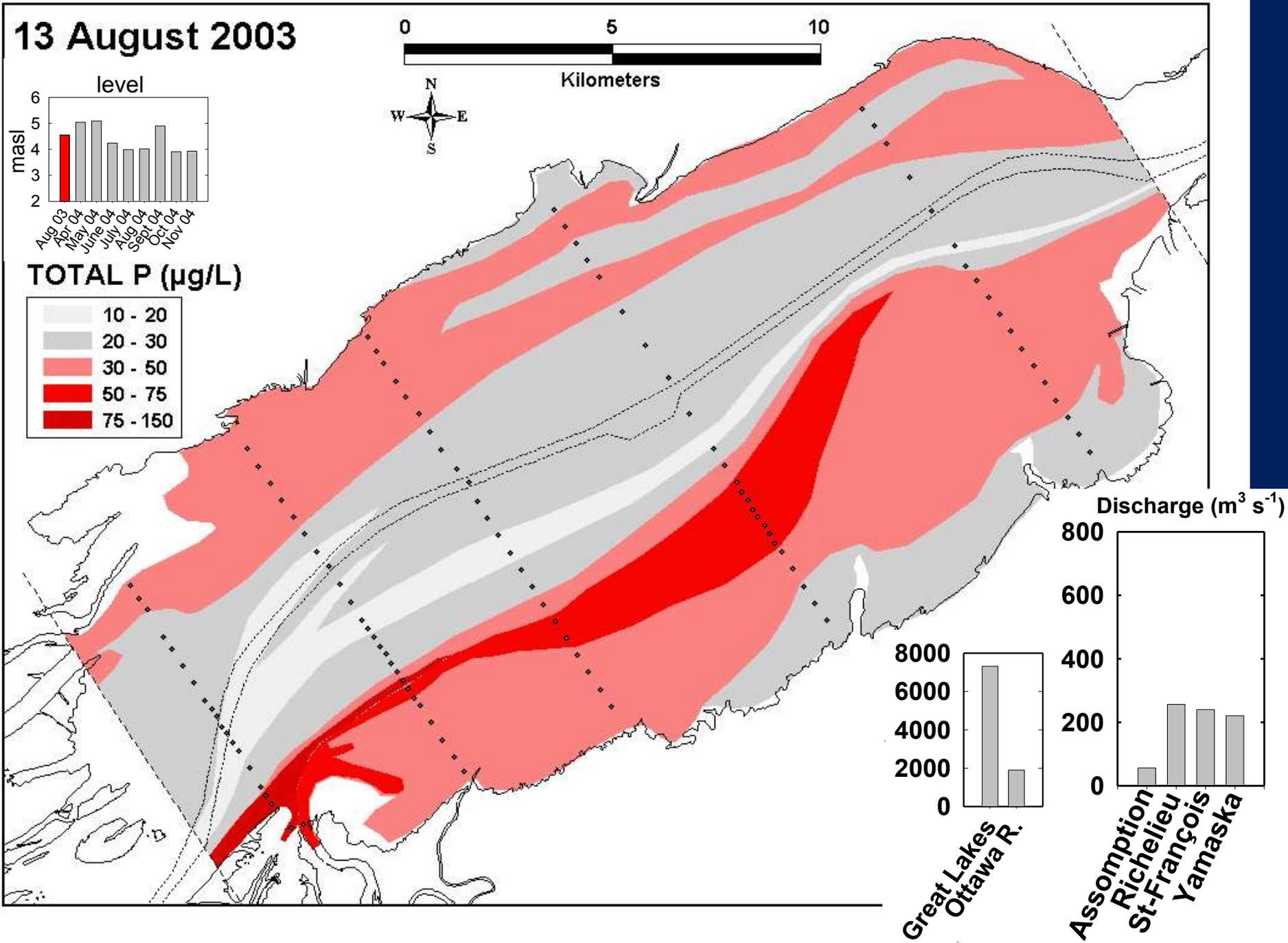
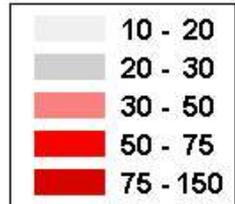
## Variables mesurées (2003-2004) 110 stations

- 1- Ammonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ )
- 2- Azote total
- 3- Carbone organique dissous
- 4- Chlorophylle a
- 5- Conductivité
- 6- Nitrate ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )
- 7- Oxygène dissous
- 8- pH
- 9- Phosphore total
- 10- Phosphore total dissous
- 11- Atténuation lumineuse
- 12- Courant (vitesse, direction)
- 13- Profondeur
- 14- Température
- 15- Transparence
- 16- Turbidité

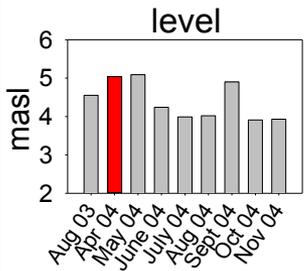
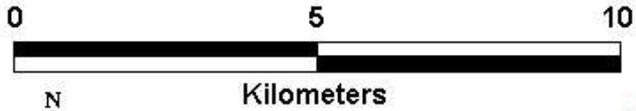
# 13 August 2003



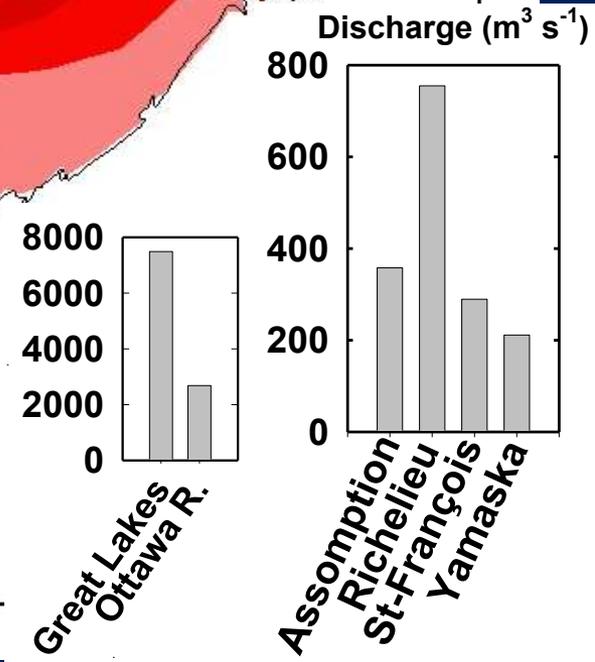
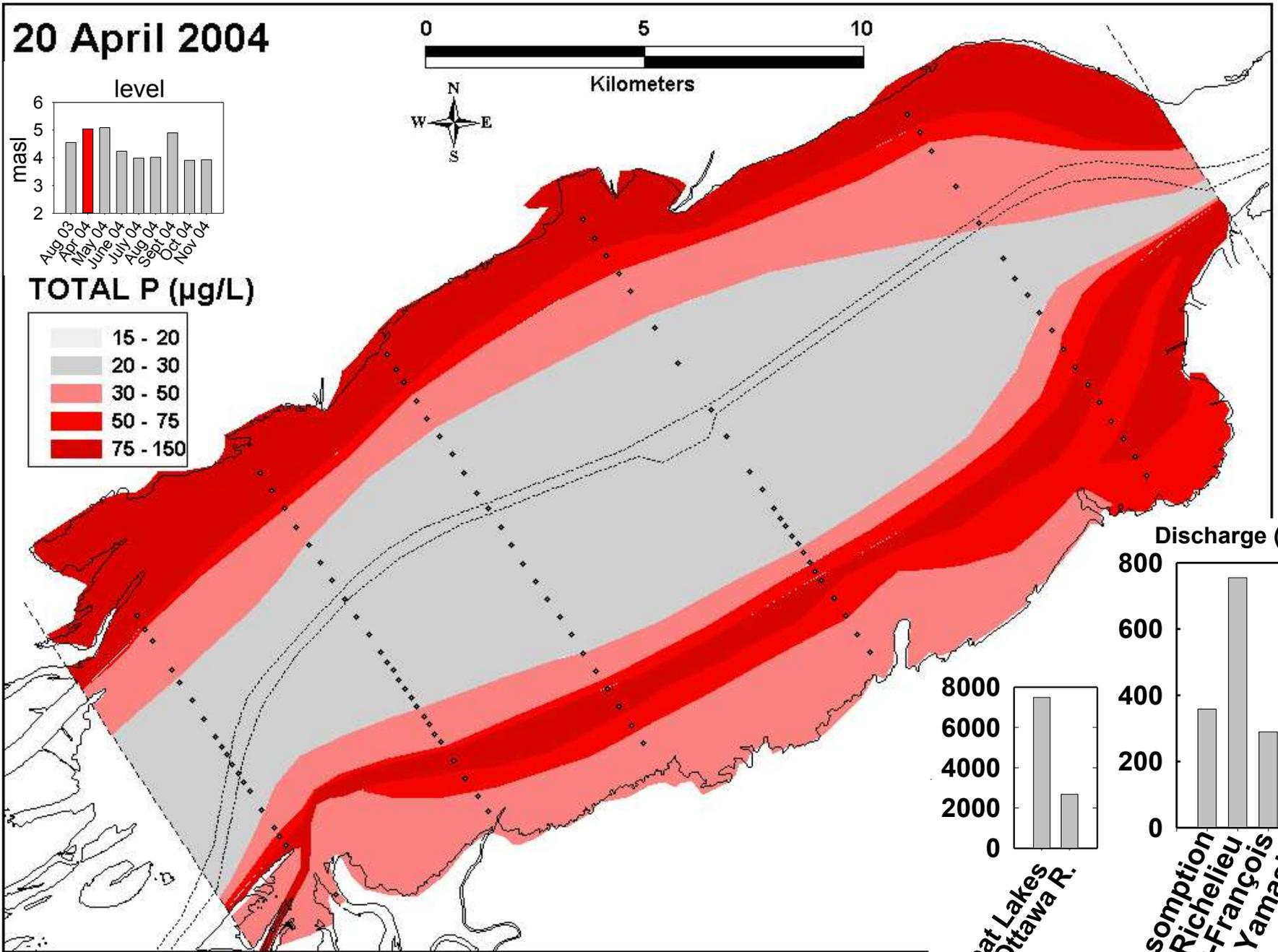
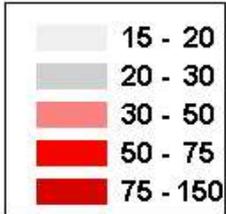
## TOTAL P ( $\mu\text{g/L}$ )



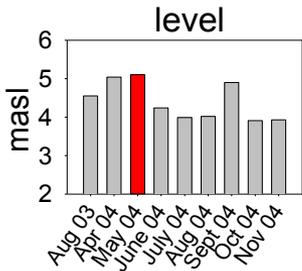
# 20 April 2004



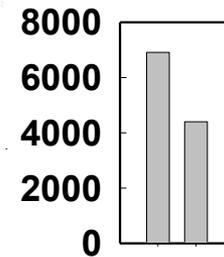
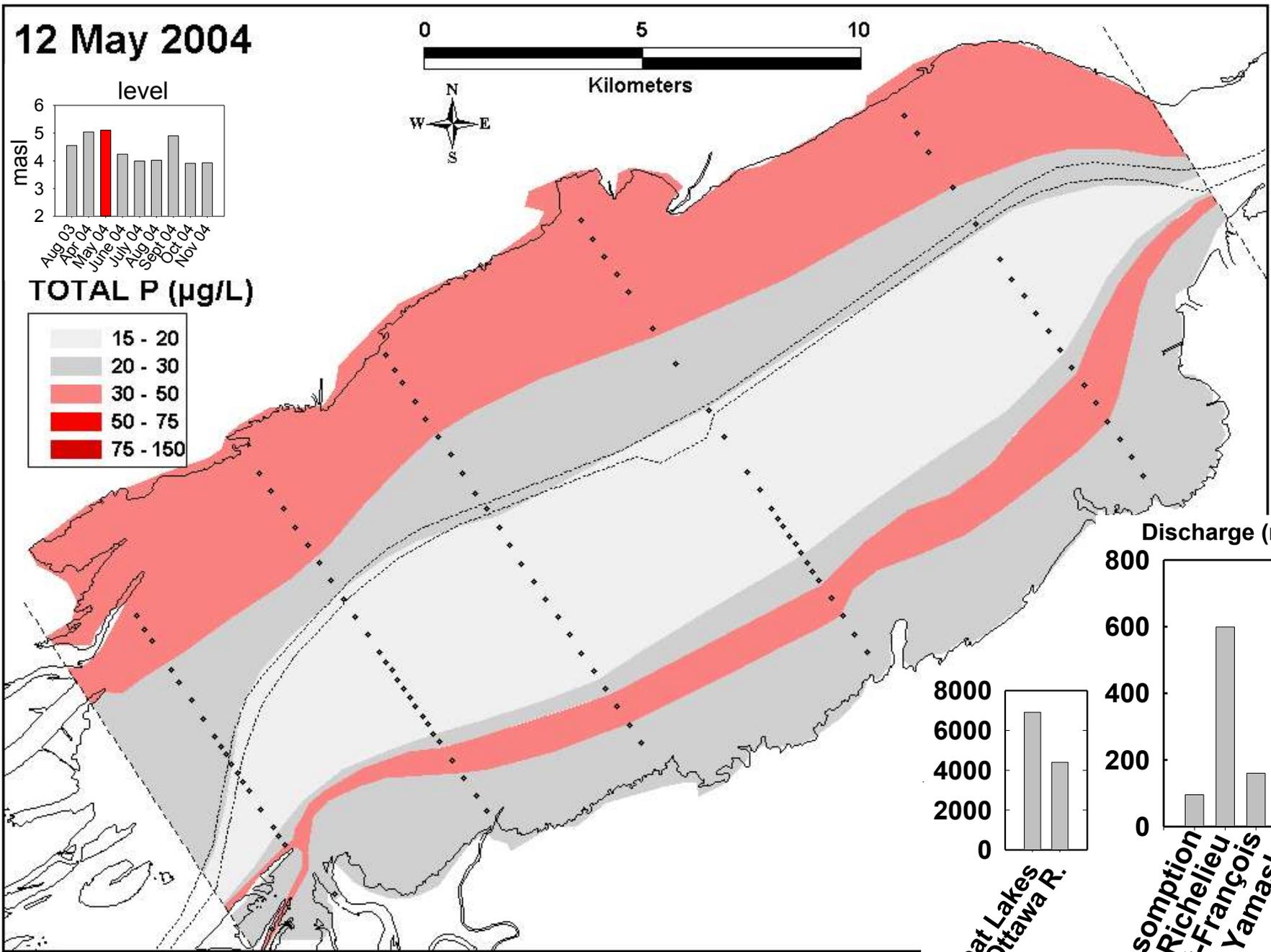
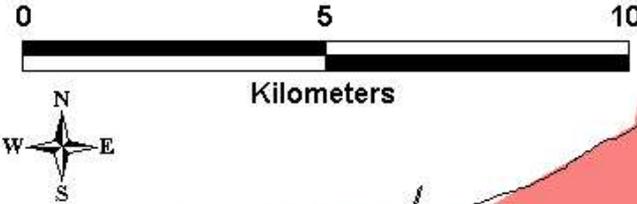
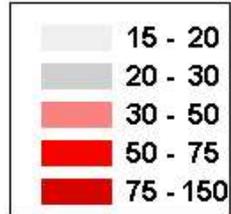
## TOTAL P ( $\mu\text{g/L}$ )



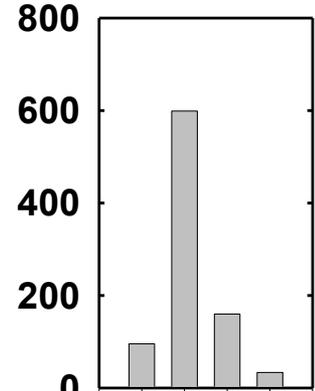
12 May 2004



TOTAL P ( $\mu\text{g/L}$ )



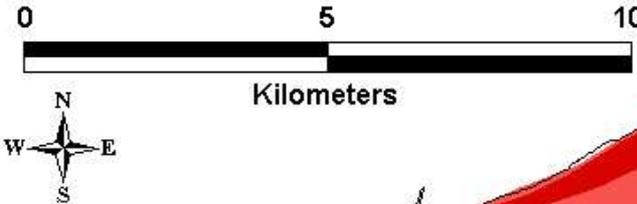
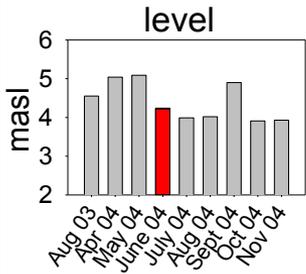
Discharge ( $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ )



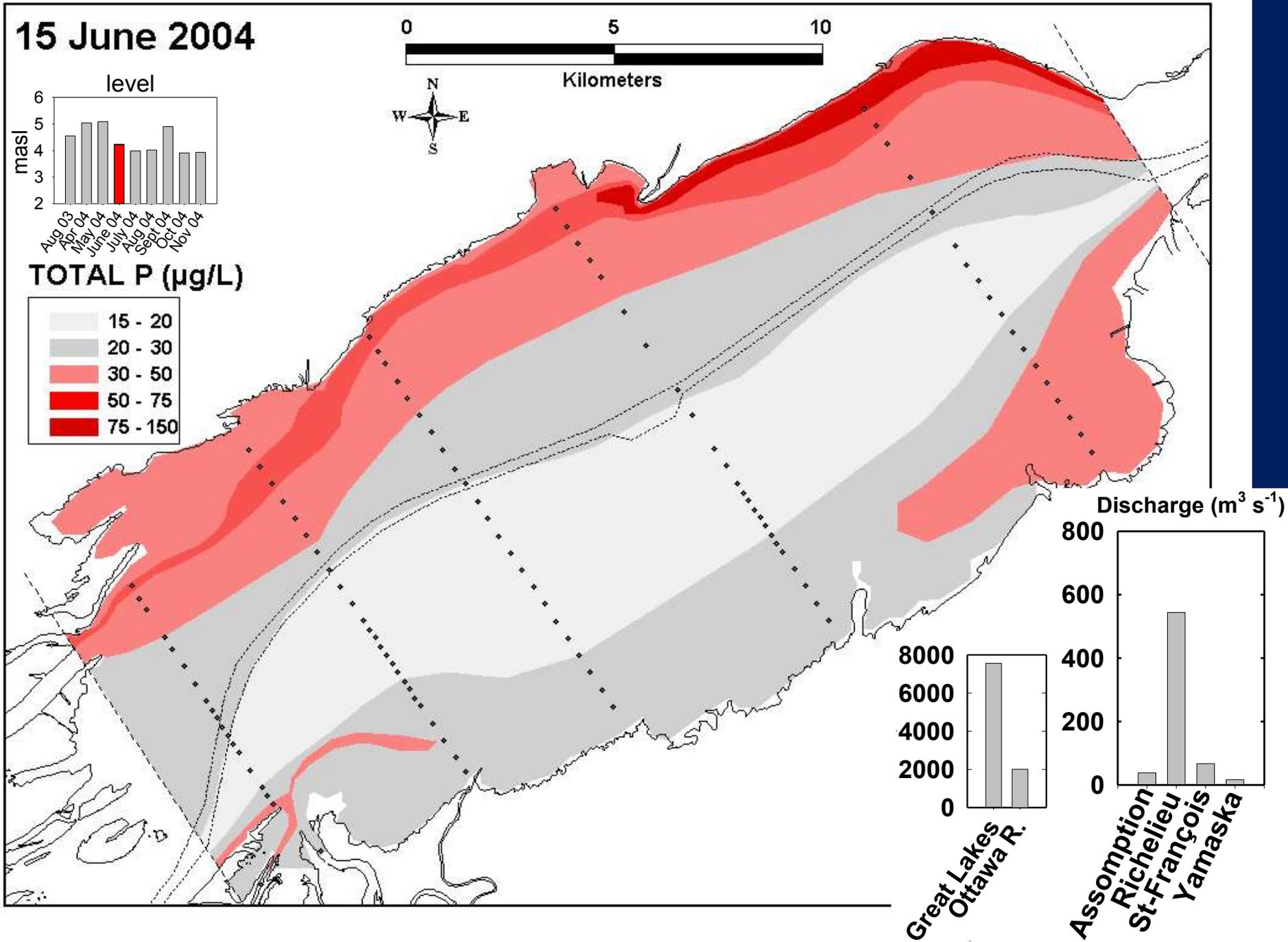
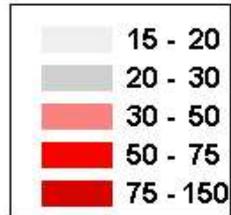
Great Lakes  
Ottawa R.

Assomption  
Richelieu  
St-François  
Yamaska

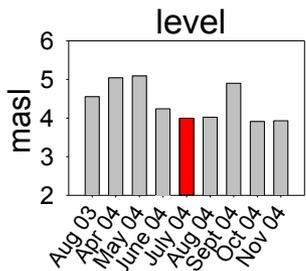
# 15 June 2004



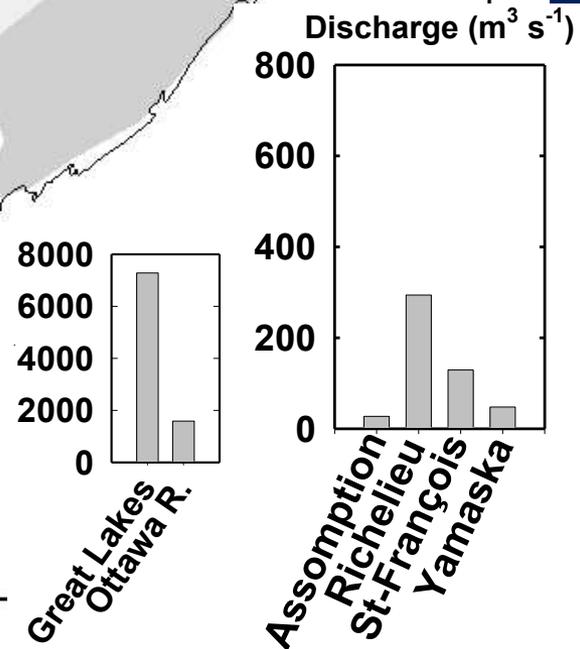
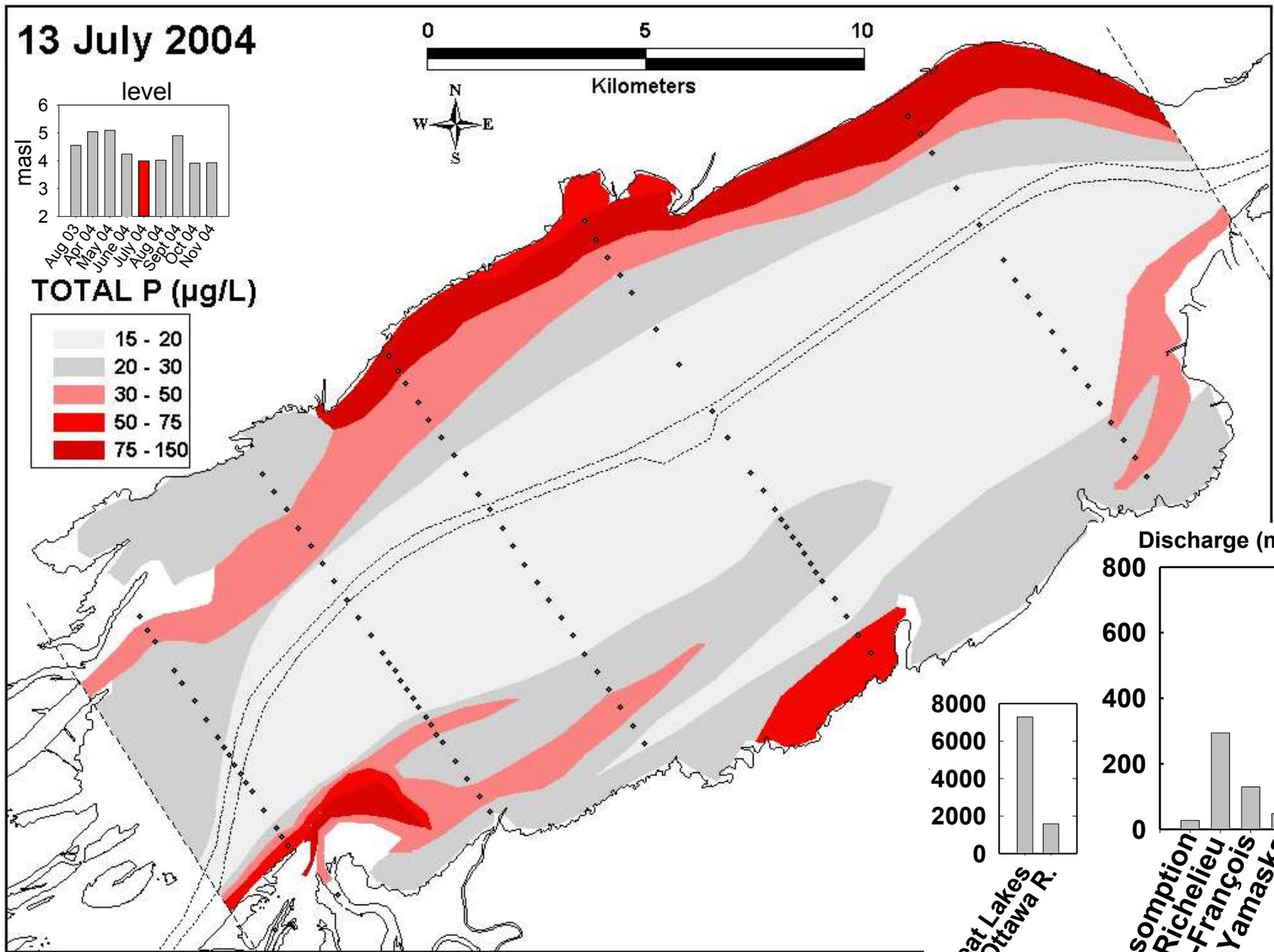
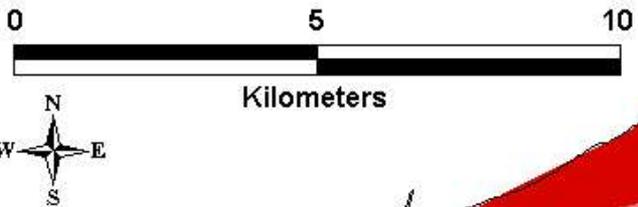
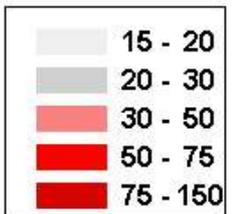
## TOTAL P ( $\mu\text{g/L}$ )



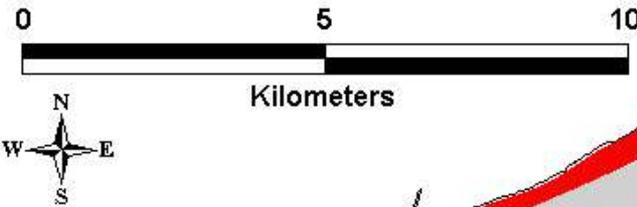
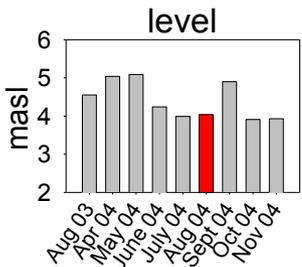
# 13 July 2004



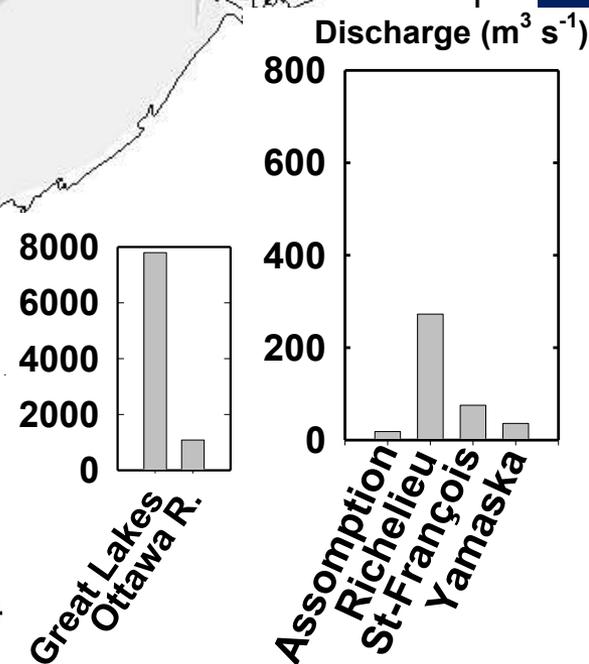
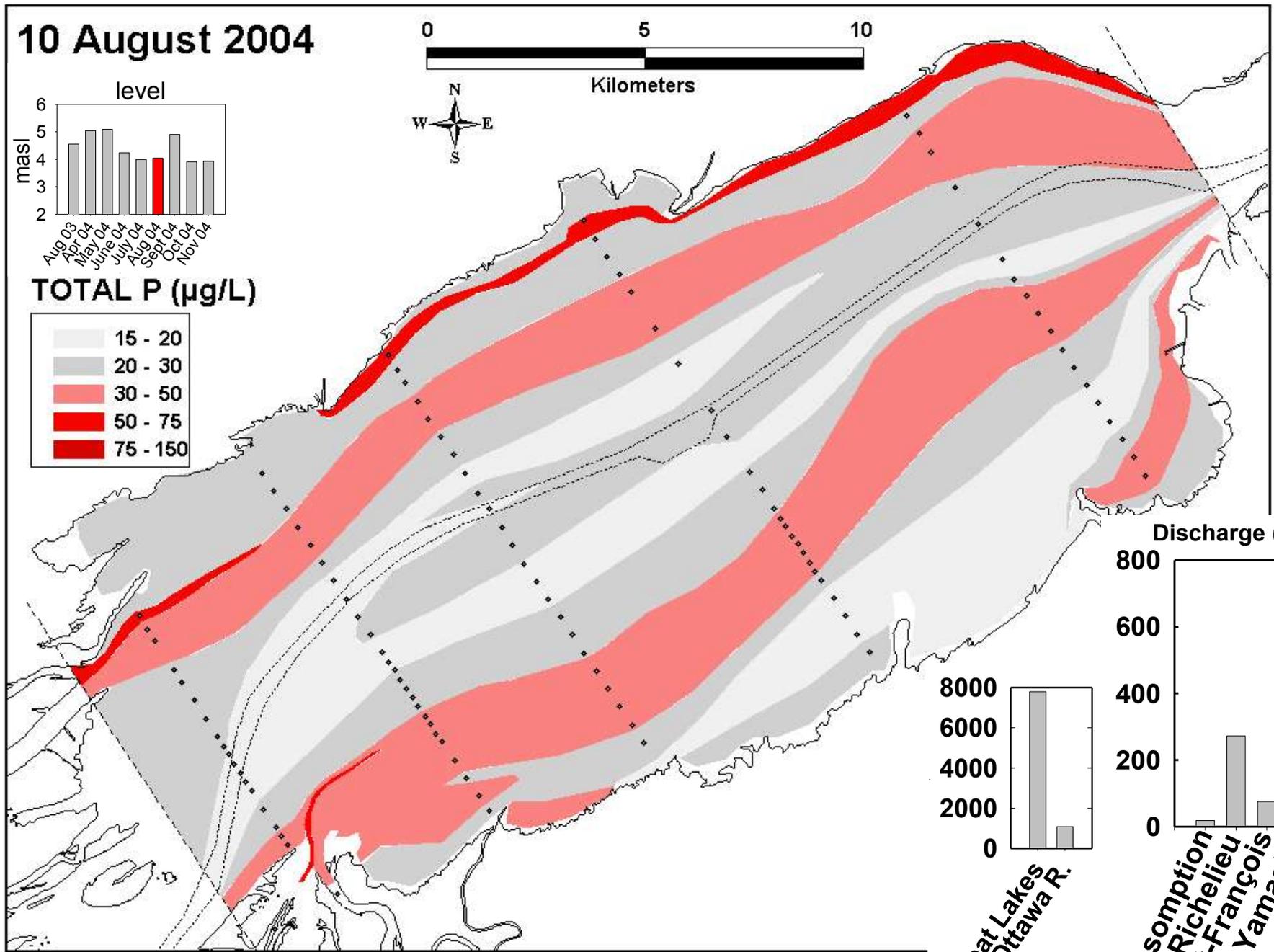
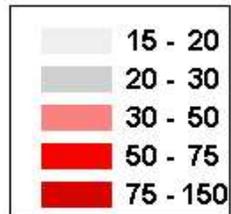
## TOTAL P ( $\mu\text{g/L}$ )



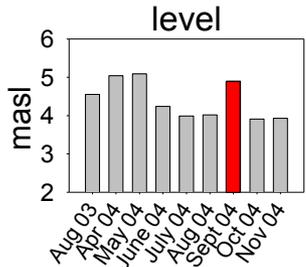
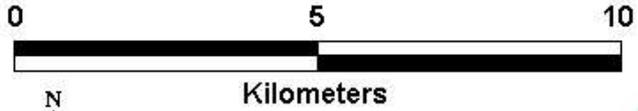
# 10 August 2004



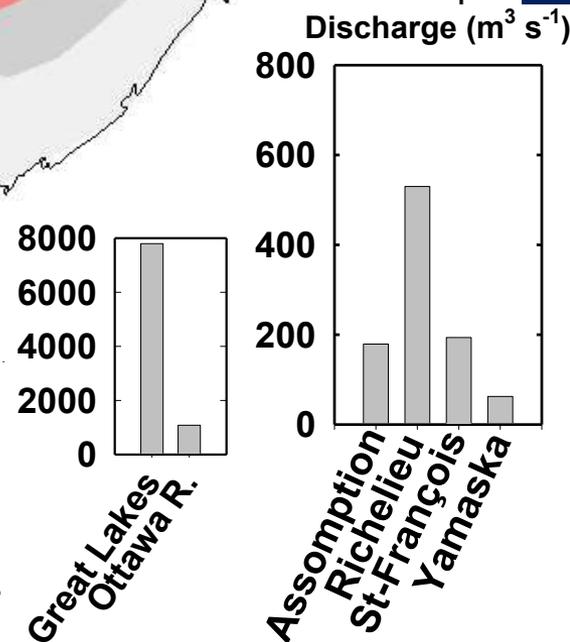
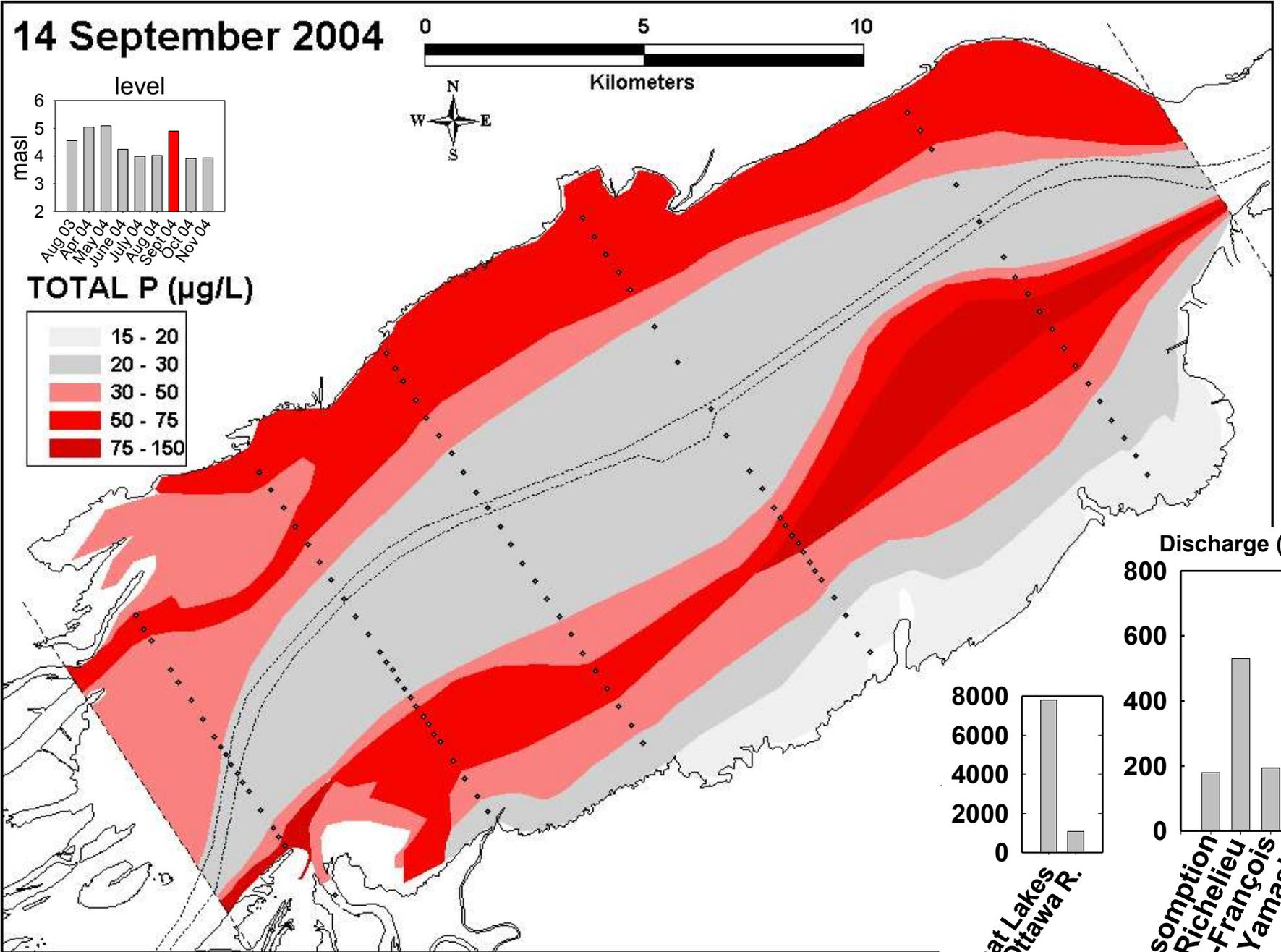
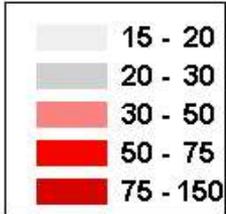
## TOTAL P ( $\mu\text{g/L}$ )



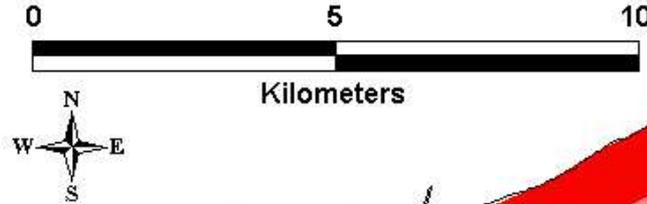
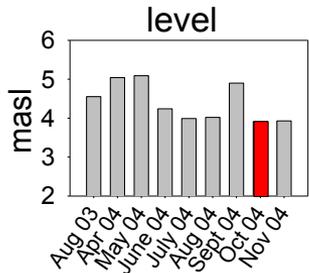
# 14 September 2004



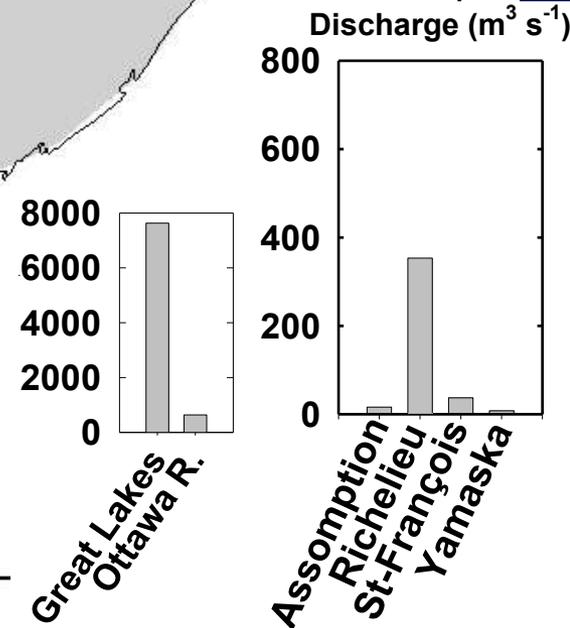
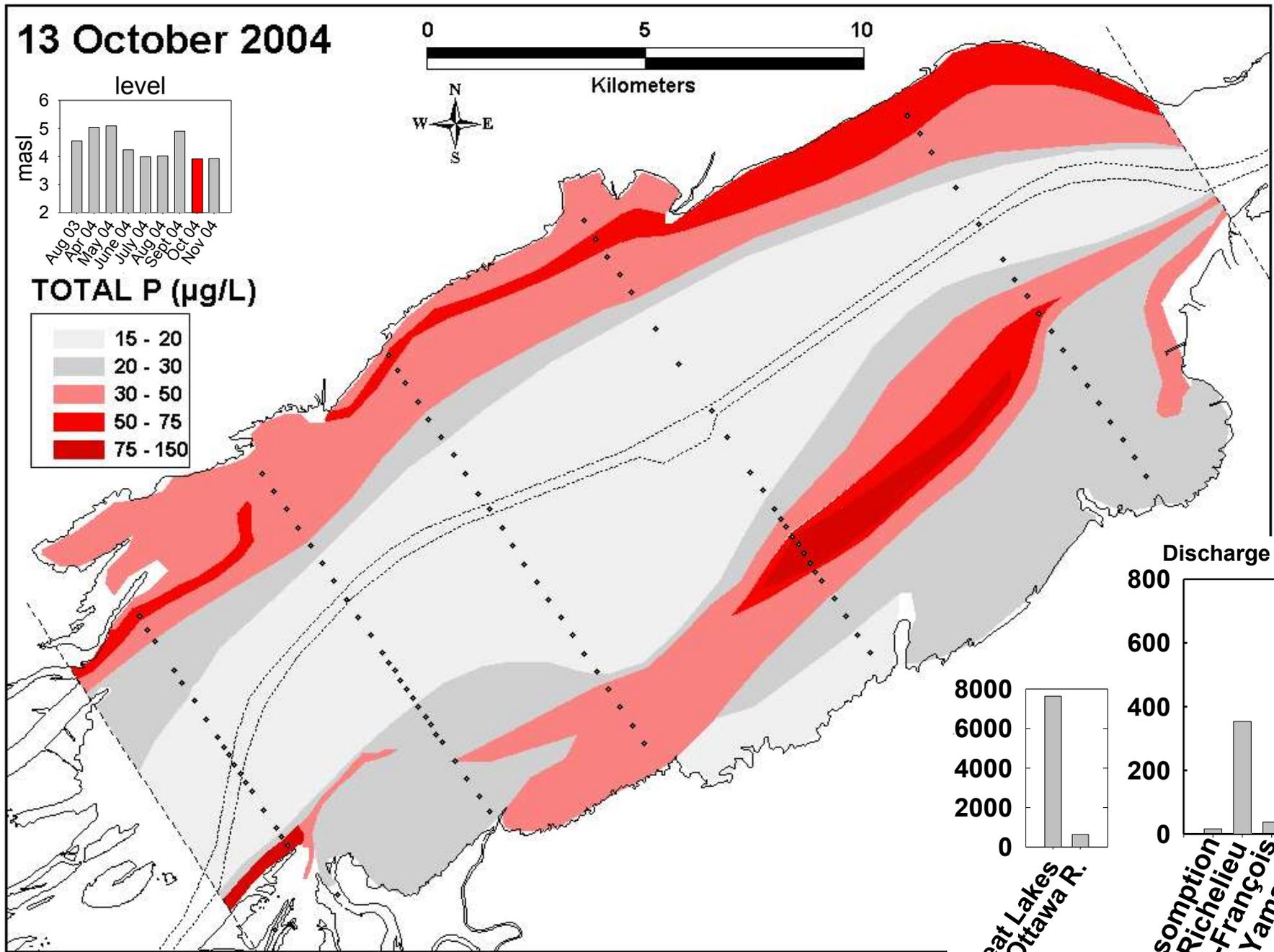
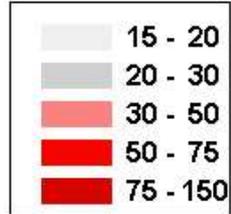
## TOTAL P ( $\mu\text{g/L}$ )



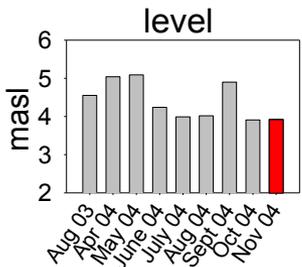
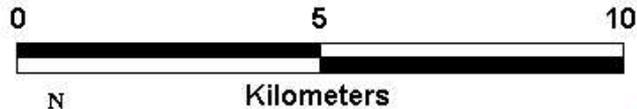
# 13 October 2004



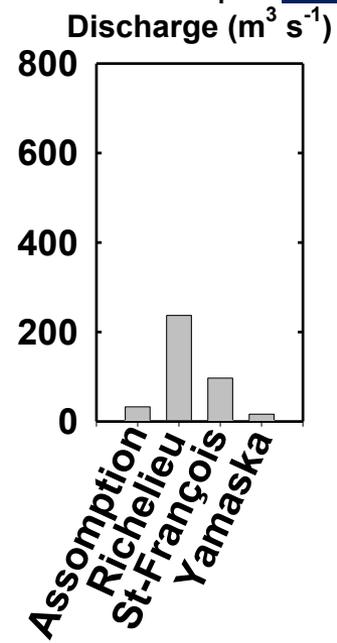
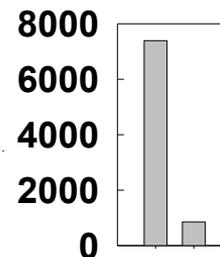
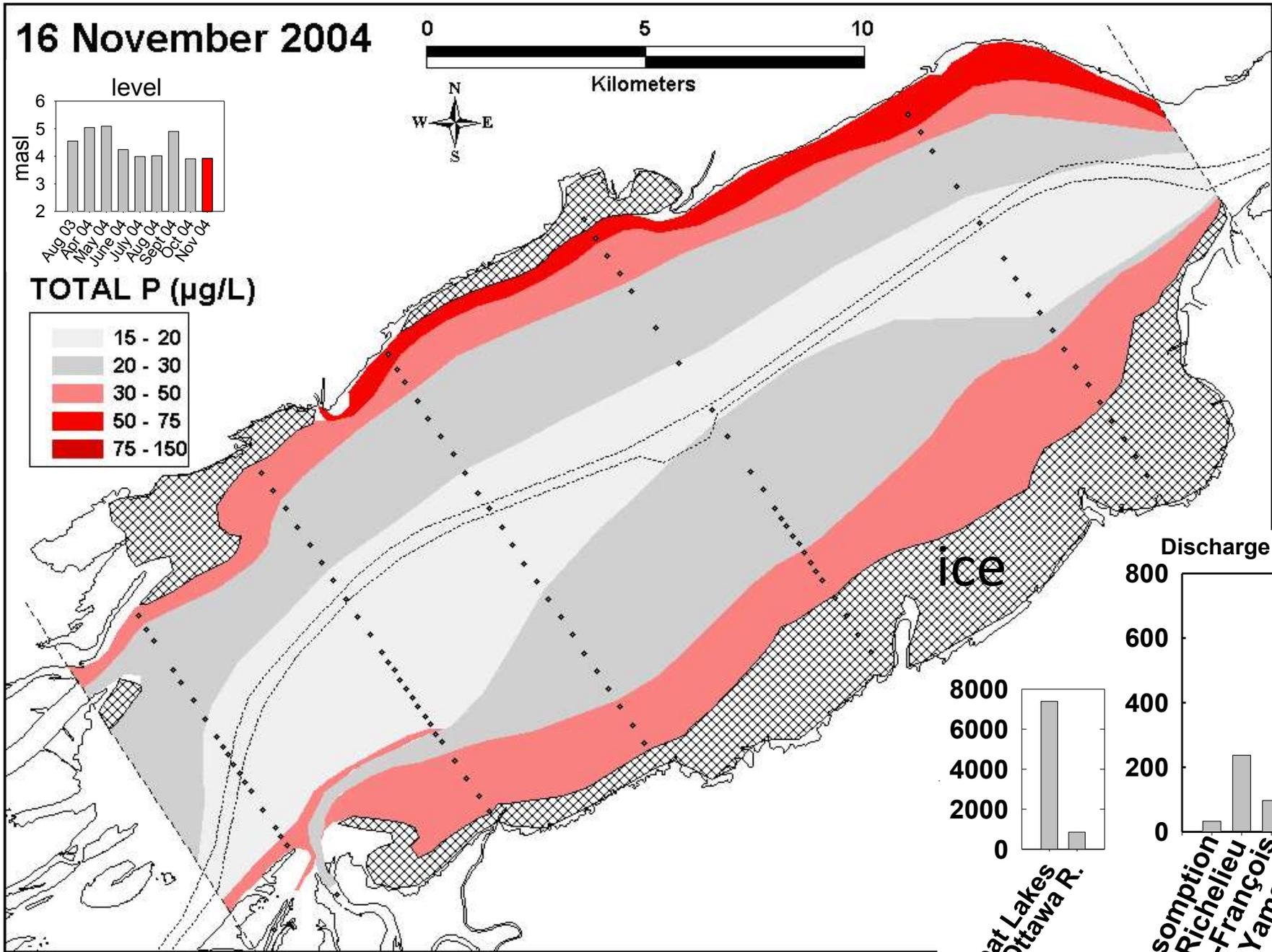
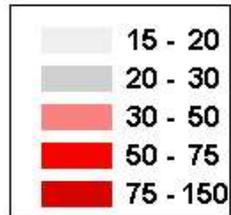
## TOTAL P ( $\mu\text{g/L}$ )



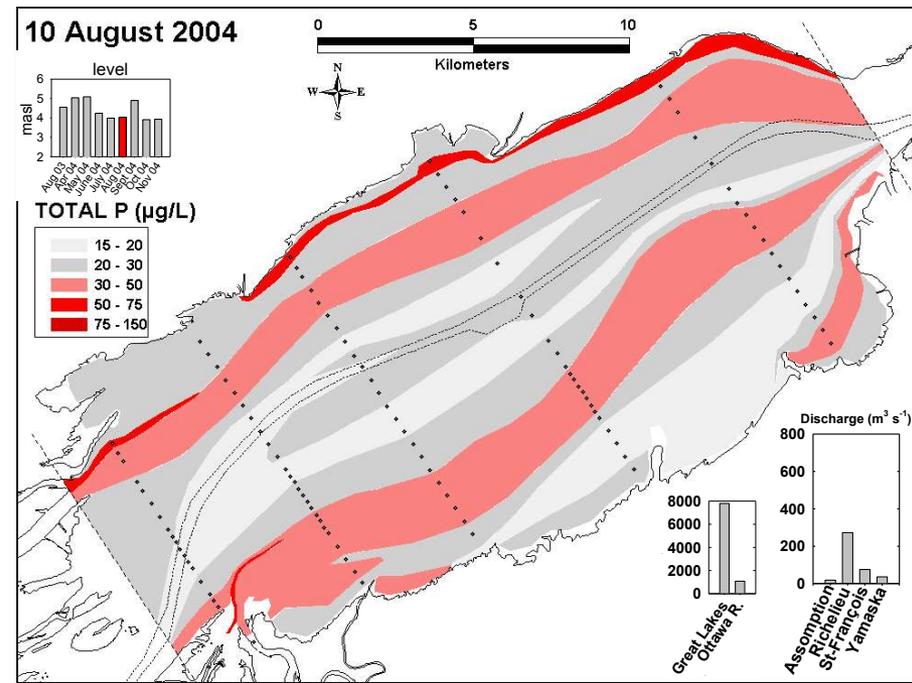
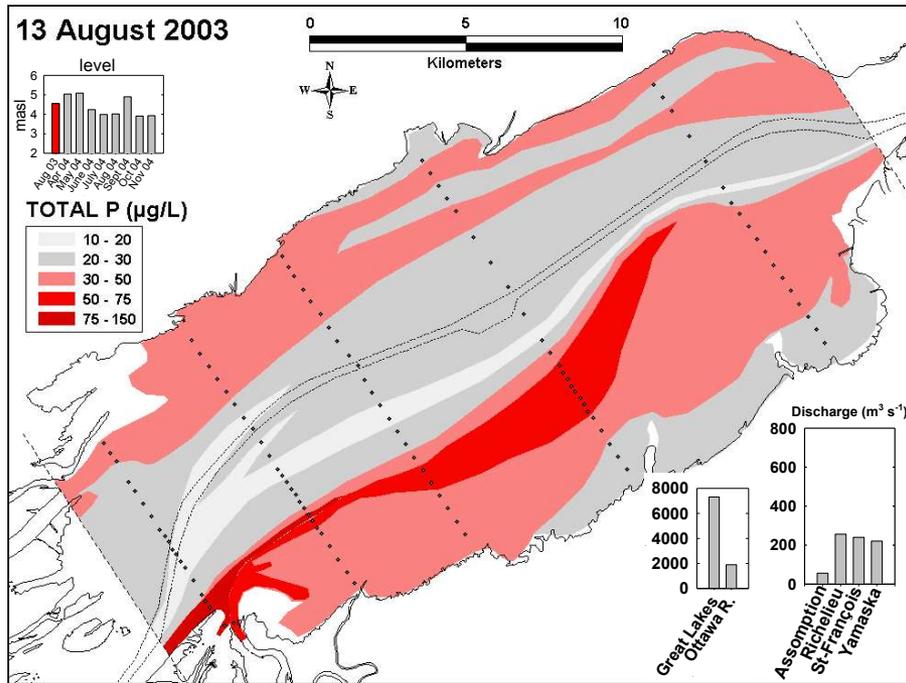
# 16 November 2004



## TOTAL P ( $\mu\text{g/L}$ )



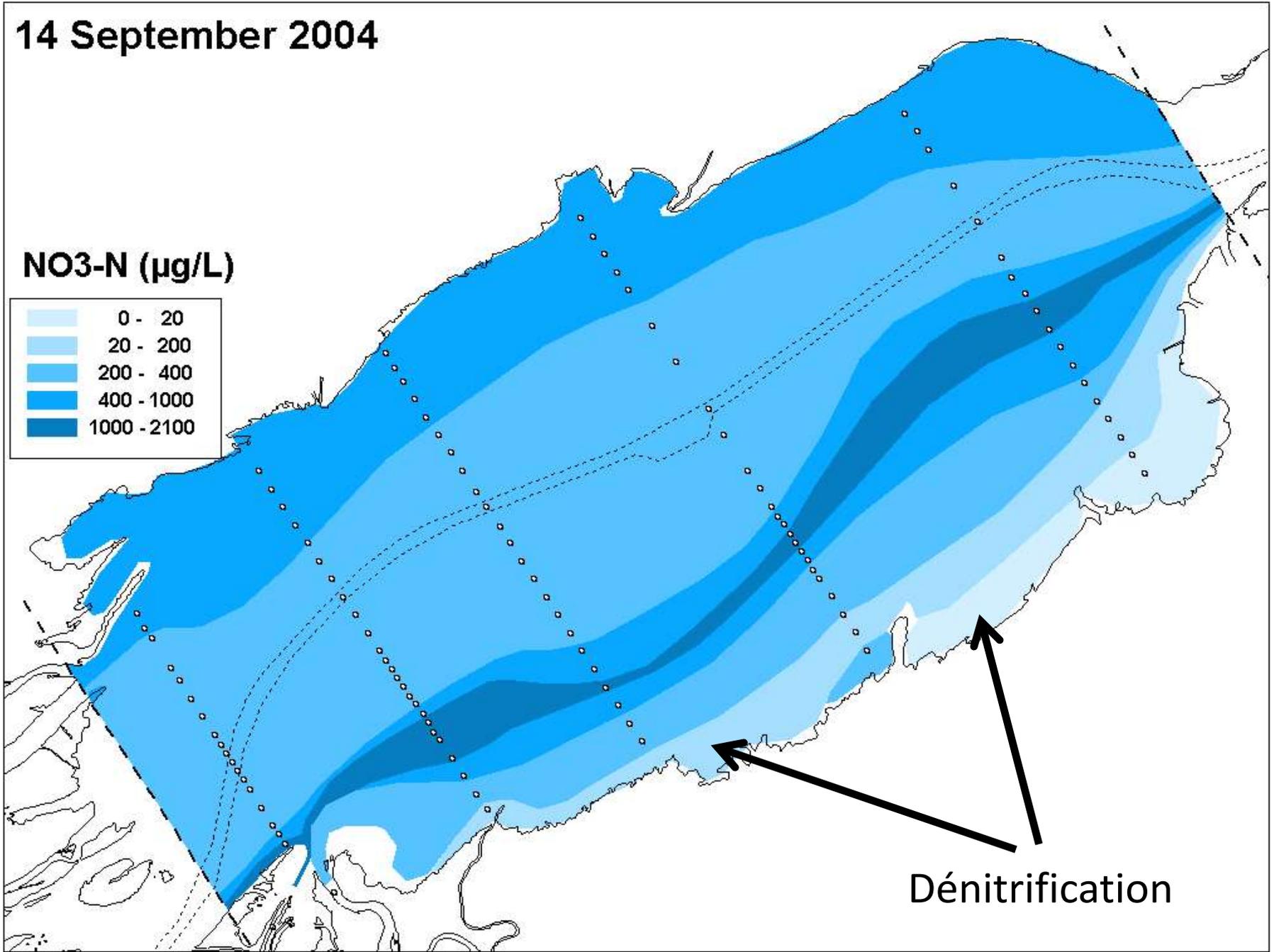
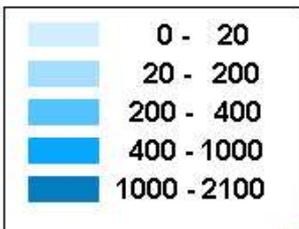
# Les années se suivent mais ne se ressemblent pas





14 September 2004

NO<sub>3</sub>-N (µg/L)



Dénitrification

# Quoi de neuf dans cette gibelotte d'impacts ?

- Contaminants émergents
- Nouveaux pesticides et usages
- Cyanobactéries ?
- Déclin des macrophytes submergés
- Déclin de la perchaude



# Déclin des macrophytes submergés



# Prolifération de cyanobactéries benthiques dans les zones de croissance des jeunes perchaudes (documenté depuis 2005)

Hudon et al. 2012

Aquat Sci (2012) 74:495–511  
DOI 10.1007/s00027-011-0243-2

Aquatic Sciences

RESEARCH ARTICLE

## Oligotrophication from wetland epuration alters the riverine trophic network and carrying capacity for fish

Christiane Hudon · Antonella Cattaneo · Anne-Marie Tourville Poirier ·  
Philippe Brodeur · Pierre Dumont · Yves Mailhot · Jean-Pierre Amyot ·  
Simon-Pierre Despatie · Yves de Lafontaine

« Oligotrophisation », vraiment ?



Source : Philippe Brodeur et al., TCR-LSP 2014

Lac Saint-François, 20 août 1990

# Un autre lac fluvial beaucoup plus oligotrophe

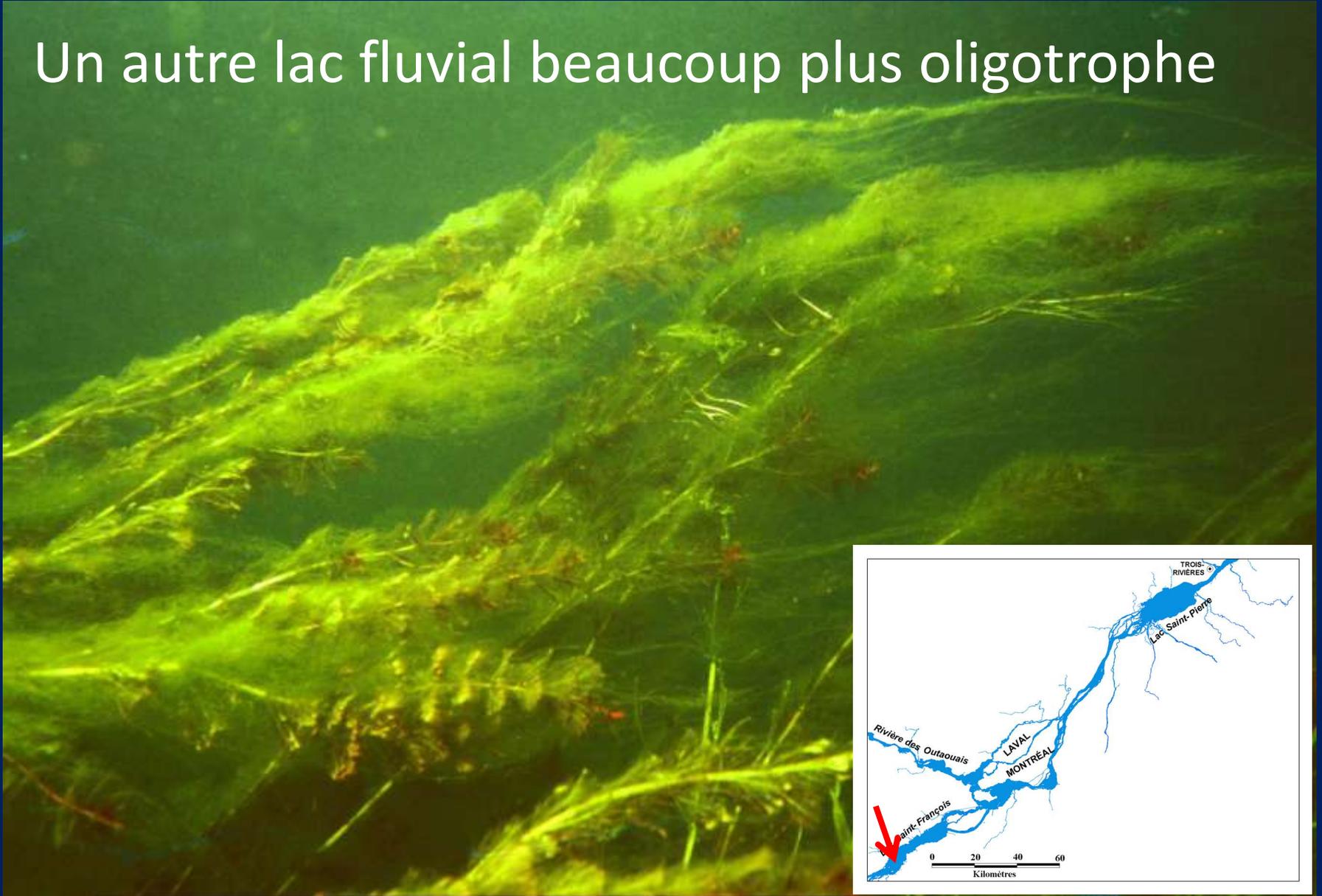


Photo (virale) : R. Carignan

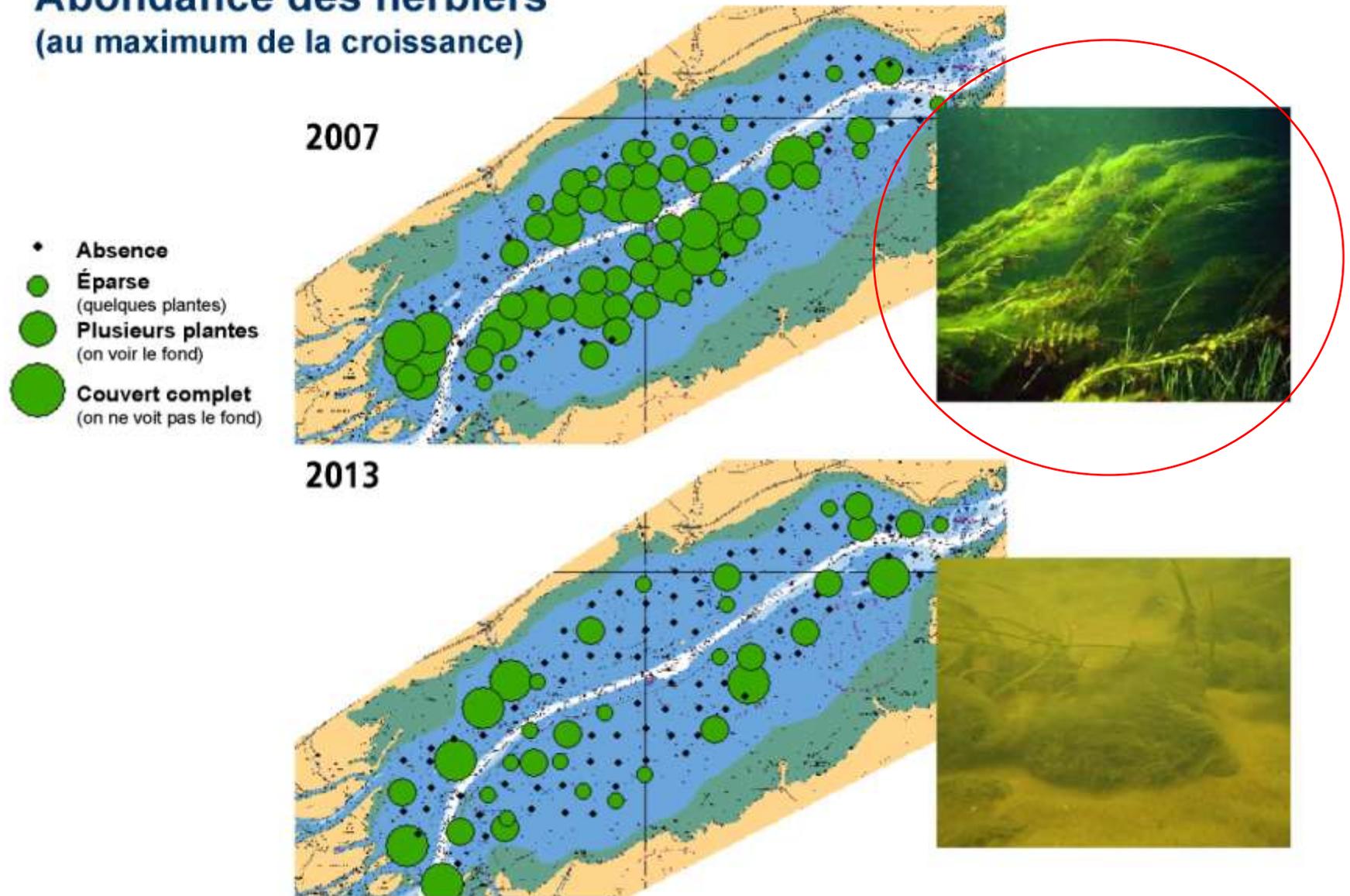
Lac Saint-François, 20 août 1990



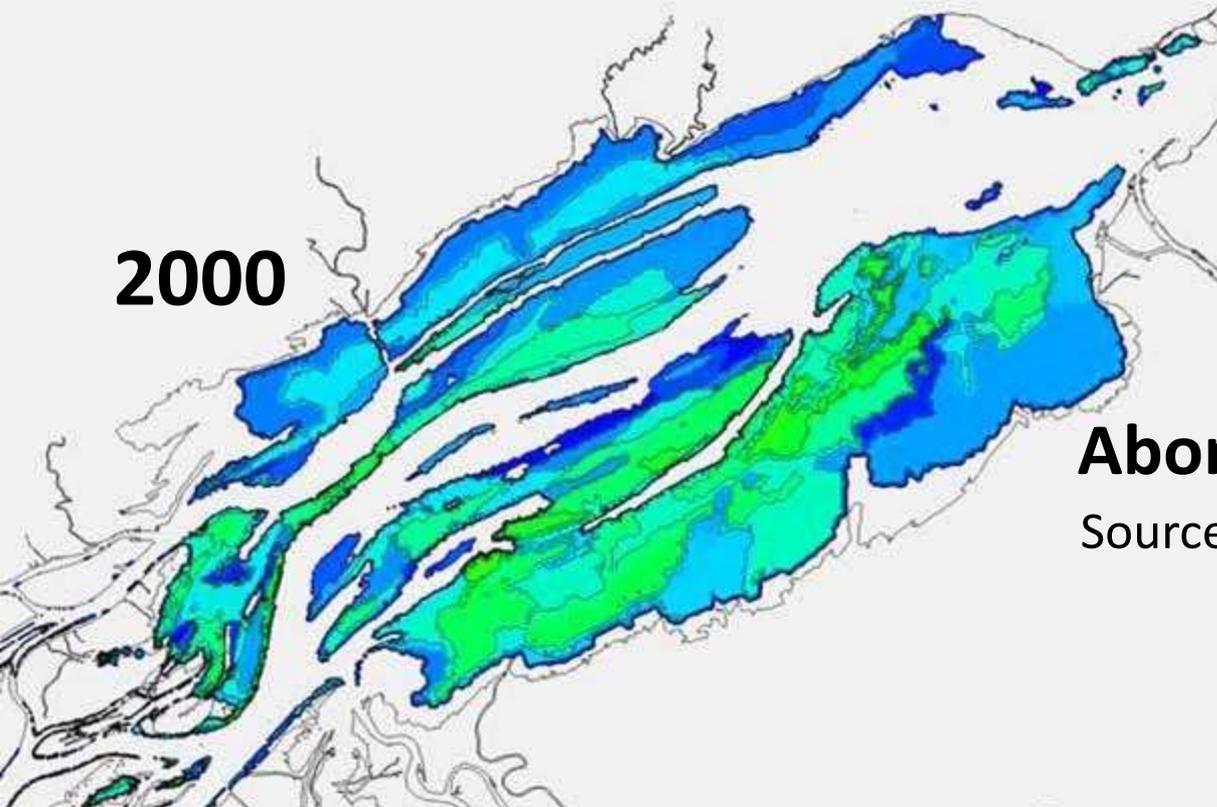
Lac Saint-François, 20 août 1990



# Abondance des herbiers (au maximum de la croissance)



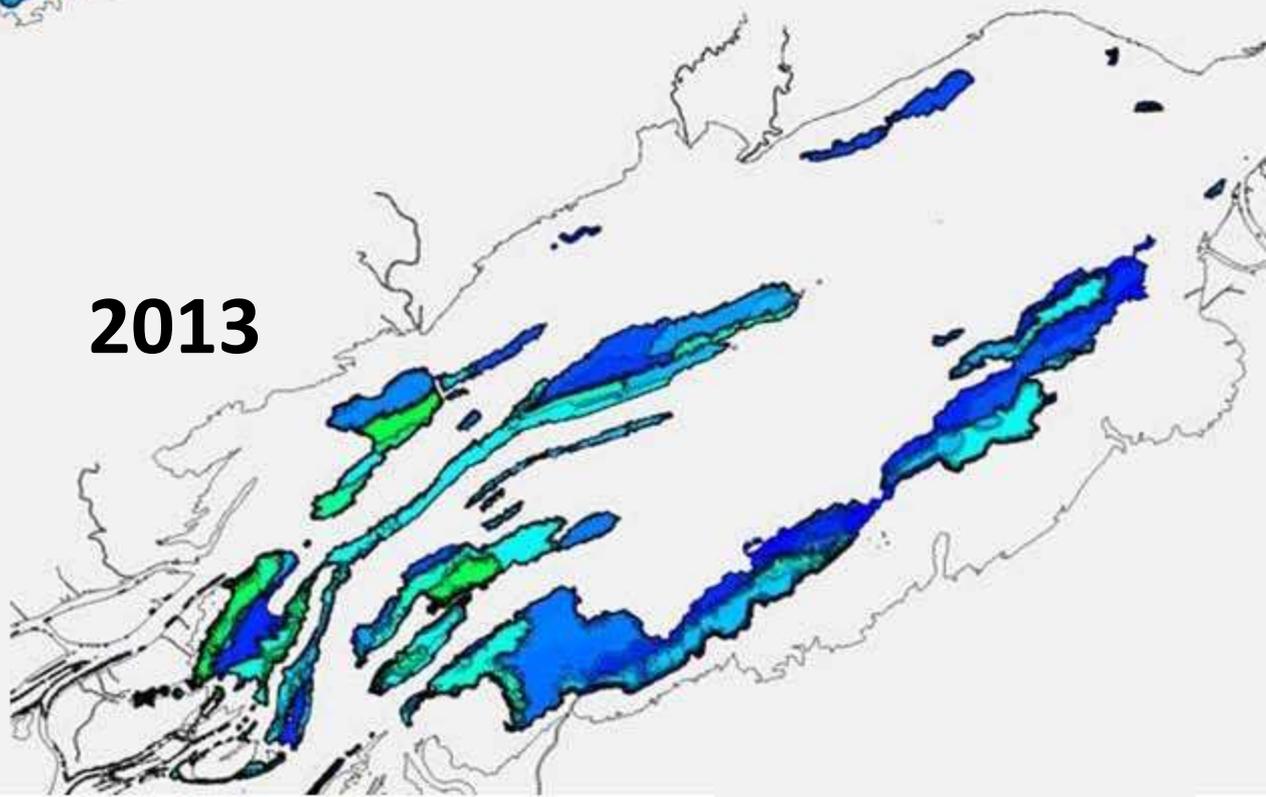
**2000**

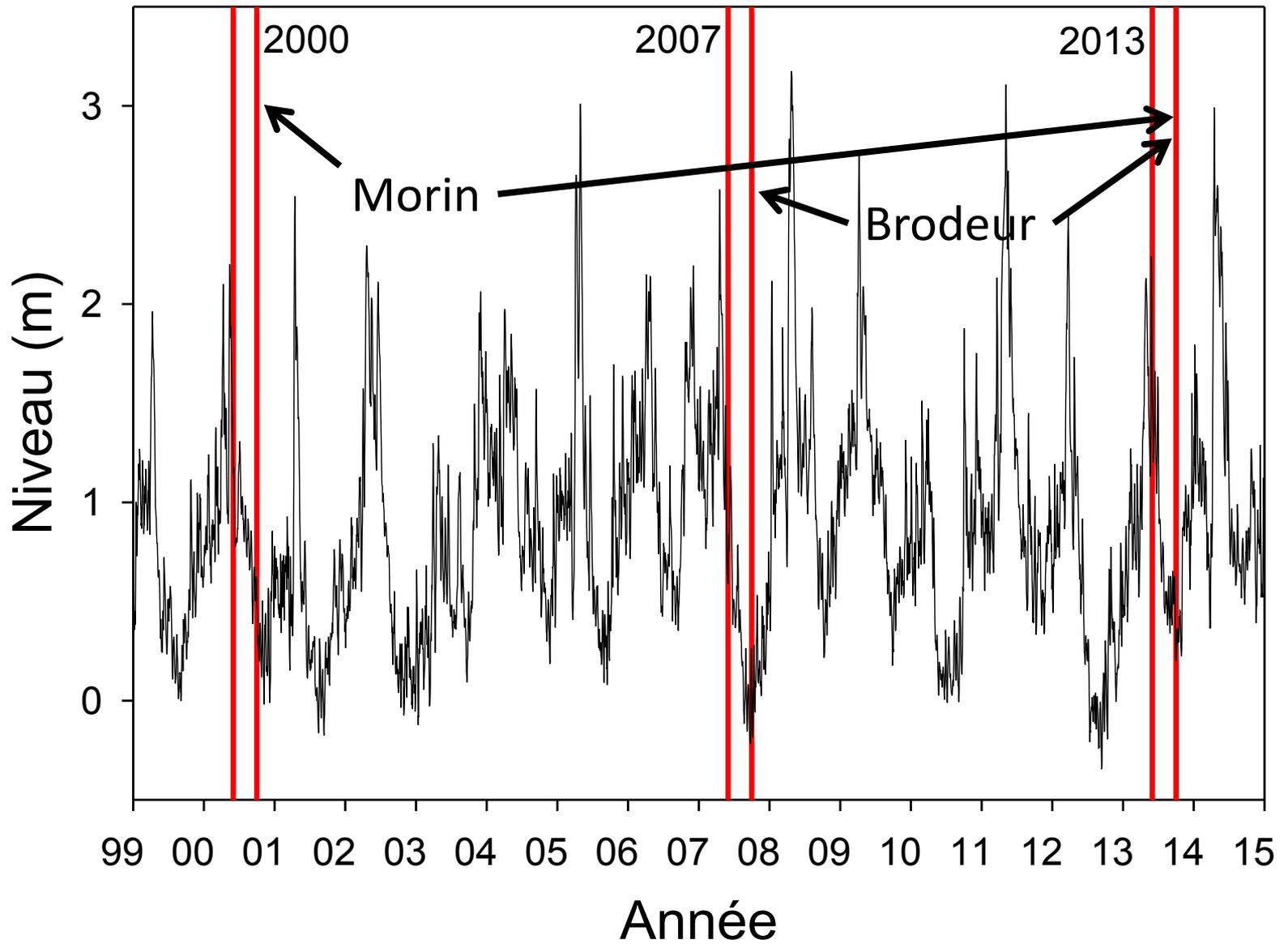


**Abondance des herbiers**

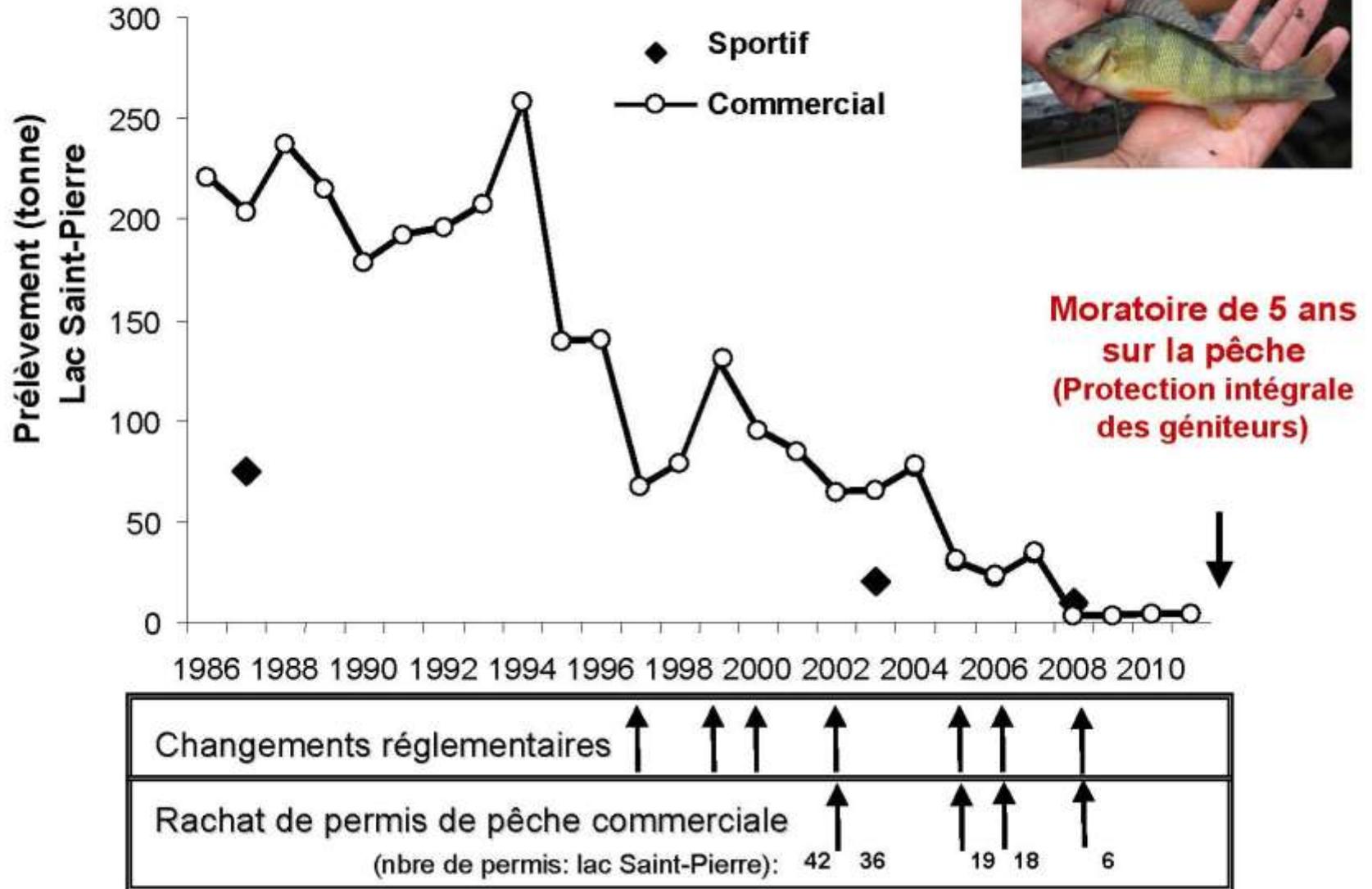
Source : Jean Morin, TCR-LSP 2014

**2013**





# Prélèvements commercial et sportif

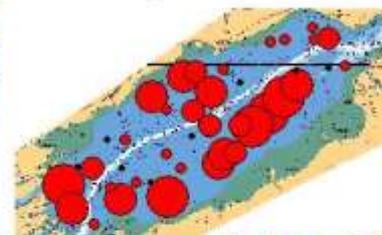
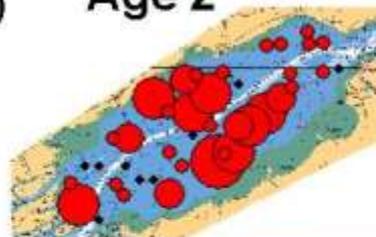
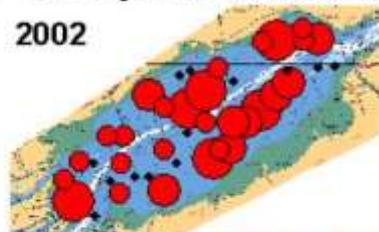


Âge 3 et plus (géniteurs)

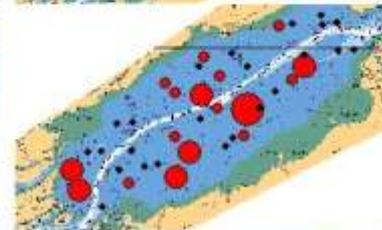
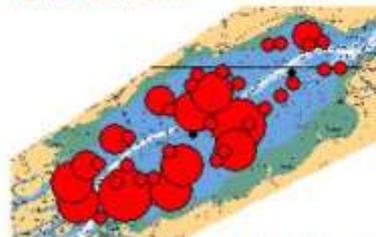
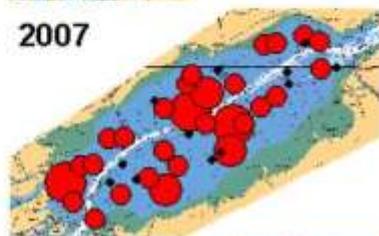
Âge 2

Âge 1

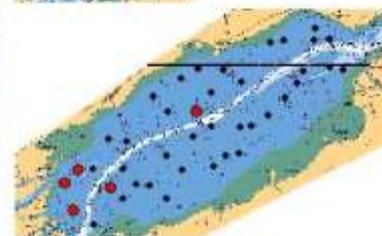
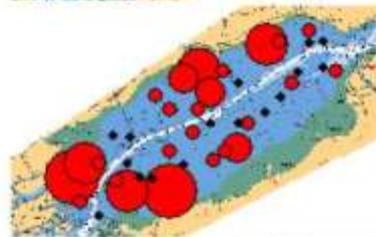
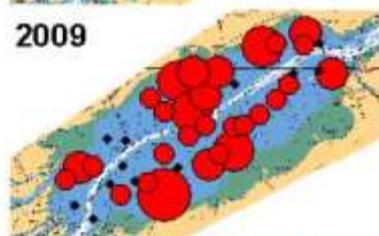
2002



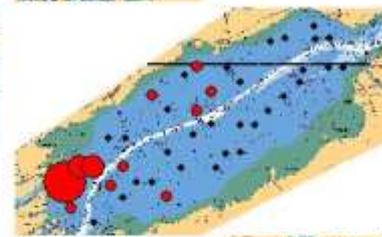
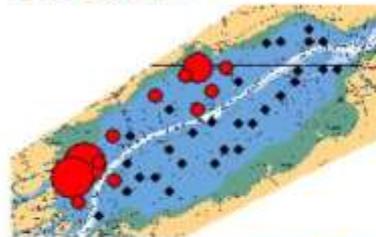
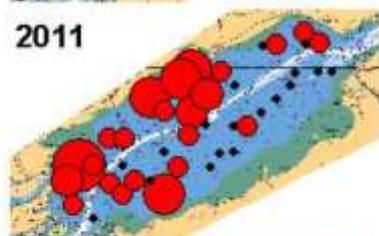
2007



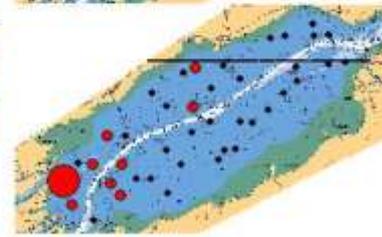
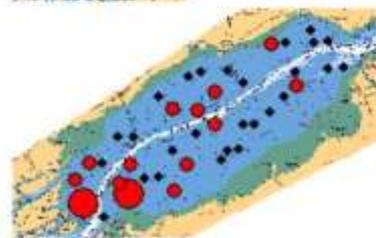
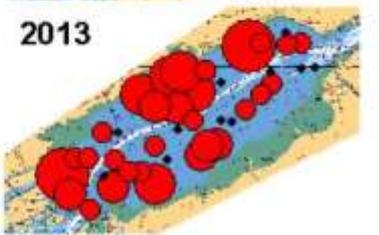
2009



2011



2013



Nb.  
par station



Moratoire



Perchaude, ponte littorale en avril



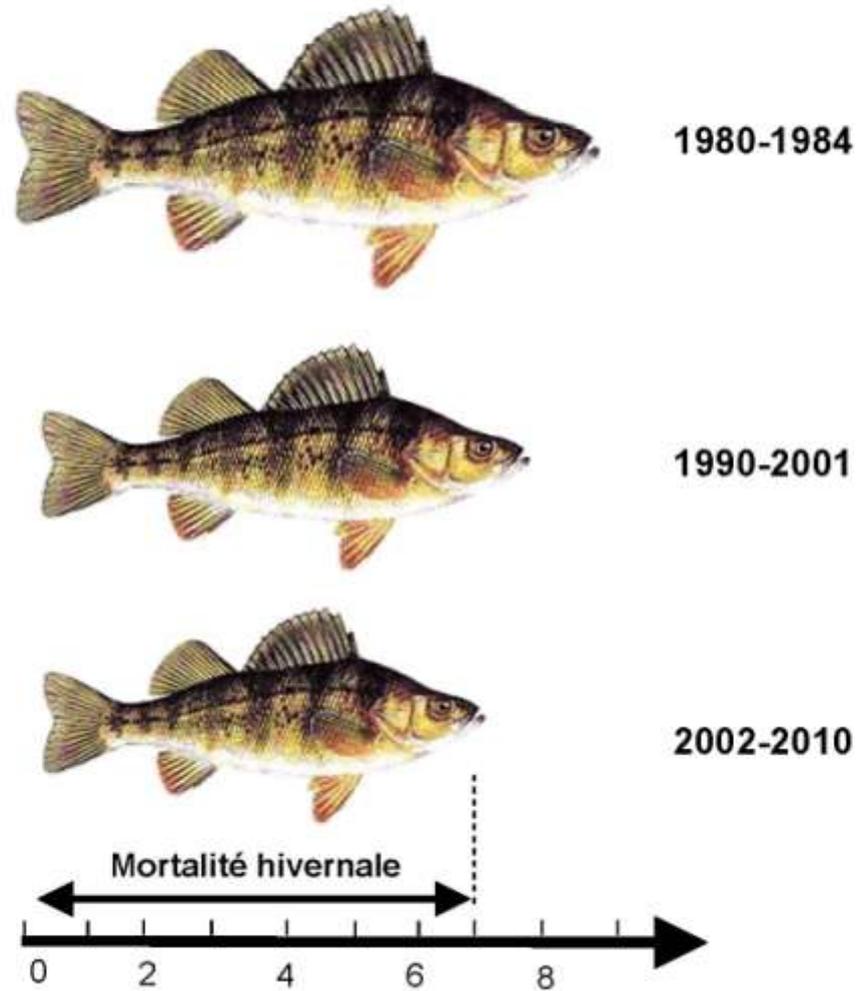
Perchaude, ponte littorale en avril



Perchaude, quelques semaines plus tard

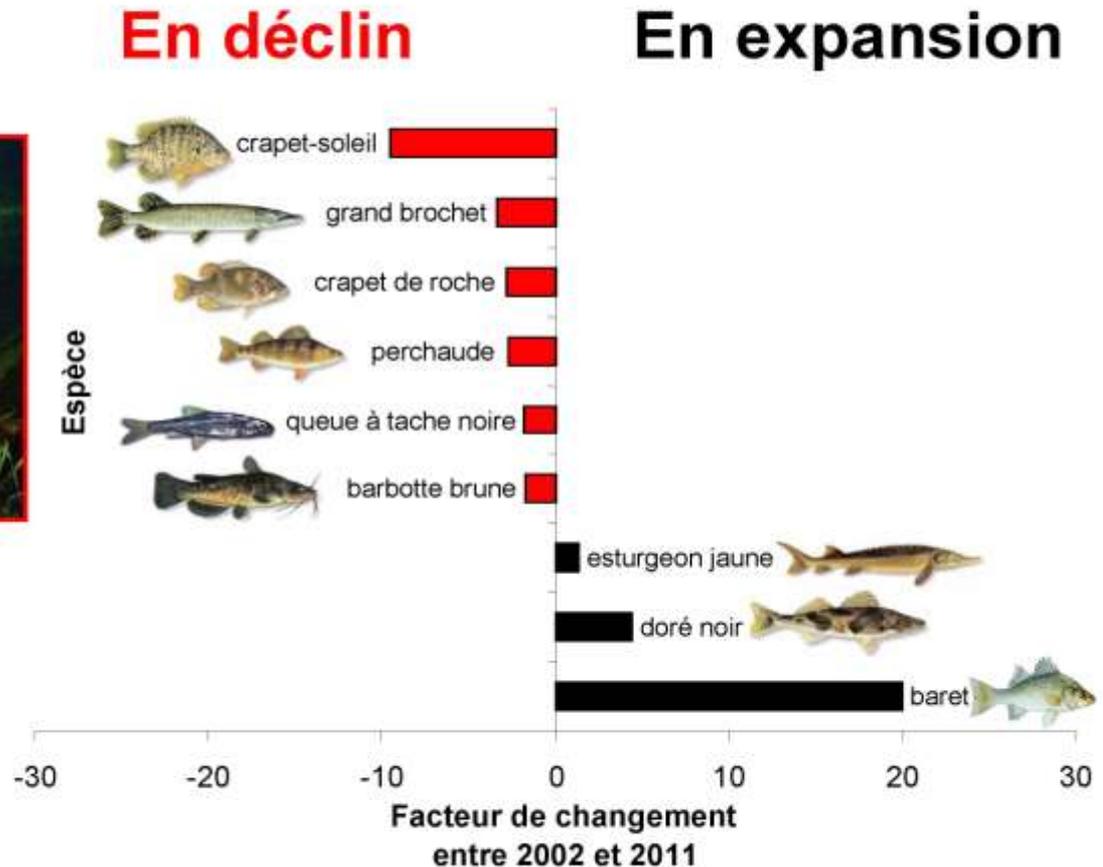


## Diminution de croissance des jeunes perchaudes et taille minimale pour la survie au premier hiver



Taille des perchaudes à la fin de leur première saison (cm)

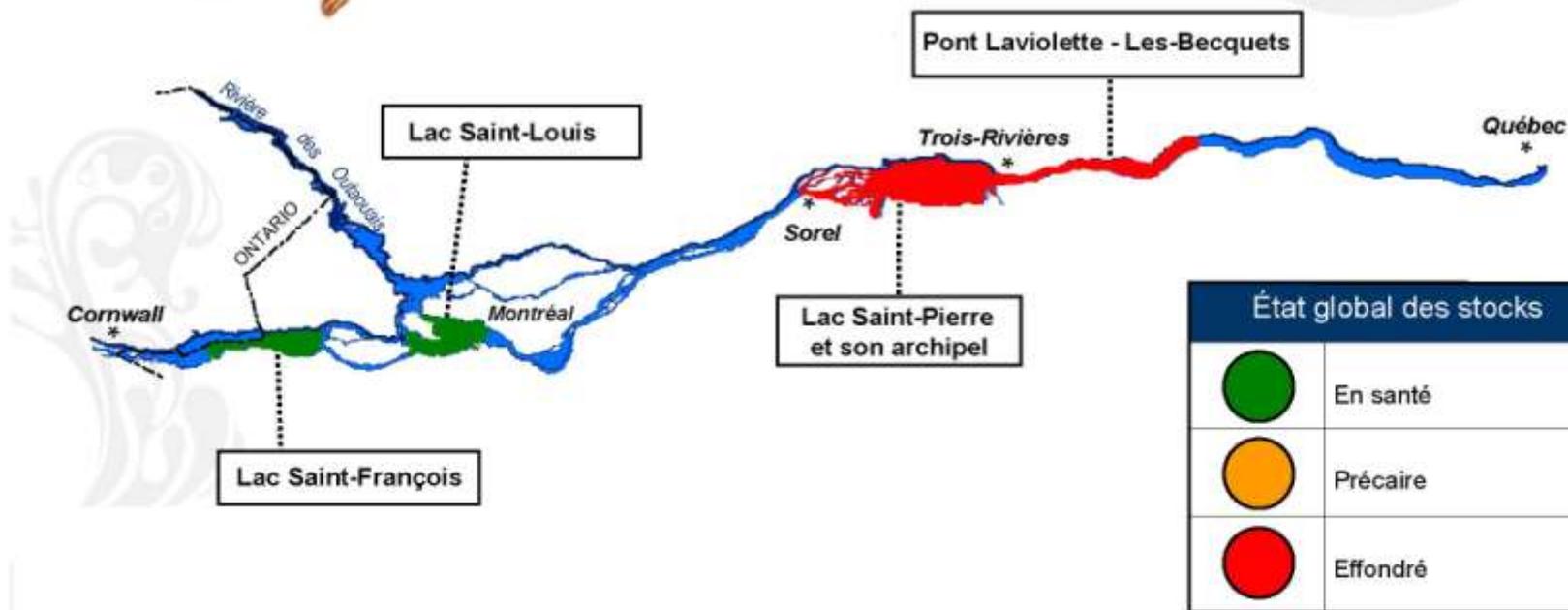
# Espèces associées aux herbiers aquatiques en déclin depuis 2002



# État des stocks du Saint-Laurent



Moratoire de 5 ans  
sur la pêche



# Les solutions :

- Court terme
- Moyen et long termes



Ces constats sont suffisamment alarmants pour que la société s'occupe sérieusement de l'état du LSP et du corridor fluvial

## Court terme

Mieux documenter la géographie et l'évolution des plantes aquatiques :

- sur l'ensemble du LSP
- dans tous les lacs fluviaux du Saint-Laurent

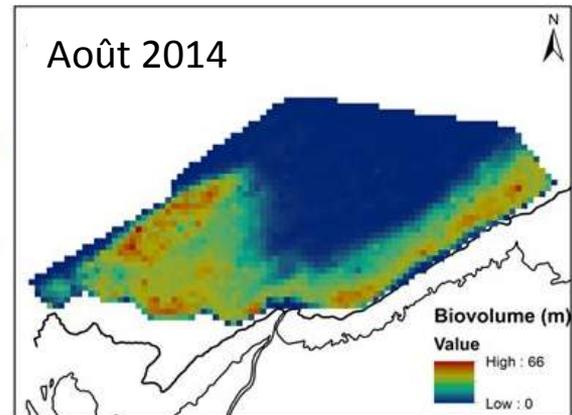
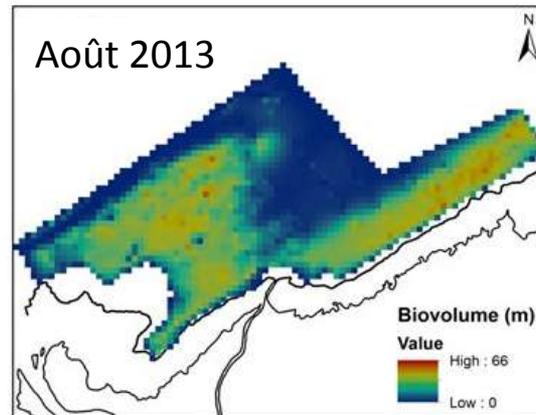
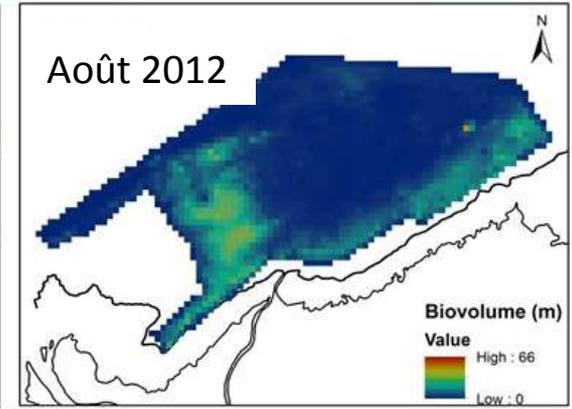
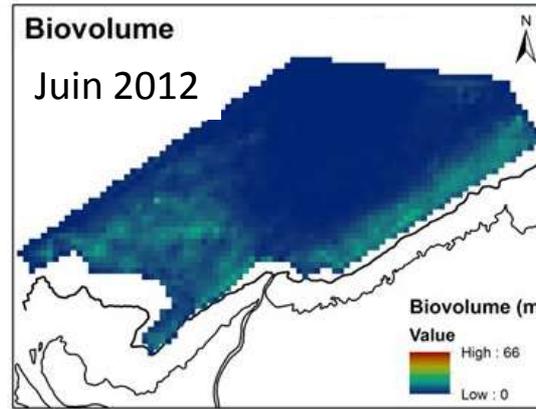
Mieux documenter la géographie de l'état des populations de perchaude (et autres) dans tous les lacs fluviaux du Saint-Laurent

Mieux documenter l'évolution annuelle de la physico-chimie au LSP et dans les autres lacs fluviaux



# Variation du biovolume occupé

$$\text{Biovolume} = \% \text{ couvert} \times \text{hauteur}$$

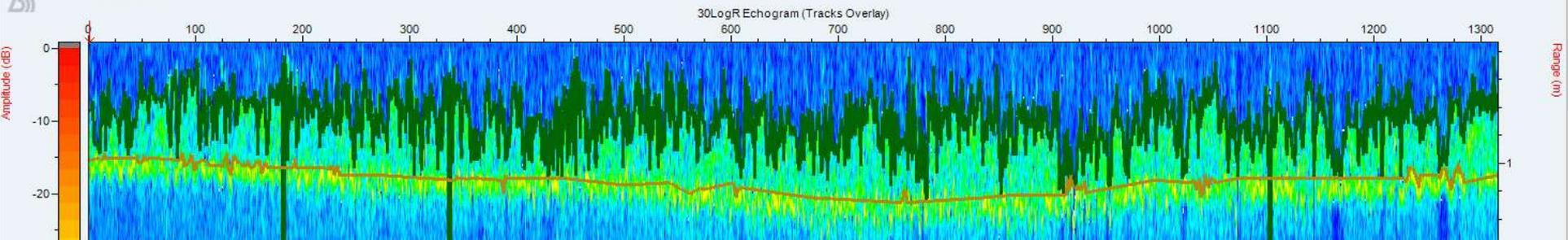


Data View - [1: 430 kHz 6,6° Single Ch 1 T4261070, 0,1 ms]

File Edit View Chart Window



Ping Number



CH: 01.1974

NE

12/07/30  
12:06:38

W072°51.8042

16 FT

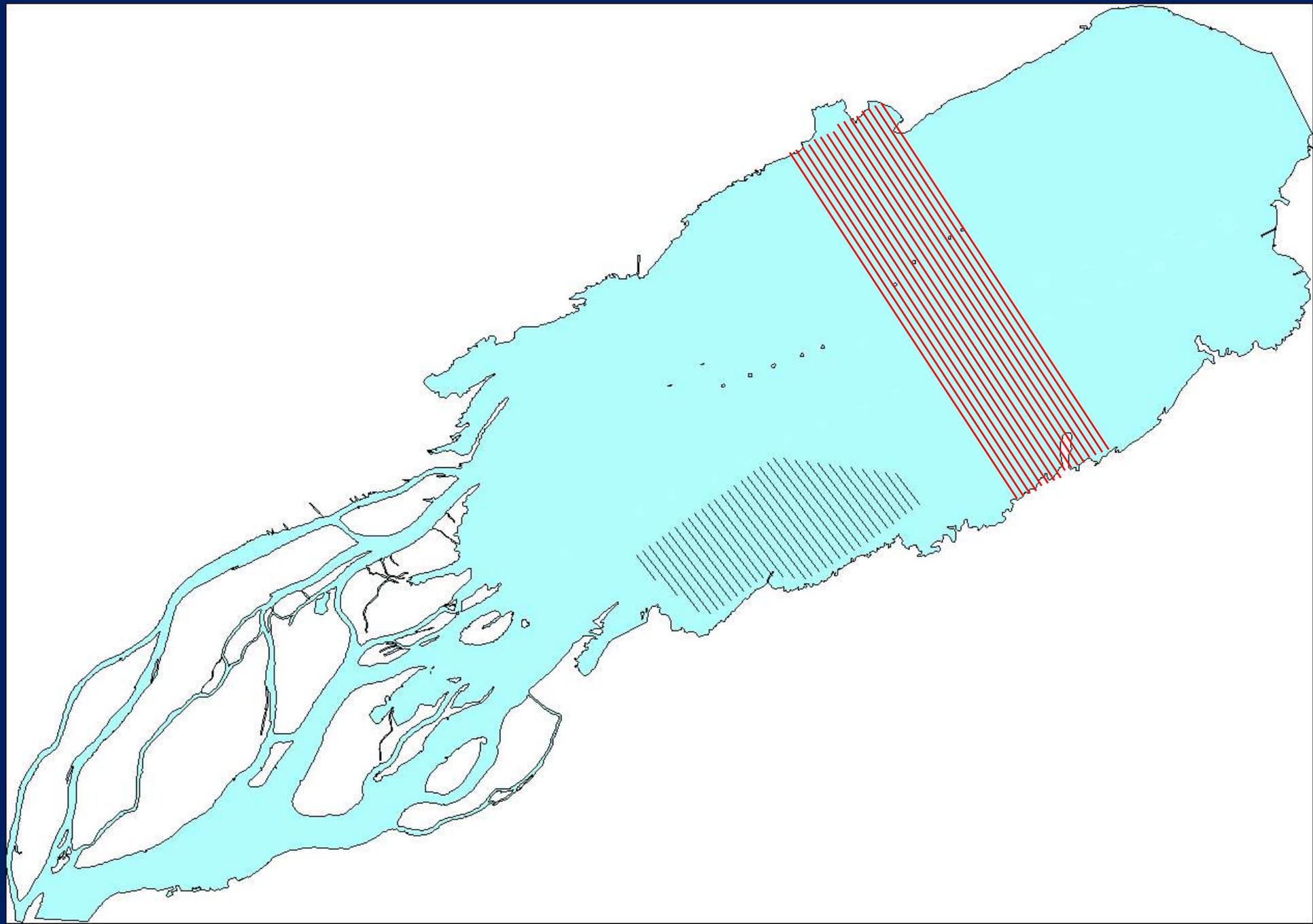
16:03:42

SEAVIEWER

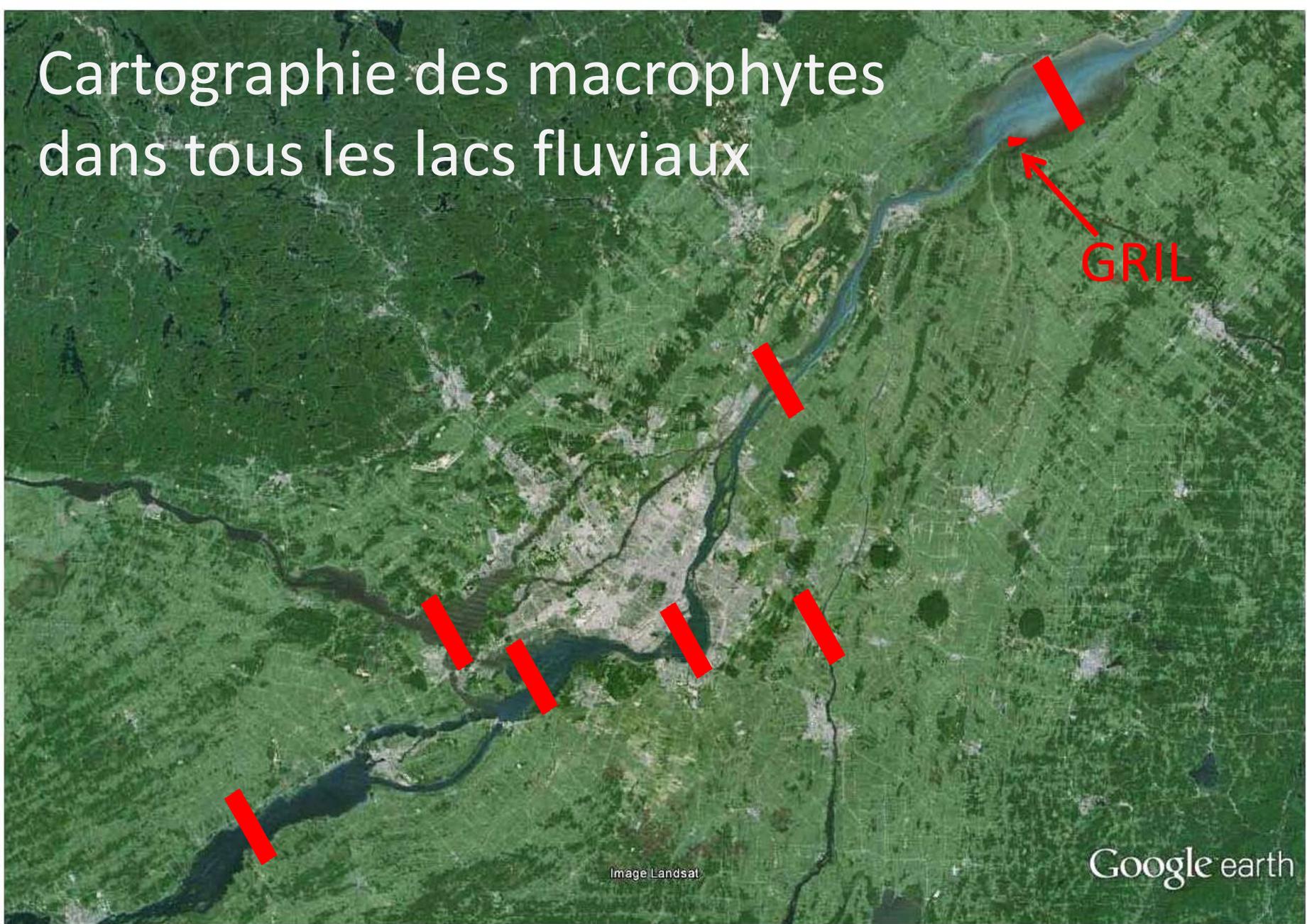
07-30-12

Mettre à niveau la technologie vidéo géoréférencée !

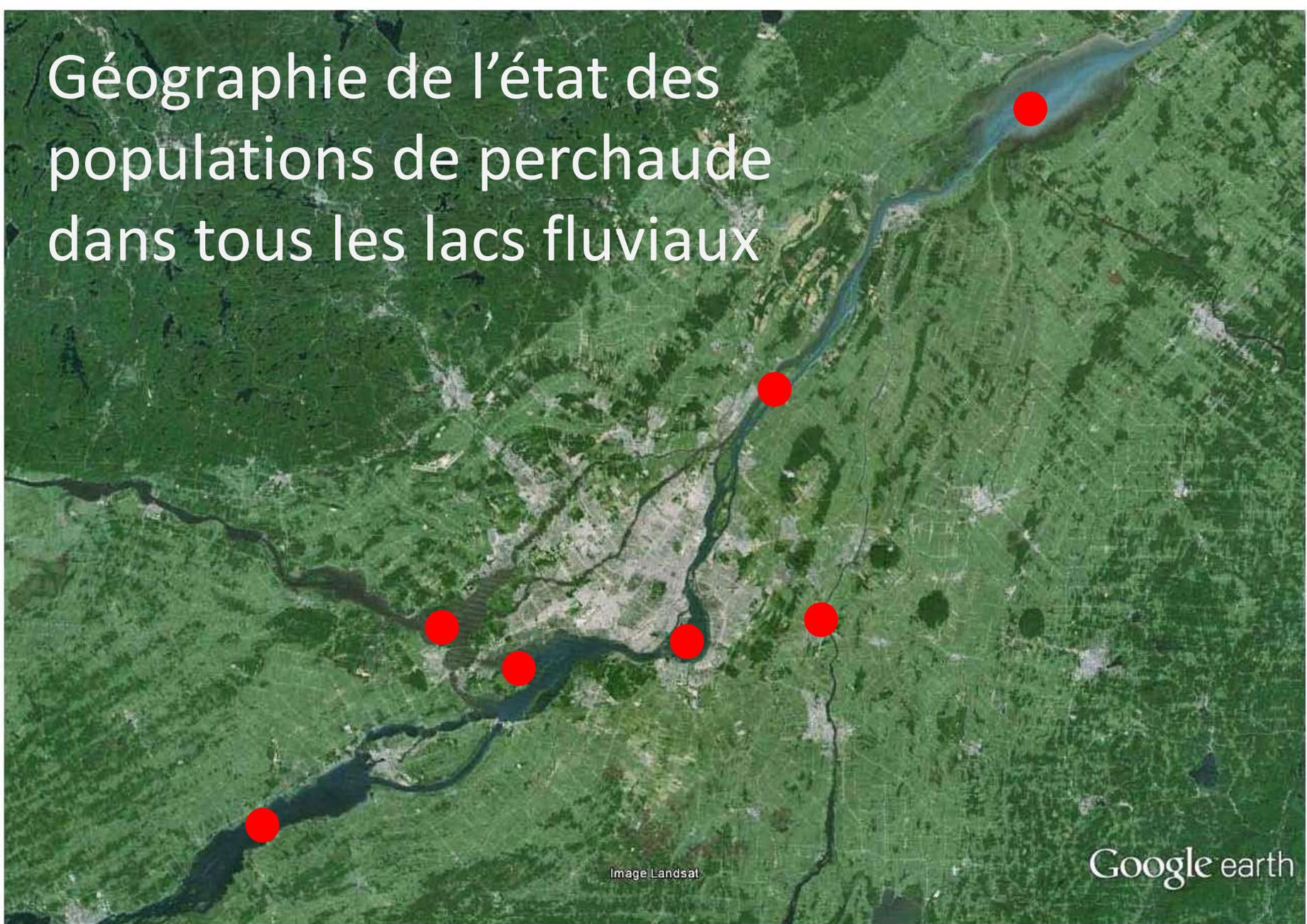




# Cartographie des macrophytes dans tous les lacs fluviaux



# Géographie de l'état des populations de perchaude dans tous les lacs fluviaux



# Court terme

Un Institut du Saint-Laurent ?

Un nouveau Centre Saint-Laurent ?

avec des ressources adéquates

- personnel
- véhicules et embarcations légères
- instrumentation

# À moyen et long termes :

Repenser les  
techniques  
de production  
agricole

Un défi majeur !

Quoi produire ?

Comment le produire ?





Image © 2006 DigitalGlobe  
© 2006 Europa Technologies

©2006 Google™

Agroforesterie  
Combiner l'agriculture  
à la sylviculture  
(zones tampon de 50-100 m)

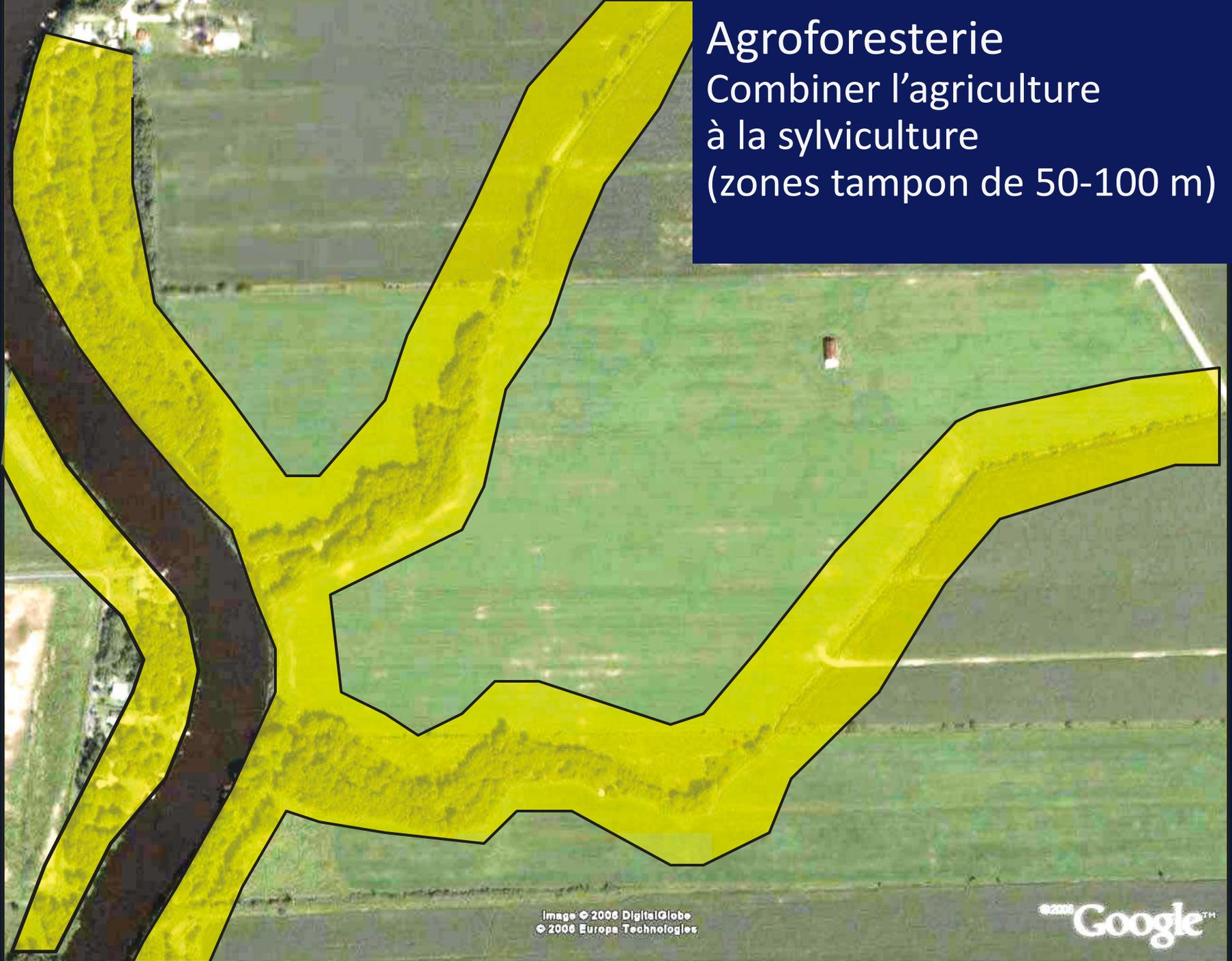


Image © 2000 DigitalGlobe  
© 2000 Europe Technologies

Google™

L'effluent de la STEP J.-R. Marcotte : 10 000 t/a N; 800 t/a P

The solution to pollution is dilution (circa 1950)

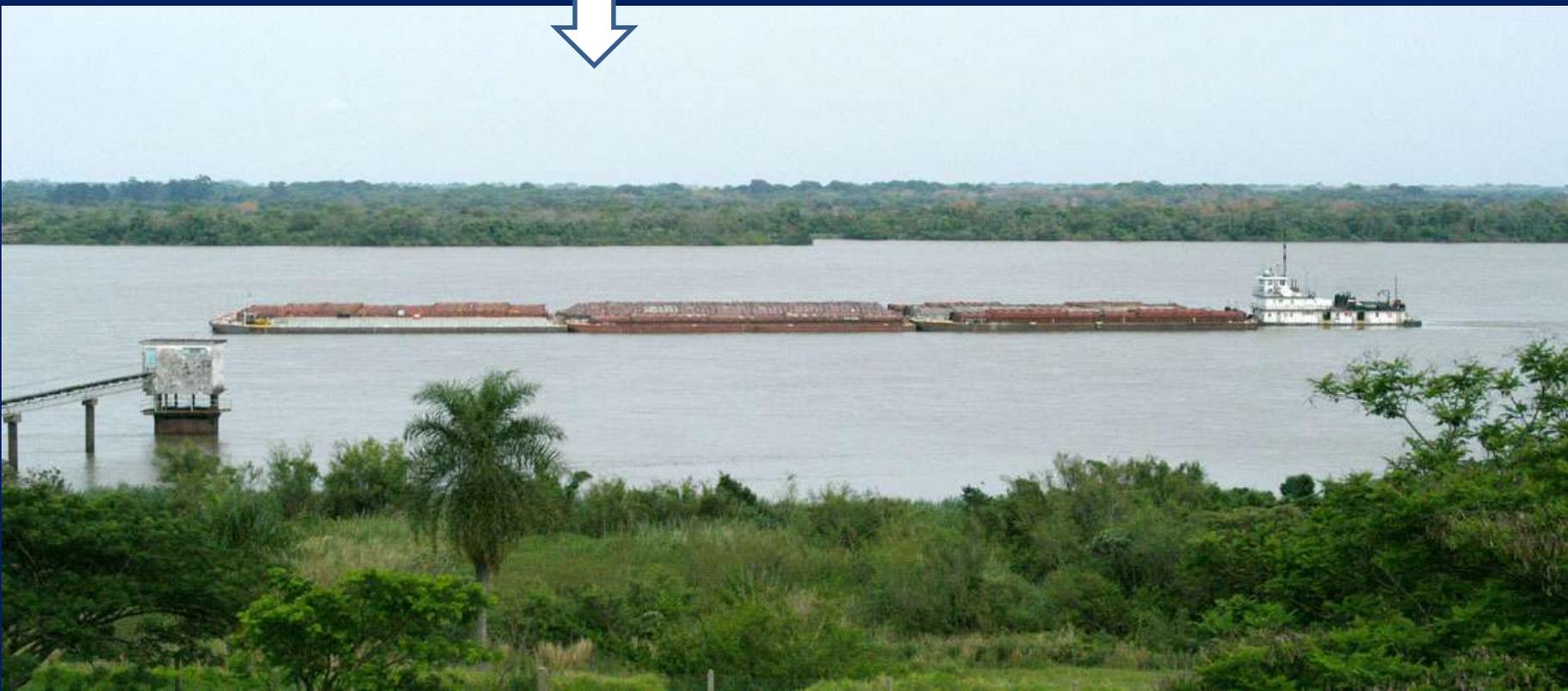


Source : [www.mcgill.ca/waterislife](http://www.mcgill.ca/waterislife)



Réorganiser la  
navigation  
commerciale

Cargos → péniches fluviales



# Journée sur la recherche dans le secteur maritime, 7 novembre 2014

## Bilan

### AVOIR UNE VISION ÉCOSOCIOSYSTÉMIQUE

**INTÉGRÉE** (avoir une vision large qui intègre tous les éléments et tous les acteurs)

**DURABLE** (tant sur les plans environnemental, économique et social, incluant la gouvernance et l'éducation)

**ÉQUITABLE** (qualité de vie des communautés, respect des communautés, équité sociale)

**SYSTÉMIQUE** (penser aussi au Nord, autres industries, interactions avec les milieux terrestres)

**CRÉATIVE** (tabler sur les expertises existantes pour amener des solutions innovantes)

Dorénavant, ne plus considérer le LSP et les autres lacs fluviaux seulement comme des voies navigables et des conduits d'évacuation des eaux usées urbaines et agricoles

# À quand une réserve mondiale de la biosphère qui mérite vraiment son nom ?

*A lake is the landscape's most beautiful and expressive  
feature. It is Earth's eye; looking into which the beholder  
measures the depth of his own nature.*

David Henry Thoreau, Walden, 1854

Île aux Ours, lac Saint-Pierre, le 13 août 2003, 05:35 AM

