Le suivi des milieux aquatiques

Les indicateurs environnementaux

Par

***Yann Boissonneault**, biol. M.Sc.*

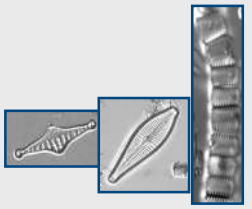
Les indicateurs en rivières

Le suivi environnemental des rivières (*monitoring*) consiste à utiliser différents outils pour évaluer l'état de santé des cours d'eau

Approche physico-chimique

Approche bioindicateurs

Diatomées



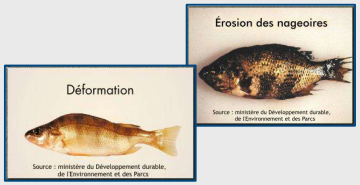
Macroinvertébrés

Larves d'insectes

Mollusques

Crustacés

Poissons



Les indicateurs en rivières

Le suivi environnemental des rivières (*monitoring*) consiste à utiliser différents outils pour évaluer l'état de santé des cours d'eau

Approche physico-chimique

Comparer les concentrations de polluants mesurées dans l'eau aux critères reconnus comme assurant la protection du milieu aquatique (Berryman, 1990).

Approche physico-chimique

Principaux paramètres physico-chimiques :

Nutriments

Azote total
- Nitrites et nitrates
- Azote ammoniacal

Phosphore total
- Phosphore particulaire
- Phosphore dissous

Bactériologique

Coliformes totaux
- Coliformes fécaux

Biologique

Chlorophylle *a*
Phéophytine
DBO^5

Physique

Carbone Organique Dissous (COD)
Conductivité
Matières en suspension (MES)
pH
Température
Turbidité

Oxygène dissous (O_2)
Saturation en O_2 (%)

Approche physico-chimique

L’indice de la qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP)

→ L’IQBP est composé des principaux paramètres visés par les interventions d’assainissement urbain, industriel et agricole.

Cet indice est composé de sous-indices correspondant aux paramètres mesurés.

Permets de synthétiser l’information sur la physico-chimie et la bactériologie de l’eau en une valeur unique correspondant à une classe de qualité.

Approche physico-chimique

$IQBP_{10}$

Nutriments

Azote total

Nitrites et nitrates

Azote ammoniacal

Phosphore total

Phosphore particulaire

Phosphore dissous

Bactériologique

Coliformes totaux

Coliformes fécaux

Biologique

Chlorophylle *a* total

DBO^5

Physique

Carbone Organique Dissous (COD)

Conductivité

Matières en suspension (MES)

pH

Température

Turbidité

Oxygène dissous (O_2)

Saturation en O_2 (%)

Approche physico-chimique

$IQBP_6$

Nutriments

Azote total

Nitrites et nitrates

Azote ammoniacal

Phosphore total

Phosphore particulaire

Phosphore dissous

Bactériologique

Coliformes totaux

Coliformes fécaux

Biologique

Chlorophylle *a* total

DBO^5

Physique

Carbone Organique Dissous (COD)

Conductivité

Matières en suspension (MES)

pH

Température

Turbidité

Oxygène dissous (O_2)

Saturation en O_2 (%)

Approche physico-chimique

L'indice de la qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP)

L'IQBP est composé des principaux paramètres visés par les interventions d'assainissement urbain, industriel et agricole.

→ Cet indice est composé de sous-indices correspondant aux paramètres mesurés.

Permets de synthétiser l'information sur la physico-chimie et la bactériologie de l'eau en une valeur unique correspondant à une classe de qualité.

Approche physico-chimique

L'indice de la qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP)

Sous indice (IQBP) - Phosphore

Classe IQBP	mg/L de Phosphore
A	≤ 0,030
B	0,031 à 0,050
C	0,051 à 0,100
D	0,101 à 0,200
E	> 0,200

Approche physico-chimique

L’indice de la qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP)

L’IQBP est composé des principaux paramètres visés par les interventions d’assainissement urbain, industriel et agricole.

Cet indice est composé de sous-indices correspondant aux paramètres mesurés.

Permets de synthétiser l’information sur la physico-chimie et la bactériologie de l’eau en une valeur unique correspondant à une classe de qualité.

Approche physico-chimique

L'indice de la qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP)

L'IQBP varie de 0 à 100 et permet de définir cinq classes de qualité de l'eau :

- **A (80 – 100)** : eau de **bonne qualité** permettant généralement tous les usages, y compris la baignade.
- **B (60 – 79)** : eau de **qualité satisfaisante** permettant généralement la plupart des usages.
- **C (40 – 59)** : eau de **qualité douteuse**, certains usages risquent d'être compromis.
- **D (20 – 30)** : eau de **mauvaise qualité**, la plupart des usages risques d'être compromis.
- **E (0 – 19)** : eau de **très mauvaise qualité**, tous les usages risquent d'être compromis.

Approche physico-chimique

L'indice de la qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP)

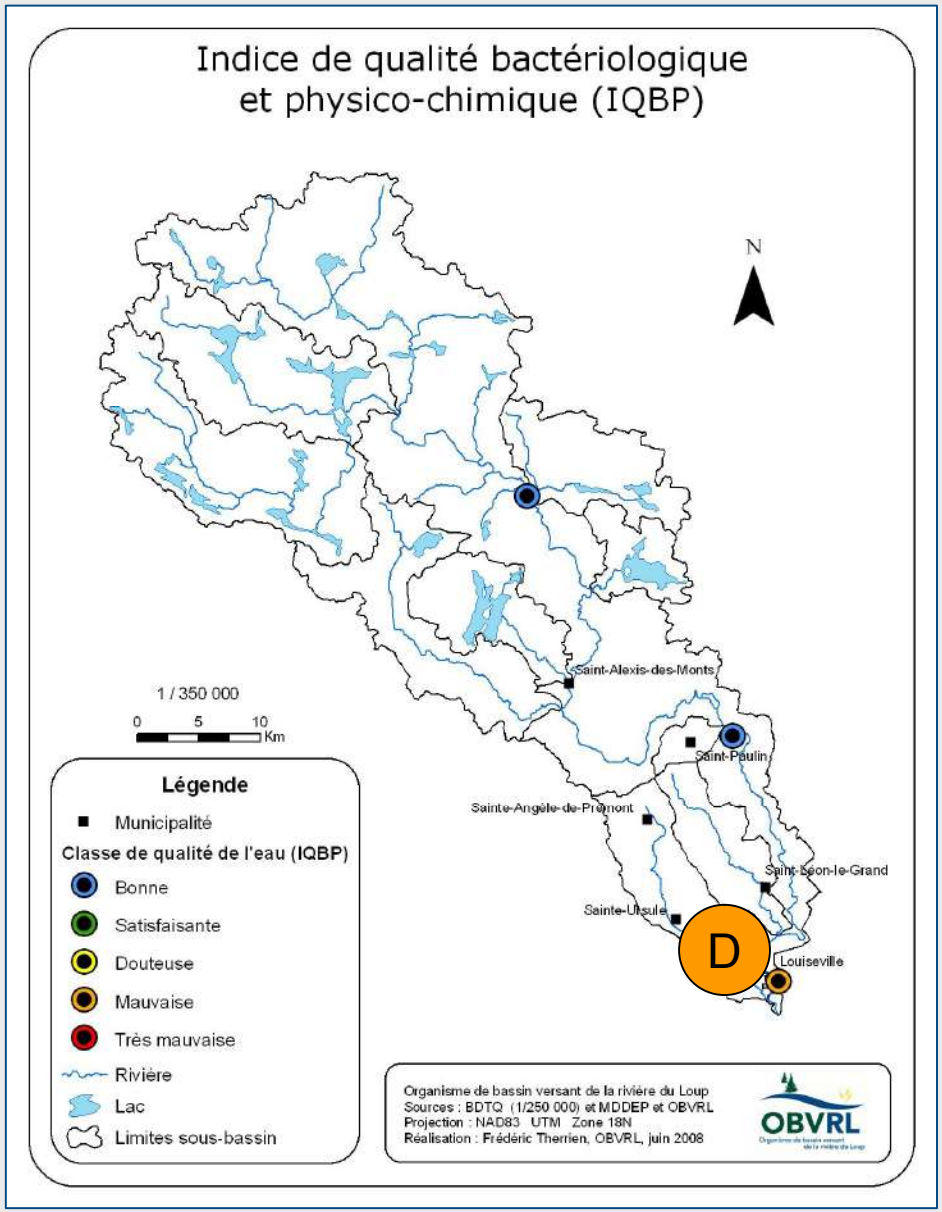
Descripteurs	Valeurs mesurées	Sous-indices /100
Phosphore total (mg/L P)	0.087	43
Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	2700	30
Saturation en O_2 (%)	115	94
Azote ammoniacal (mg/L N)	0.06	95
Nitrites et nitrates (mg/L N)	0.25	90
Chlorophylle a total (mg/m^3)	10.9	41
pH	7.6	99
Turbidité (UNT)	3.3	72
Matières en suspension (mg/L)	21	44

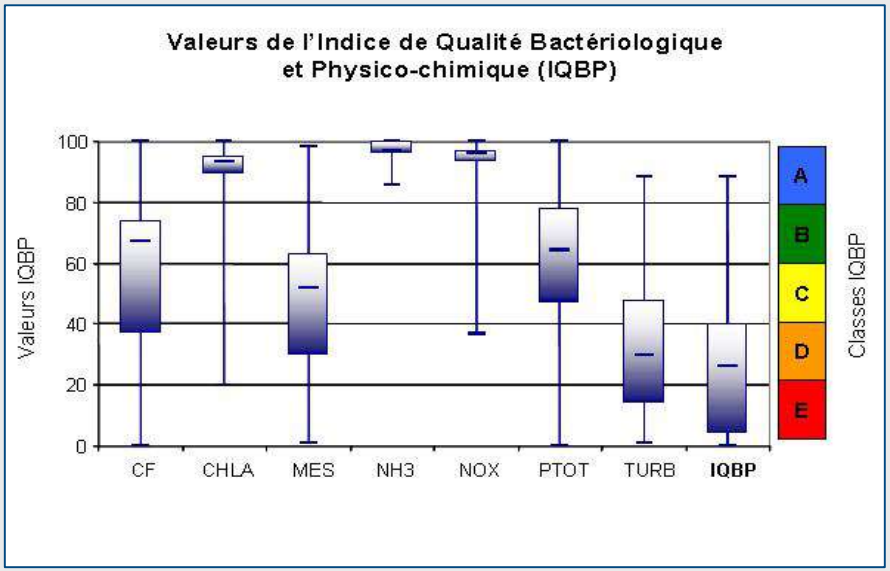
Approche physico-chimique

L'indice de la qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP)

Descripteurs	Valeurs mesurées	Sous-indices /100
Phosphore total (mg/L P)	0.087	43
Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	**2700**	**30**
Saturation en O_2 (%)	115	94
Azote ammoniacal (mg/L N)	0.06	95
Nitrites et nitrates (mg/L N)	0.25	90
Chlorophylle a total (mg/m^3)	10.9	41
pH	7.6	99
Turbidité (UNT)	3.3	72
Matières en suspension (mg/L)	21	44
Descripteur limitant ➔ Coliformes fécaux		**IQBP = 30**
		Classe D : eau de mauvaise qualité, la plupart des usages risquent d'être compromis.

Approche physico-chimique





Approche physico-chimique

L'indice de la qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP)

Stations actives 1995 à 2007	Valeurs IQBP	Cote IQBP	Paramètres problématiques (paramètre déclassant en gras)	Dépassement du critère phosphore : 0.03 mg/l
Embouchure Rivière du Loup, aval de Louiseville	26	D	**Turbidité (TURB)** Matières en suspension (MES) Coliformes fécaux (CF)	**88 % des échantillons** (399 échantillons sur 454)

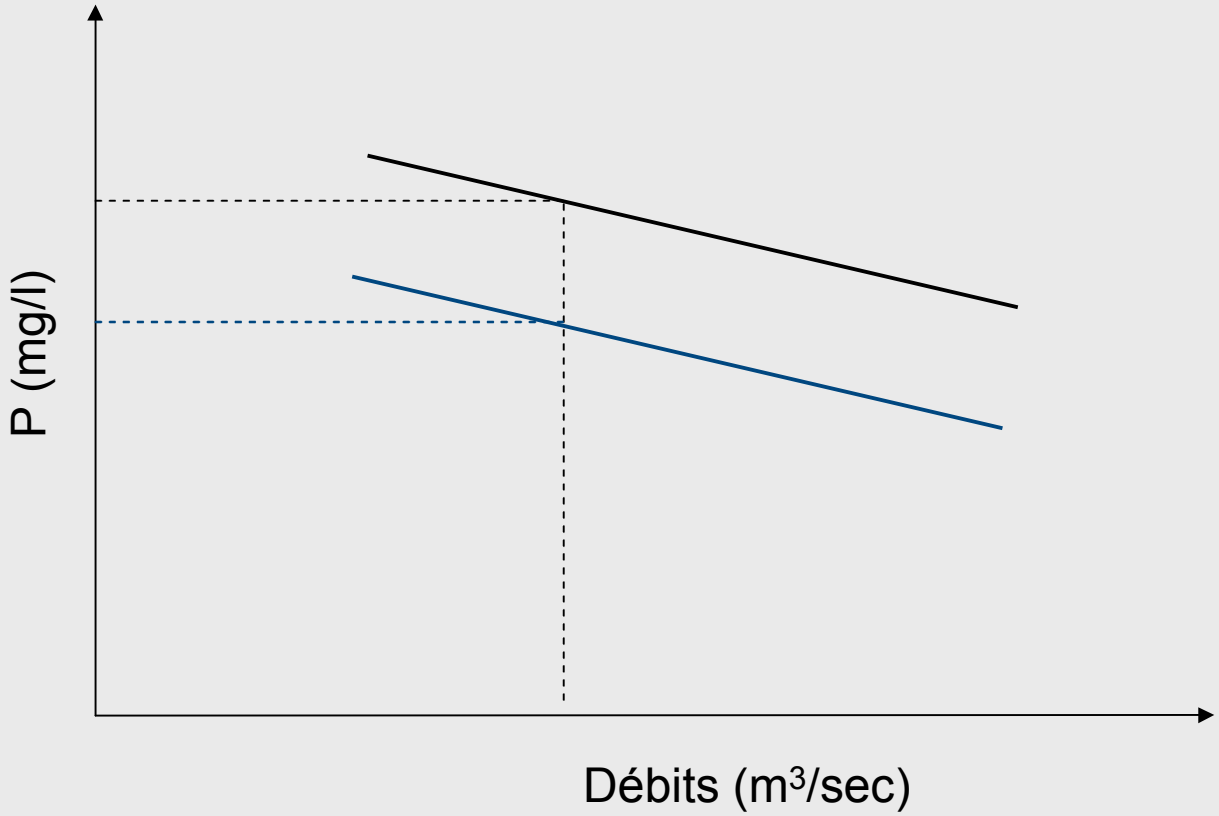
Approche physico-chimique

1998, mise en opération de la station d'épuration des eaux usées de Saint-Paulin

	Station rivière du Loup, amont chute à Magnan, St-Paulin	Nombre d'échant-illons	Coliformes fécaux (UFC/100ml)			Dépassement du critère « baignade » Coli.F. > 200 UFC/100ml	Dépassement du critère « contacts secondaires » Coli.F. > 1 000 UFC/100ml
			Min	Médiane	Max		
Avant	1989 à 1998	182	4	138	>6 000	**38 %** 69 échantillons sur 182	**4 %** 8 échantillons sur 182
Après	1999 à 2008	76	2	61	480	**11 %** 8 échantillons sur 76	**0 %** 0 échantillon sur 76

Approche physico-chimique

Relation concentrations et débits



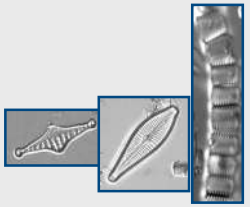
Suivi de l'état de santé des rivières

Le suivi environnemental des rivières (*monitoring*) consiste à utiliser différents outils pour évaluer l'état de santé des cours d'eau

Approche physico-chimique

Approche bioindicateurs

Diatomées



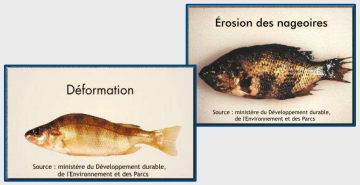
Macroinvertébrés

Larves d'insectes

Mollusques

Crustacés

Poissons



Approche Bioindicateurs

Définition des bioindicateurs

La caractérisation des communautés d'organismes aquatiques pour évaluer l'état de santé des écosystèmes aquatiques

Approche Bioindicateurs

Le *monitoring* des organismes aquatiques :

- permets d'intégrer, sur une certaine période de temps, l'ensemble des caractéristiques de leur habitat et d'évaluer leurs effets sur les écosystèmes (Xu et *al.*, 1998)
- permets de détecter des pollutions discontinues
- réponds à une variété de facteurs cumulatifs
- permets de détecter les effets des substances qui sont bioaccumulables par les organismes

Approche Bioindicateurs

Impact des perturbations sur les communautés:

- La richesse taxonomique (nbr d'sp) augmente avec l'augmentation de l'hétérogénéité spatiale du milieu.
- Théorie des perturbations intermédiaires.
- Seulement quelques espèces vont persistées dans des conditions difficiles (fortes perturbations).
- Plus les conditions du milieu sont similaires sur une longue période, plus la communauté biologique sera stable et diversifiée.

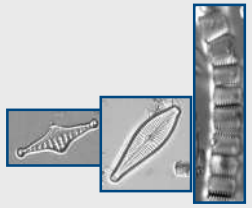
Les indicateurs en rivières

Le suivi environnemental des rivières (*monitoring*) consiste à utiliser différents outils pour évaluer l'état de santé des cours d'eau

Approche physico-chimique

Approche bioindicateurs

Diatomées



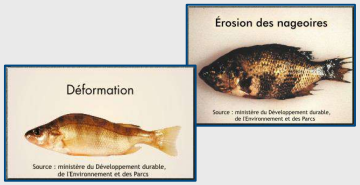
Macroinvertébrés

Larves d'insectes

Mollusques

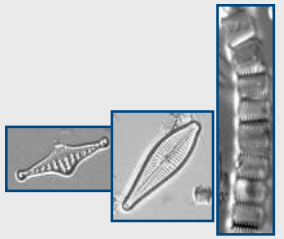
Crustacés

Poissons



Approche Bioindicateurs

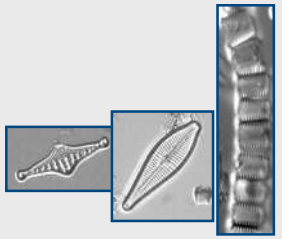
Les diatomées



- Le **périphyton** (biofilm) est composé de micro-organismes autotrophes (algues et cyanobactéries) et hétérotrophes (bactéries, hyphomycètes et protozoaires)

Approche Bioindicateurs

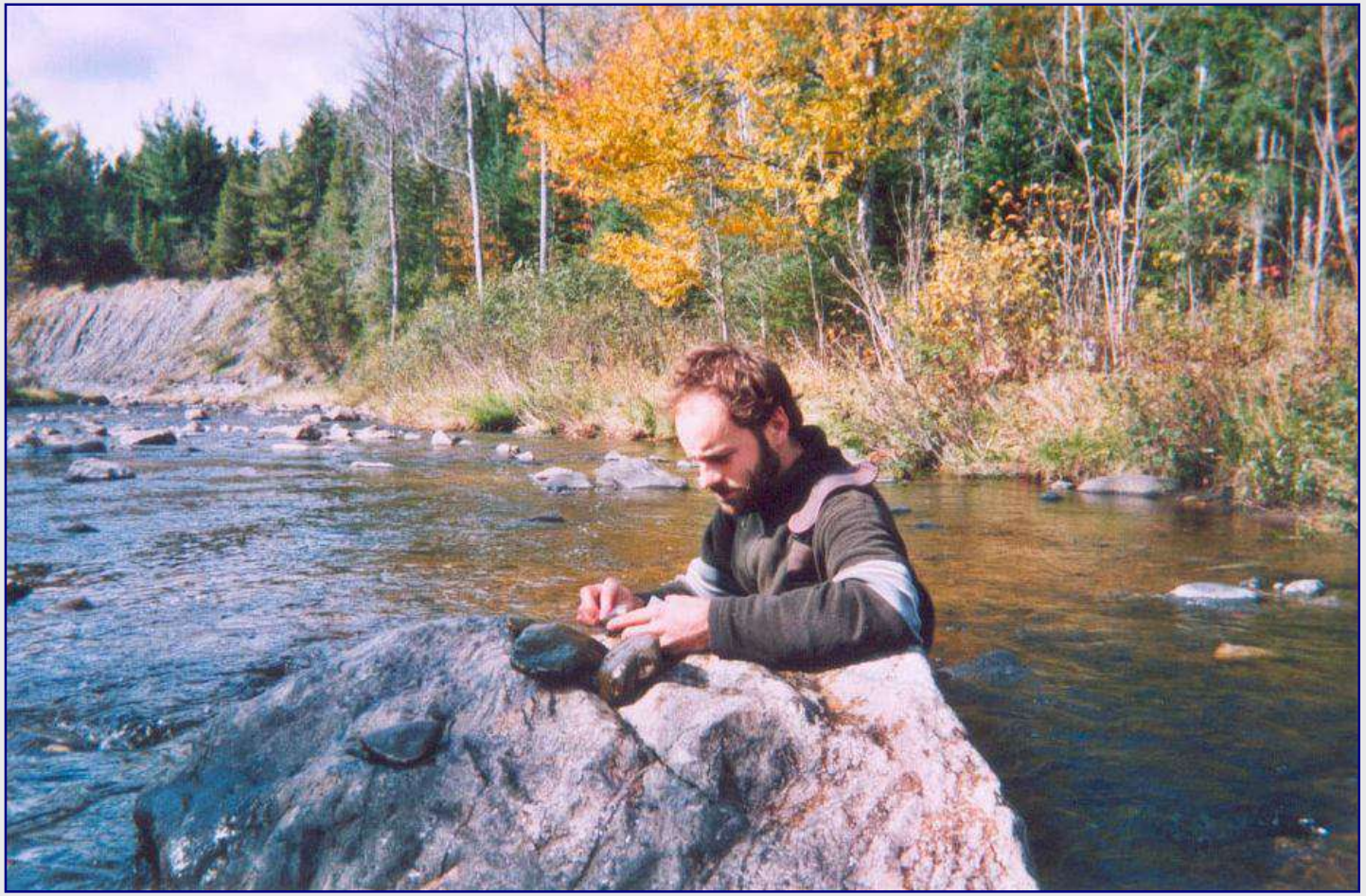
Les diatomées



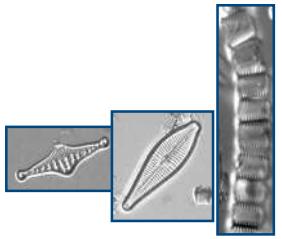
- A la base de la chaîne alimentaire
- Les algues benthiques sont sessiles
- Riches en espèces et chaque espèce possède ses propres tolérances et préférences environnementales
- Cycles de vie relativement courts
- Une communauté naturelle peut être représentée à partir d'un échantillon de quelques centimètres
- Répartition très étendue à travers les écosystèmes et les régions géographiques
- Échantillons facilement manipulés, traités et entreposés

Approche Bioindicateurs

Les diatomées



Approche Bioindicateurs



Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)

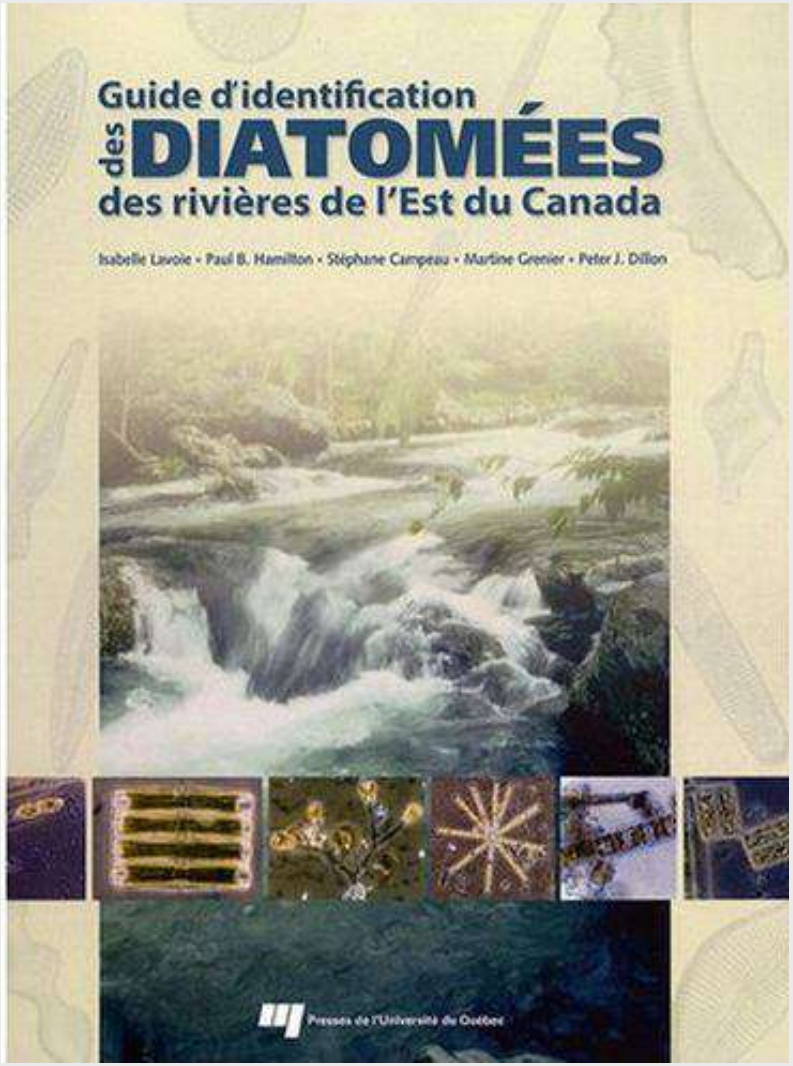
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES
UQTR

Laboratoire de recherche sur les bassins versant

Stéphane Campeau, *Ph.D.* (UQTR)
Isabelle Lavoie, *Ph.D.* (INRS)
Martine Grenier, *Ph.D.* (INRS)

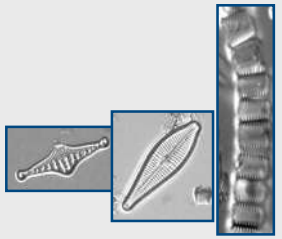
Approche Bioindicateurs

- Diatomées des rivières du Québec, de l'Ontario et des Maritimes
- 68 planches contenant plus de 2000 photographies
- 540 taxons
- Presses de l'université du Québec



Approche Bioindicateurs

Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)



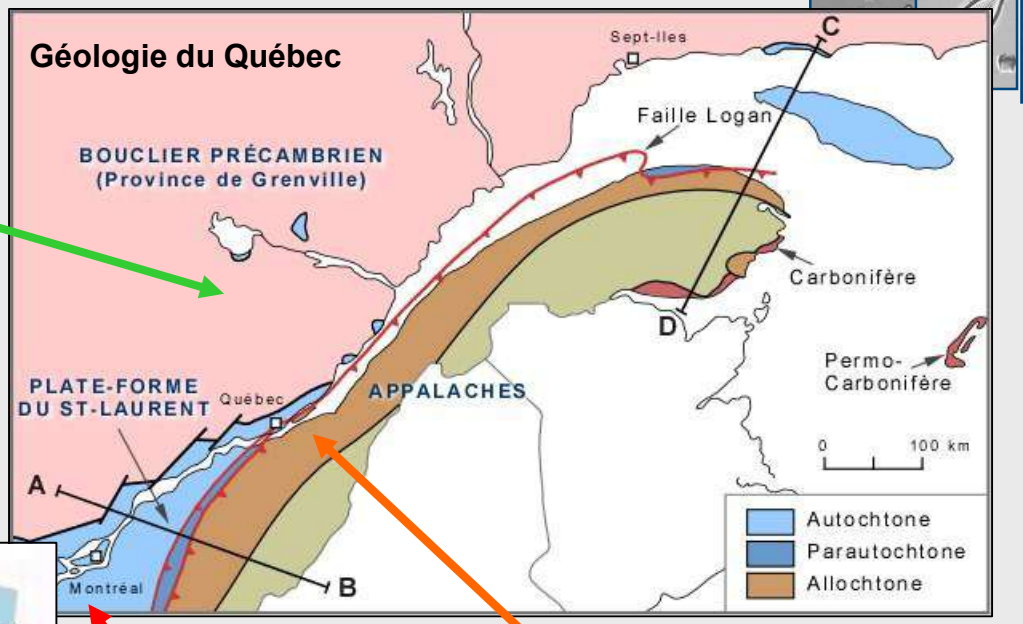
Écologie des diatomées:

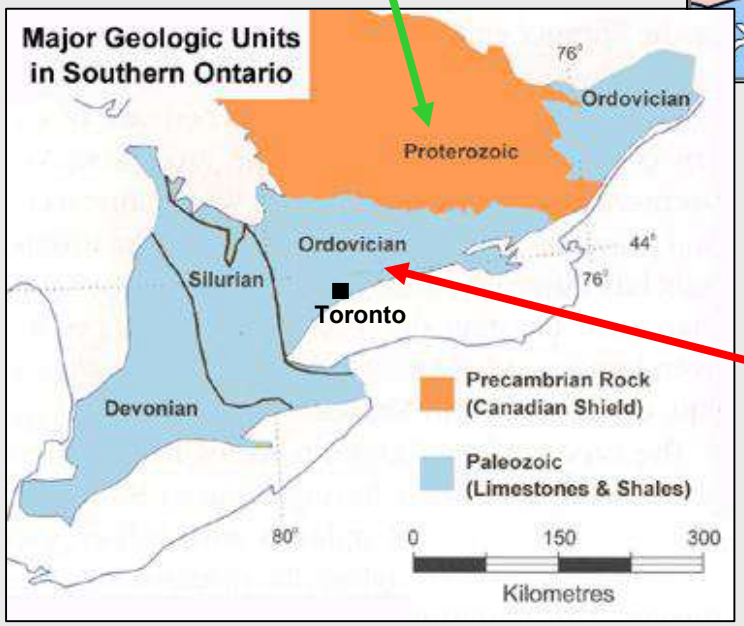
- Salinité – conductivité → Eau douce
- pH – alcalinité → Sous indices pour éliminer le bruit
- Nutriments (N,P)
- Lumière
- COD
- Courant
- Broutement
- Substrat

Approche Bioindicateurs

Trois communautés de référence selon le **pH naturel** des cours d'eau

Communautés des milieux **acides-neutres**



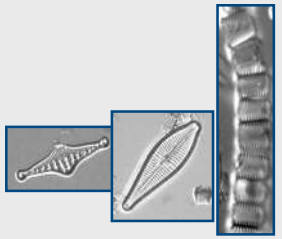


Communautés des milieux **alcalins**

Communautés des milieux **calcaires**

Approche Bioindicateurs

Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)



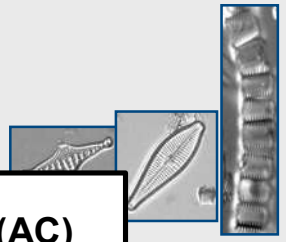
Écologie des diatomées:

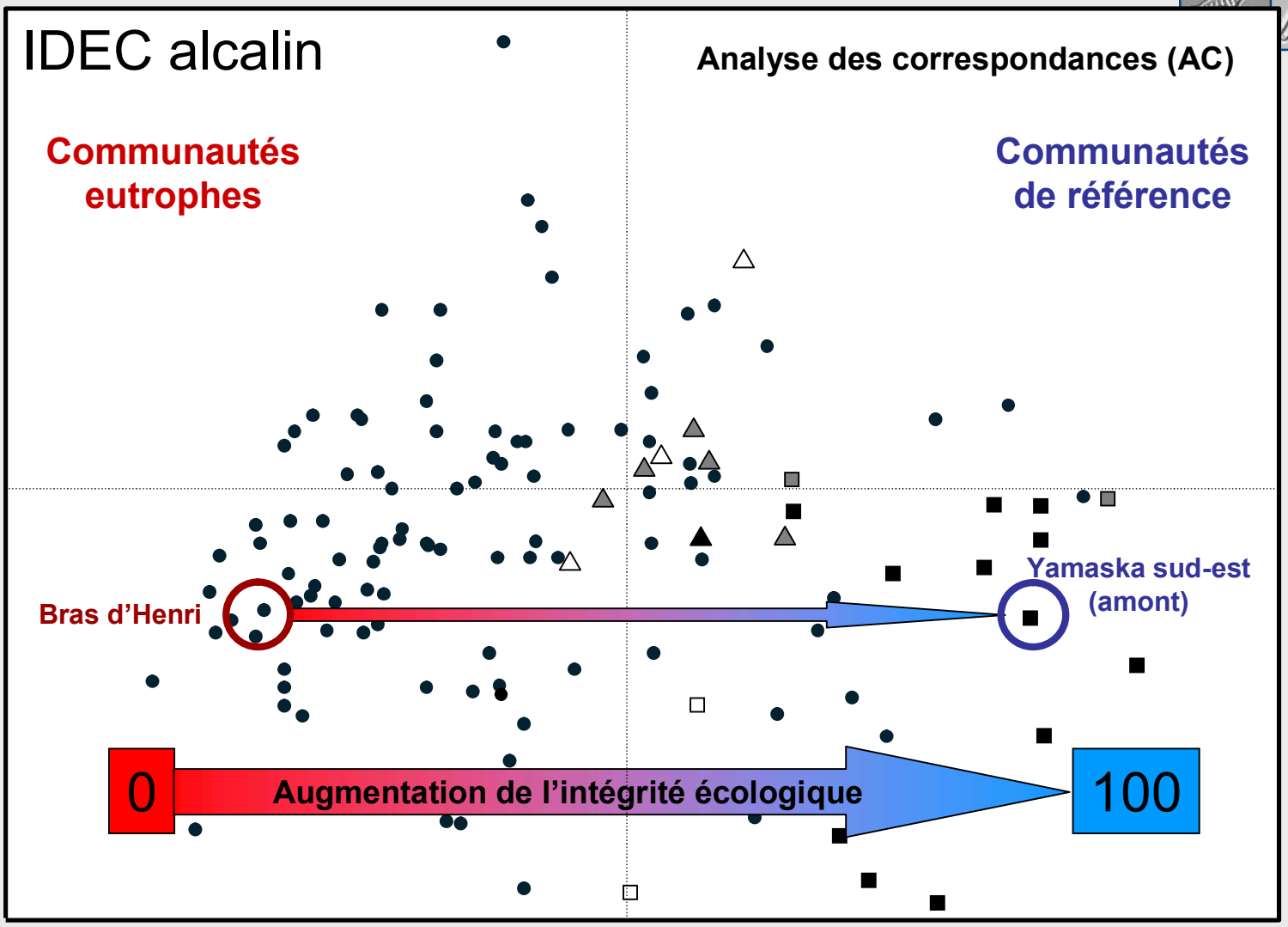
- Salinité – conductivité → Eau douce
- pH – alcalinité → Sous indices pour éliminer le bruit
- **Nutriments (N,P)** → **Indice d'eutrophisation des cours d'eau**

- Lumière
- COD
- Courant
- Broutement
- Substrat

→ Variables naturelles

Approche Bioindicateurs

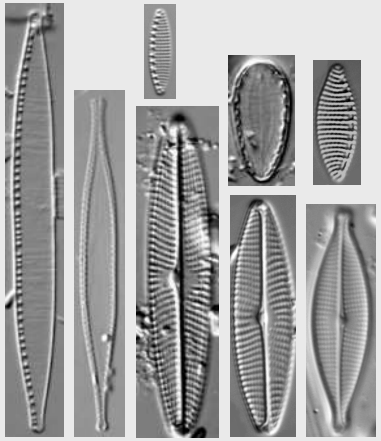




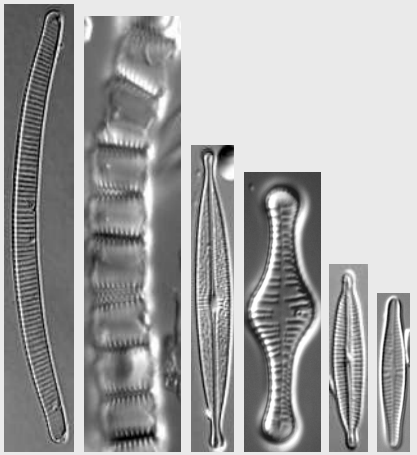
Lavoie et al., 2006

Approche Bioindicateurs

Espèces eutrophes,
Présentes en eaux riches en nutriments.
IDEC = classe D.



Espèces oligotrophes,
présentes en eaux pauvres en nutriments
IDEC = classe A

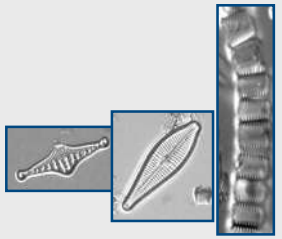


Communautés de diatomées

Lavoie et al., 2006

Approche Bioindicateurs

Les classes de l'IDEC indiquent l'état écologique et le statut trophique d'une rivière

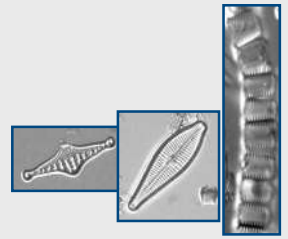


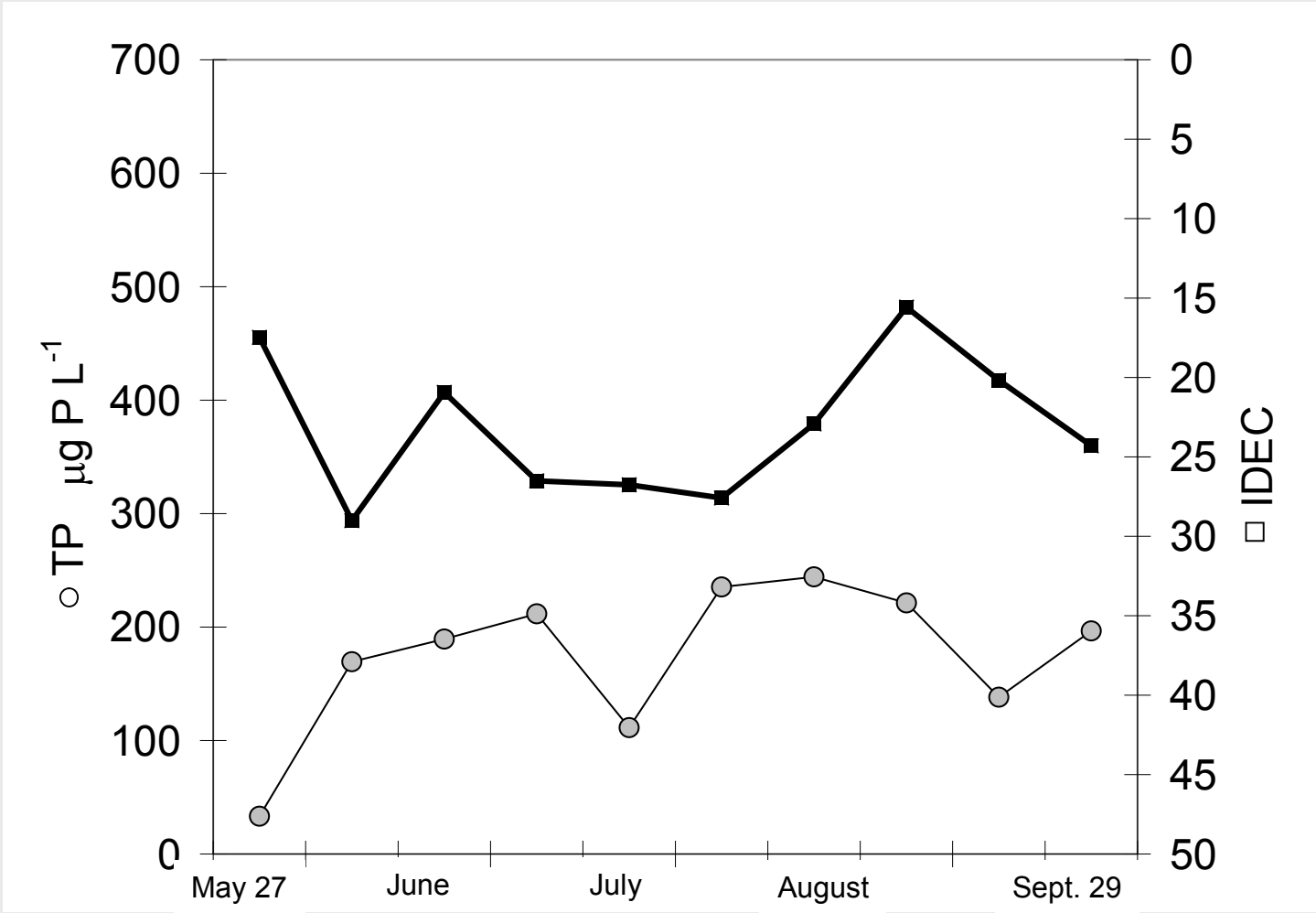
État écologique	IDEC	Statut trophique	Les classes de quelques cours d'eau au Québec am (amont) – av (aval)
État de référence	**A** **100-75**	**Milieu oligotrophe** Phosphore total < 0,03 mg/L	De la Petite Nation (am) Etchemin (am) Jacques-Cartier (am) Noire (am)
Légèrement altéré	**B** **54-74**	**Milieu méso-oligotrophe**	Du Diable (am) Du Lièvre (av) Maskinongé (am) Rouge (av)
Altéré	**C** **28-53**	**Milieu méso-eutrophe**	Aux Cerises (av) Assomption (av) Batiscan (av) Saint-Charles (av)
Très altéré	**D** **0-27**	**Milieu eutrophe**	Blanche (av) Des Envies (av) Du Nord (av) Shawinigan (av)

Lavoie et al., 2006

Approche Bioindicateurs

L'IDEC intègre les variations de la physico-chimie de l'eau sur une période de **5 semaines en milieu eutrophe**

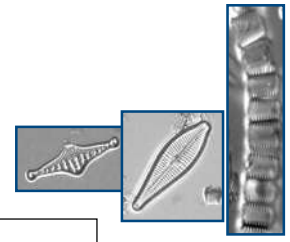




Lavoie *et al*., 2006

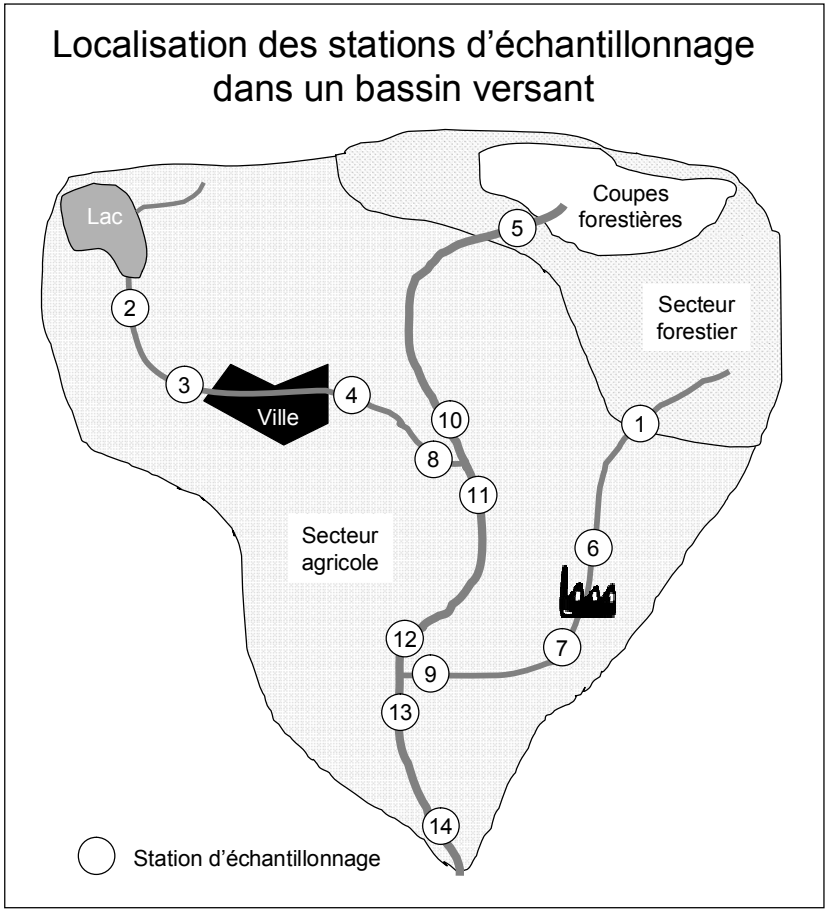
Approche Bioindicateurs

Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)



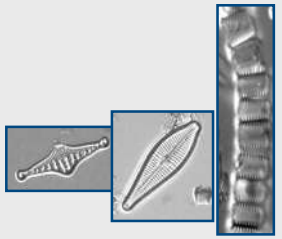
Le suivi :

- des fertilisants agricoles
- de l'érosion des sols
- des effluents d'eaux usées municipales
- des effluents de pisciculture



Lavoie et al., 2008

Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)

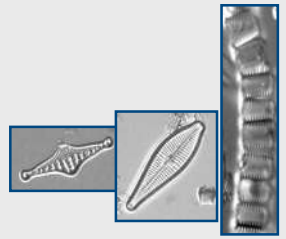


La résolution spatiale

- Haute résolution: une station / 10 km^2
- Résolution moyenne : une station / 50 km^2
- Basse résolution : une station / 100 km^2

Approche Bioindicateurs

Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)



Suivi de 50 cours d'eau en milieu agricole (PCA):

L'objectif de restauration proposé est d'augmenter d'une classe la cote de l'IDEC sur une période de 10 ans

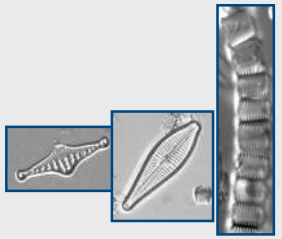
Variation interannuelle:

Suivi sur 3 ans

État écologique	IDEC
État de référence	A 100-75
Légèrement altéré	B 54-74
Altéré	C 28-53
Très altéré	D 0-27

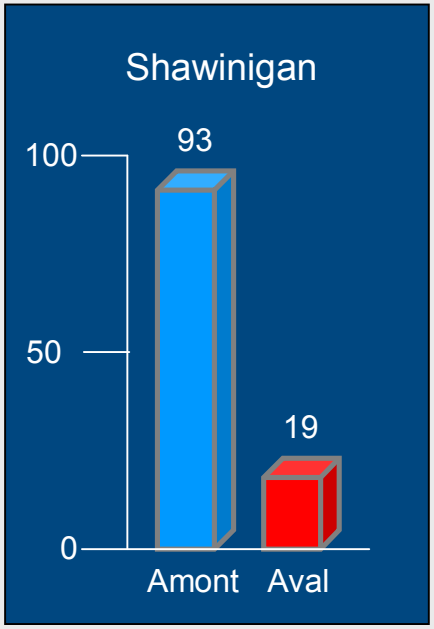
Approche Bioindicateurs

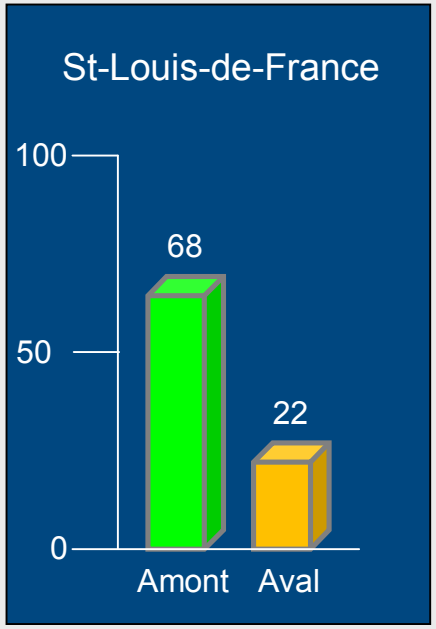
Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)

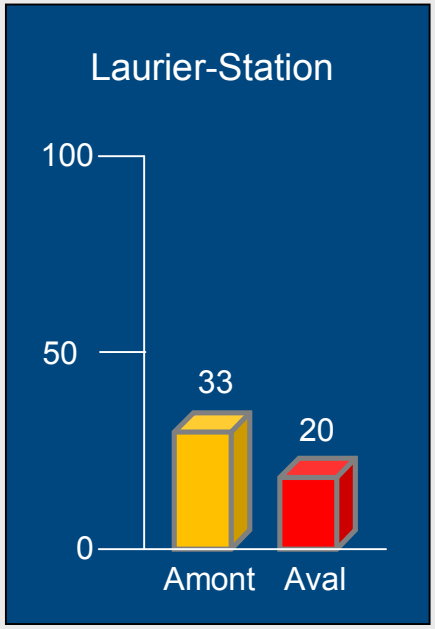


Le suivi amont-aval des municipalités

- Performance inadéquate de certaines stations d'épuration des eaux usées
- Débordement des ouvrages de surverse
- Ruissellement des eaux pluviales en milieu urbain







Approche Bioindicateurs

Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)

- **Depuis 2002, l'IDEC fut utilisé par 20 organismes**
- **650 stations échantillonnées sur plus de 300 cours d'eau**

Bassin versant	Stations	Échantil.	Organisme
Lavoie et coll. (Est du Canada)	214	367	UQTR (2002-2004)
Rivière des Envies (Mauricie)	19	76	UQTR (2004-2010)
Rivière Marguerite (Centre-du-Québec)	9	18	UQTR (2005 et 2009)
Rivière Du Loup (Mauricie)	35	35	OBVRLY (2005)
Rivière Maskinongé	16	16	AGIR Maskinongé (2006)
Zone de la rivière Bécancour	28	28	GROBEC (2006 et 2009)
Île de Montréal	16	16	Polytechnique (2006)
Rivière Chaudière	23	46	INRS (2007)
Rivière Champlain (Mauricie)	20	40	ZIP Deux-Rives et UPA (2007 et 2009)
Rivière Cap-Rouge (Québec)	5	5	Consultant privé (2007)
Rivières Saint-Zéphirin, Blanche, Vaches, David (Centre-du-Québec)	18	18	MÉANDRES (2007)
Lac aux sables (rivière Batiscan)	10	10	SAMBBA (2007)
Lac aux Roches (rivière Saint-Charles)	7	7	Ville de Québec (2008)
Rivière Petite Du Chêne	18	18	ZIP les Deux-Rives (2008)
Rivière Chacoura (Mauricie)	8	16	OBVRLY (2008-2009)
Rivières Batiscan	20	20	SAMBBA (2009)
Cours d'eau de la ville d'Ottawa	28	28	Université d'Ottawa (2009)
Zone de la rivière Du Chêne (Lotbinière)	40	72	OBV du Chêne (2009-2010)
Rivière Yamaska	32	53	OBV Yamaska (2009-2010)
Cours d'eau des Projets collectifs agricoles (PCA)	50	110	MAPAQ-MDDEP (2008-2010)
Ruisseaux du CRDBP, Lennoxville	4	4	Agriculture et Agroalim. Canada (2010)
Rivière Desrosiers (Centre-du-Québec)	7	7	COPERNIC (2010)
Rivière Shawinigan	17	17	BVM (2010)
Bassin de la Baie Mississquoi	6	6	Réseau Agriconseils Mont. ouest (2010)
TOTAL	**653**	**1033**	**20**

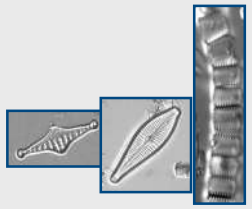
Les indicateurs en rivières

Le suivi environnemental des rivières (*monitoring*) consiste à utiliser différents outils pour évaluer l'état de santé des cours d'eau

Approche physico-chimique

Approche bioindicateurs

Diatomées



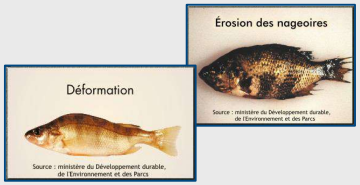
Macroinvertébrés

Larves d'insectes

Mollusques

Crustacés

Poissons



Approche Bioindicateurs

Les Macroinvertébrés benthiques

- Avantages:
  - Cycle de vie plus long, quelques moins à 1 an.
  - Large éventail de niveaux trophiques et de tolérances à la pollution.
  - Sensibles :
    - À la modification de l'habitat
    - À la présence de M.O. et aux variations en O_2 dissous

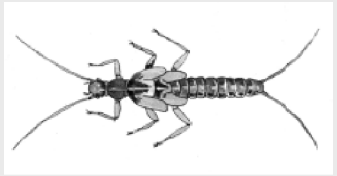
Approche Bioindicateurs

Milieu oligotrophe

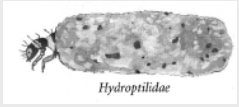
Milieu eutrophe

Éphémères

Plécoptères



Trichoptères



Communautés d'invertébrés benthiques

Chironomides

Oligochètes

Hirudinées

Approche Bioindicateurs

Avantages des macroinvertébrés et des diatomées benthiques :

- Ils réagissent aux toxiques rapidement
- Ils sont présents partout, abondants et relativement faciles à identifier
- Ils sont sédentaires et ainsi représentatifs des conditions locales
- Ils ont des cycles de vie d'un mois jusqu'à un an
- Ils constituent un groupe très diversifié, ils sont constitués d'un large éventail de niveaux trophiques et de tolérances à la pollution
- Ils sont relativement faciles à échantillonner

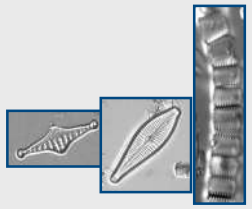
Les indicateurs en rivières

Le suivi environnemental des rivières (*monitoring*) consiste à utiliser différents outils pour évaluer l'état de santé des cours d'eau

Approche physico-chimique

Approche bioindicateurs

Diatomées



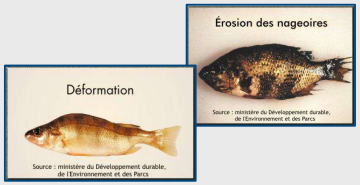
Macroinvertébrés

Larves d'insectes

Mollusques

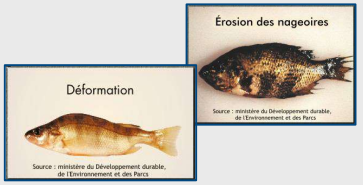
Crustacés

Poissons



Approche Bioindicateurs

Les Poissons

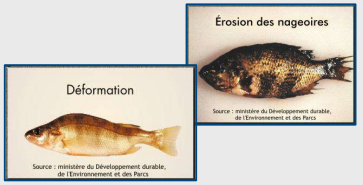


Avantage des poissons comme indicateur biologique:

- présents dans tous les milieux, même les plus pollués ;
- la présence d'espèces occupant tous les niveaux trophiques ;
- durée de vie généralement longue (20 ans);
- une biologie généralement bien connue ;
- une sensibilité à la dégradation de la qualité de l'eau et de l'habitat ;
- une détermination aisée sur le terrain ;
- un intérêt auprès du grand public.

Approche Bioindicateurs

Les Poissons



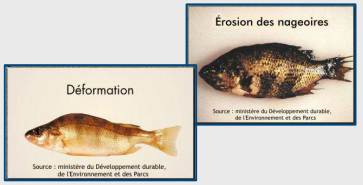
Première publication pour l'évaluation des cours d'eau du Middle West américain à partir de l'ichtyofaune (Karr, 1981).

Indice d'intégrité biotique (IIB)

Indice multimétrique utilisant différents descripteurs (métriques) biologiques des communautés ichtyologiques.

Approche Bioindicateurs

Les Poissons

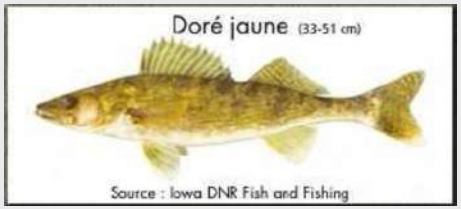


Exemples de métriques:	**Milieu perturbé**
Richesse spécifique (nbr d'sp)	↘
% insectivores	↘
% omnivores	↗
% d'espèces tolérantes	↗
% d'espèces intolérantes	↗
Anomalies externes - DELT	↗

Approche Bioindicateurs

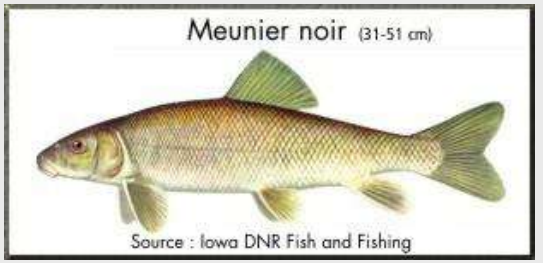
Milieux propres

Espèces intolérantes
insectivores



Milieux perturbés

Espèces tolérantes
omnivores



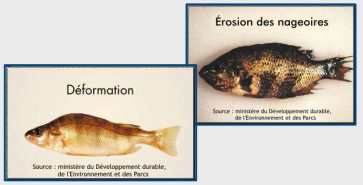
Approche Bioindicateurs

Anomalies externes (DELT)

Déformation Érosion Lésion Tumeur

Approche Bioindicateurs

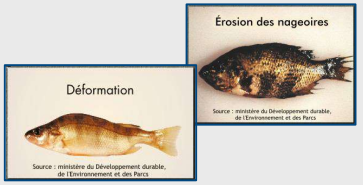
Techniques d'échantillonnage



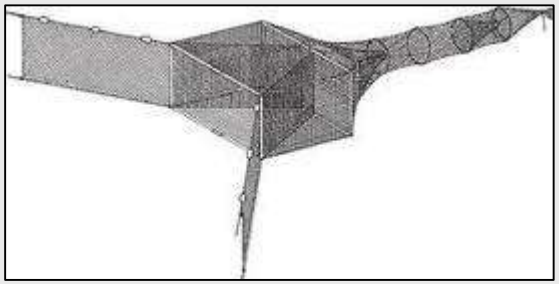
Pêche électrique

Approche Bioindicateurs

Techniques d'échantillonnage



Trappe Alaska

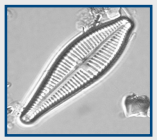


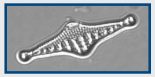
Senne coulissante

Note:
Les différents engins ont des sélectivités et des efficacités différentes.

Approche Bioindicateurs

Diatomées
(algues, périphyton)


Gomphonema


Nitzschia

Fragilaria

- Enrichissement en nutriments (ex.: phosphore)
- Intègrent les perturbations sur 1 mois
- Sensibilité élevée, pollution faible à moyenne

Macroinvertébrés

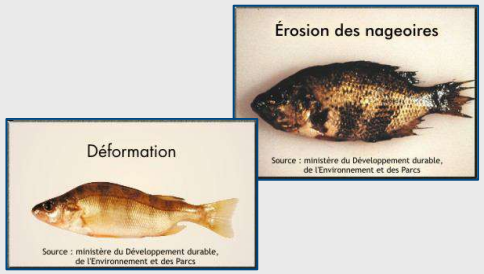
Larves d'insectes

Mollusques

Crustacés

- Déficit en O_2
- Modification de l'habitat (ex.: ensablement)
- Intègrent les perturbations sur 1 an

Poissons



- Substances toxiques (ex.: métaux, pesticides)
- Intègrent les perturbations sur plusieurs années
- Intégrité globale de l'écosystème aquatique

Suivi de l'état de santé des rivières

Cas de figure…

Bassin versant de la rivière du Loup

Bassin versant de la rivière du Loup

Réseau-rivières

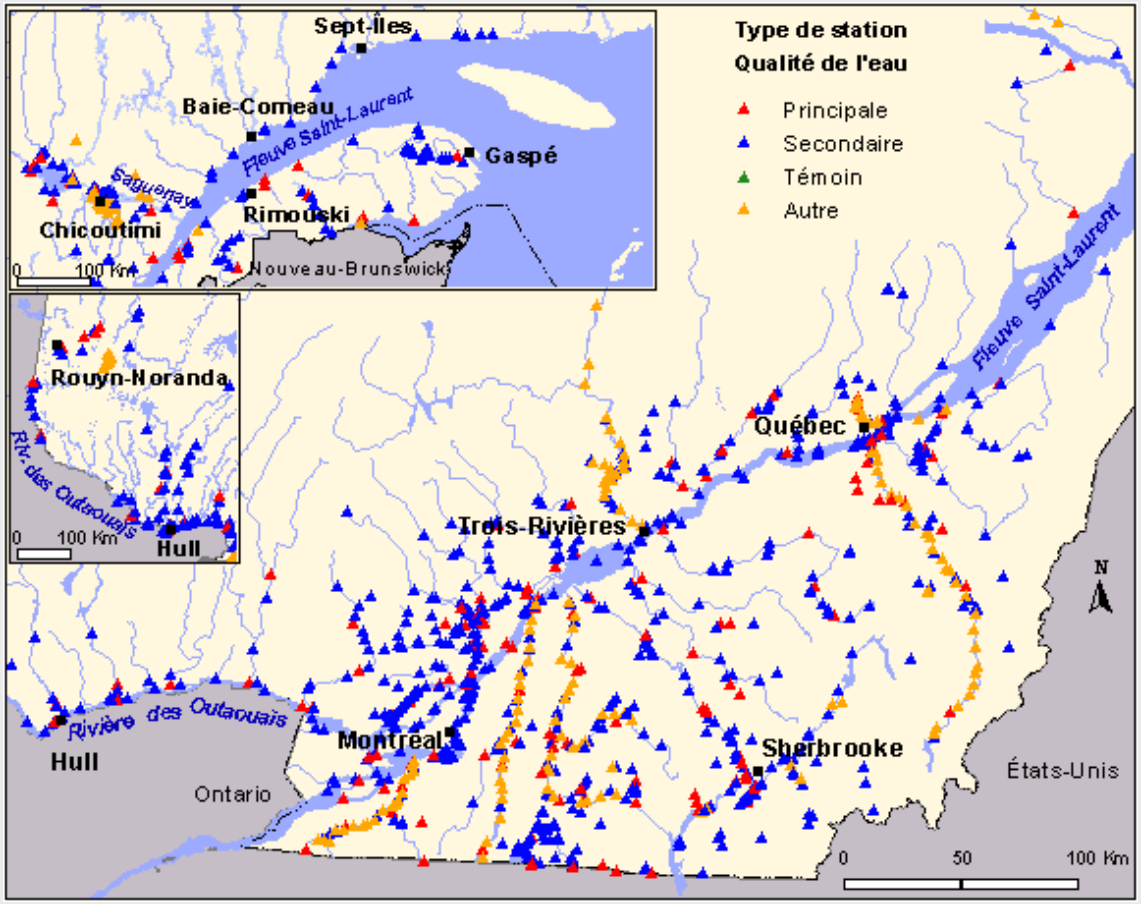
MDDEP

178 stations

49 BV

98 rivières

Fréquence:
-1 fois par mois
-de mai à octobre



Bassin versant de la rivière du Loup

Réseau-rivières

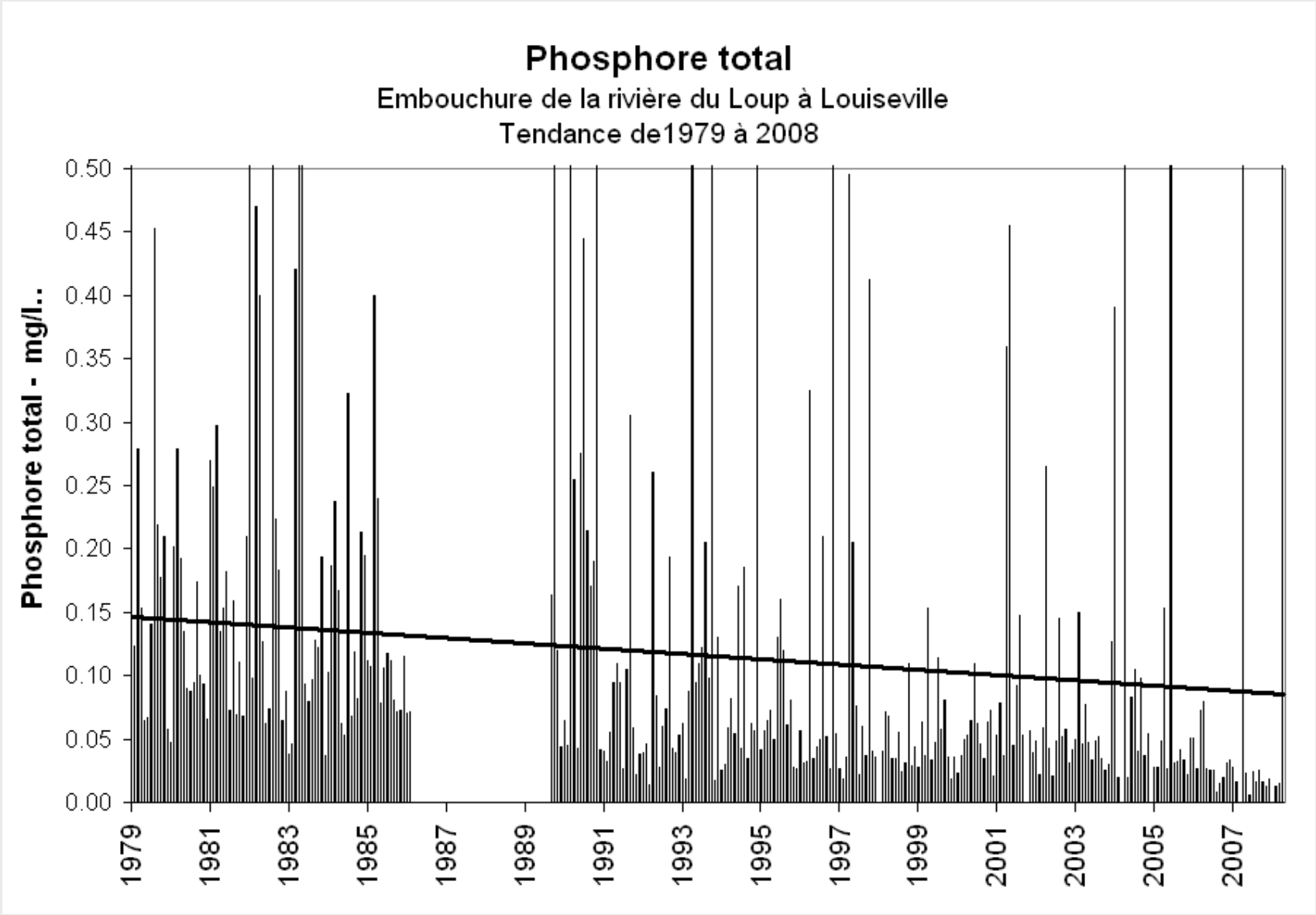
Forces:

-Très longues séries temporelles

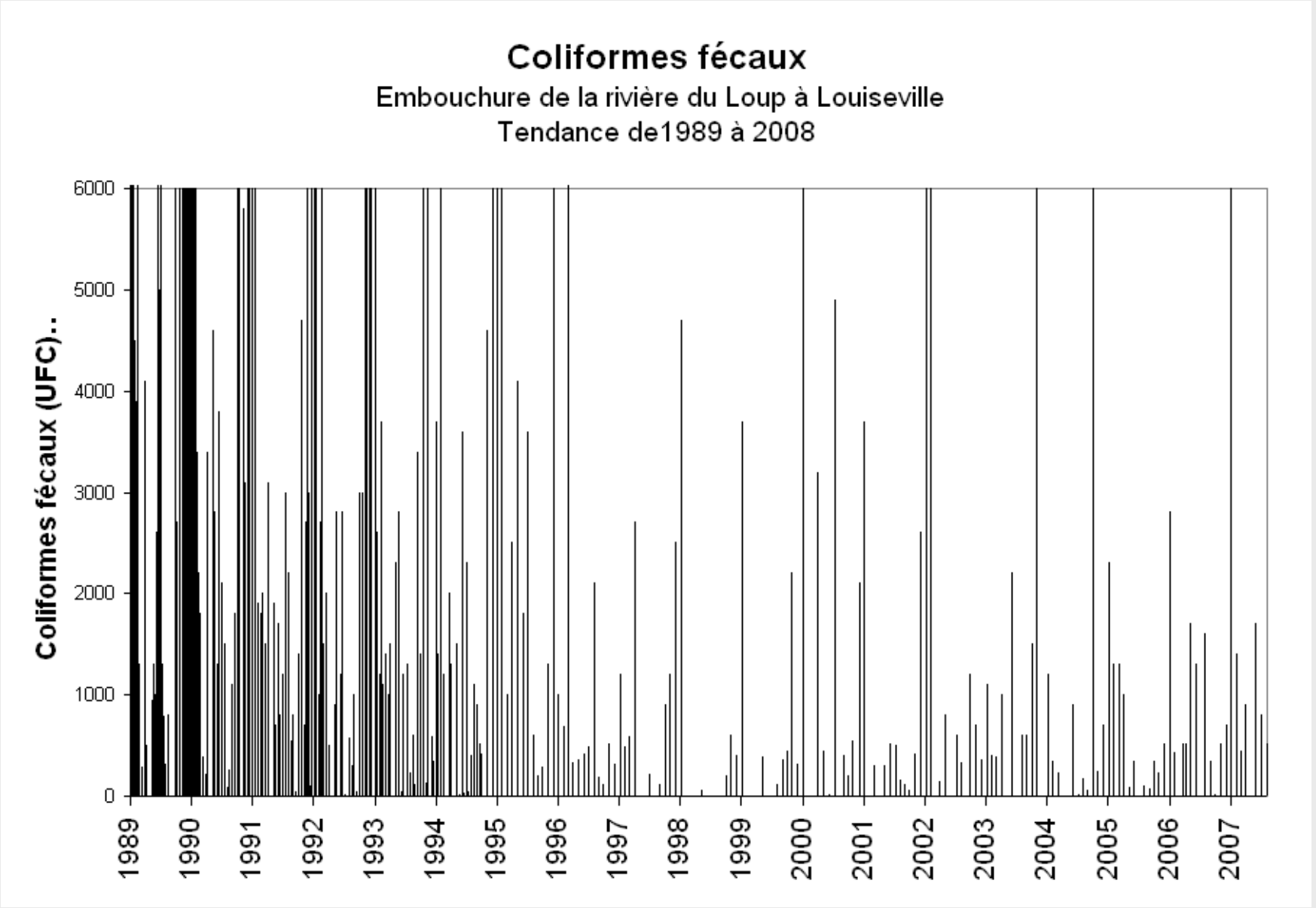
-Station embouchure - Louiseville:
- Suivie depuis 1979
- 454 échantillons

➔ Permets de vérifier les tendances des descripteurs de qualité de l'eau à long terme.

Bassin versant de la rivière du Loup



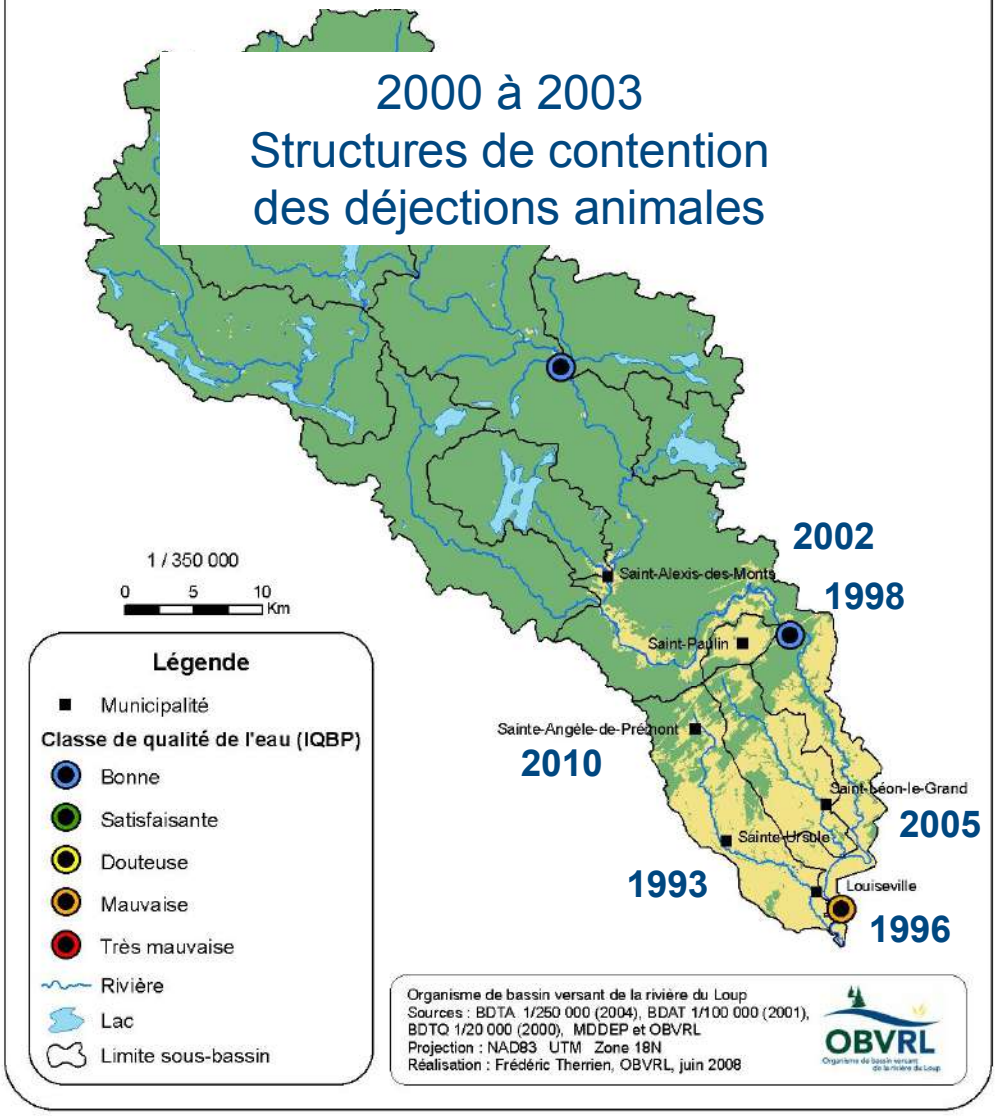
Bassin versant de la rivière du Loup

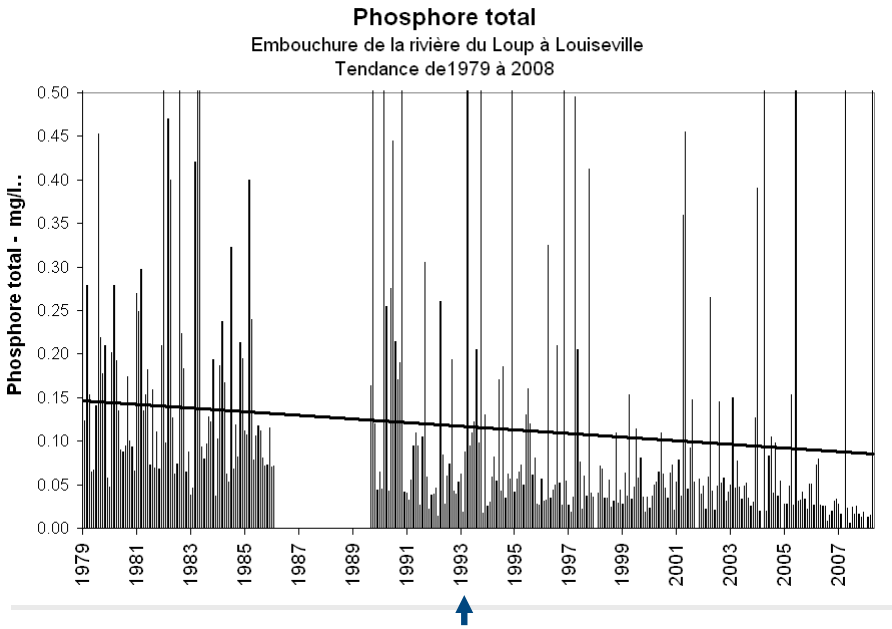


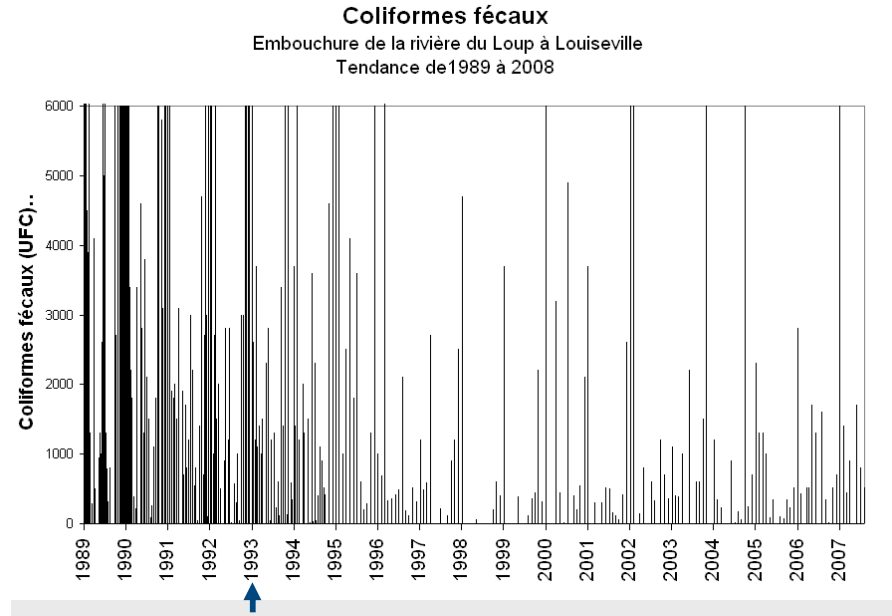
Bassin versant de la rivière du Loup

Mise en service des stations d'épuration des eaux usées

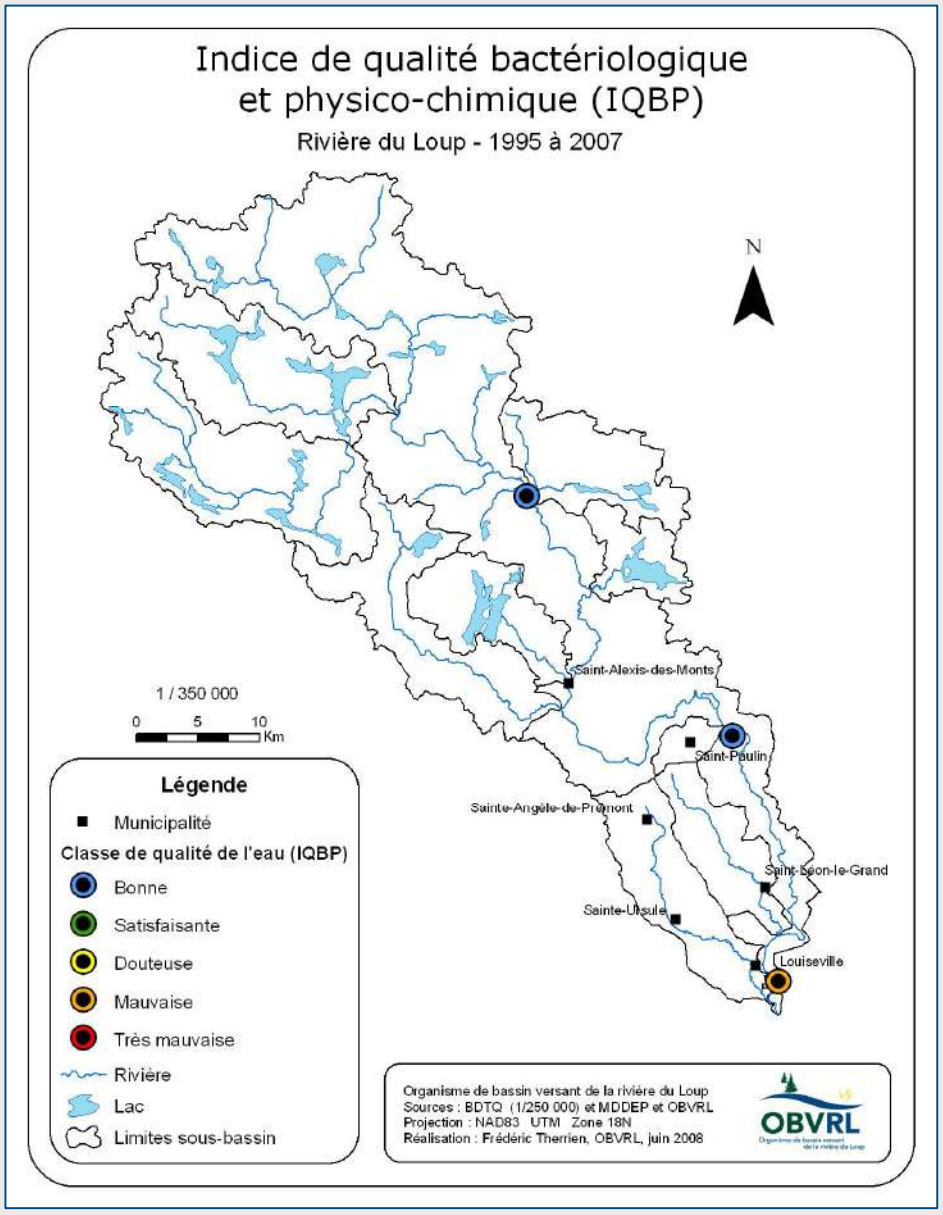
2000 à 2003
Structures de contention des déjections animales







Bassin versant de la rivière du Loup



Limites du *Réseau-rivières*:

Avec 3 stations d'échantillonnage pour caractériser l'ensemble du bassin versant:

-Difficile de cibler les secteurs, les tronçons et les activités problématiques!

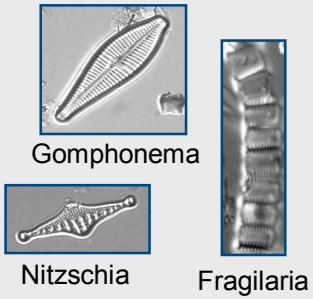
-Les tributaires ne sont pas pris en compte!

Bassin versant de la rivière du Loup

Bassin versant de la rivière du Loup

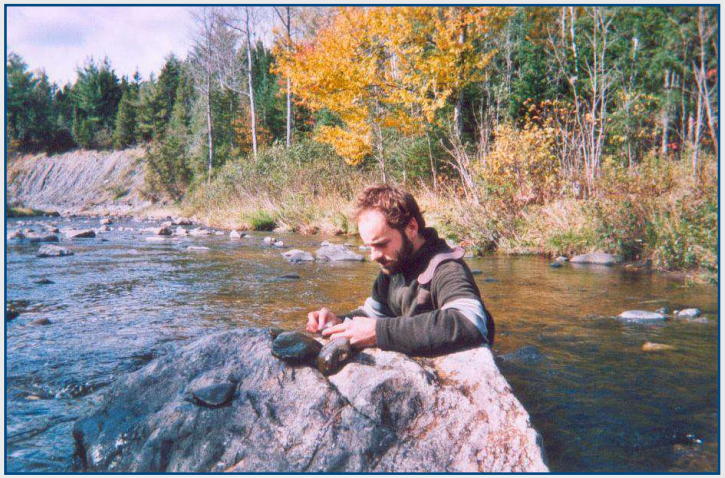
Besoin: Identifier les secteurs, les tronçons et les activités problématiques sur l'ensemble du bassin versant

Diatomées
(algues, périphyton)



Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)

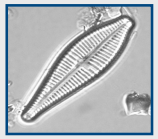
1. Un même protocole **d'échantillonnage simple et peu coûteux** pour tous les types de cours d'eau du bassin.

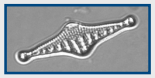


Bassin versant de la rivière du Loup

Besoin: Identifier les secteurs, les tronçons et les activités problématiques sur l'ensemble du bassin versant

Diatomées
(algues, périphyton)


Gomphonema


Nitzschia

Fragilaria

Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)

1. Un même protocole d'échantillonnage simple et peu coûteux pour **tous les types de cours d'eau du bassin.**

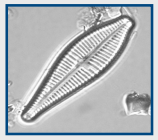
Bouclier canadien

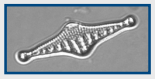
Plaine du St-Laurent

Bassin versant de la rivière du Loup

Besoin: Identifier les secteurs, les tronçons et les activités problématiques sur l'ensemble du bassin versant

Diatomées
(algues, périphyton)


Gomphonema


Nitzschia

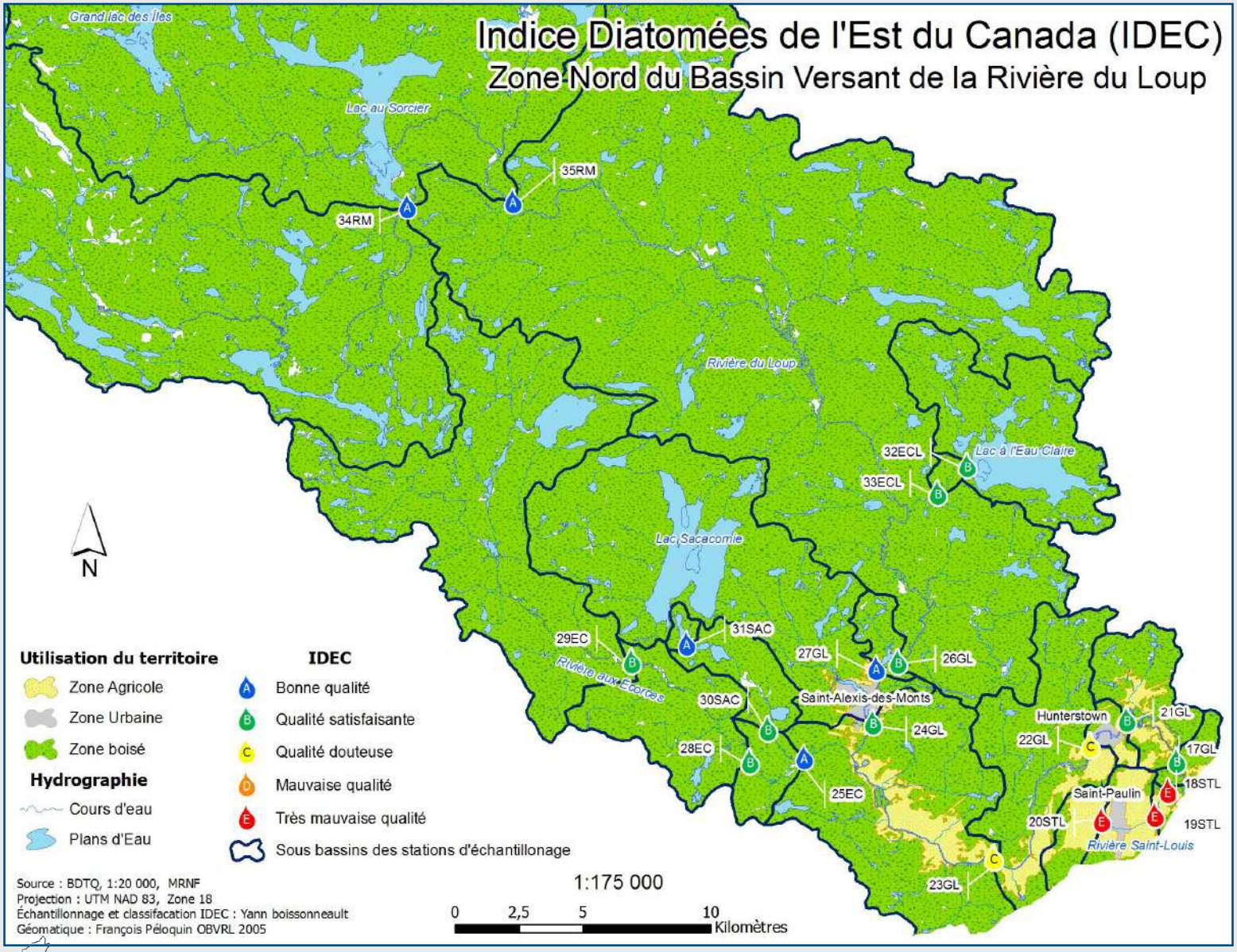
Fragilaria

Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)

1. Un même protocole d'échantillonnage simple et peu coûteux pour tous les types de cours d'eau du bassin.

2. Utilisation intensive sur un grand territoire.

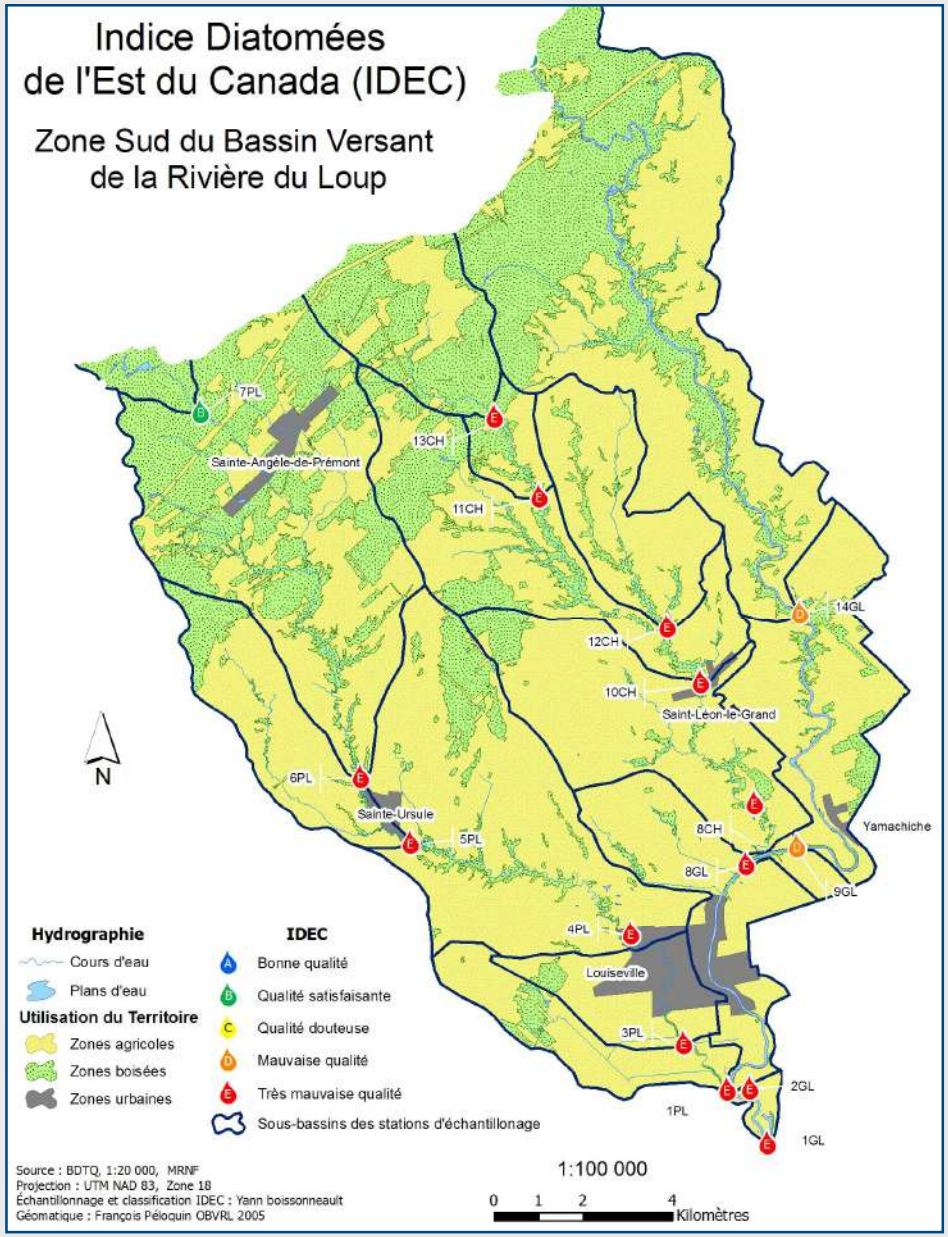
Bassin versant de la rivière du Loup



Bassin versant de la rivière du Loup

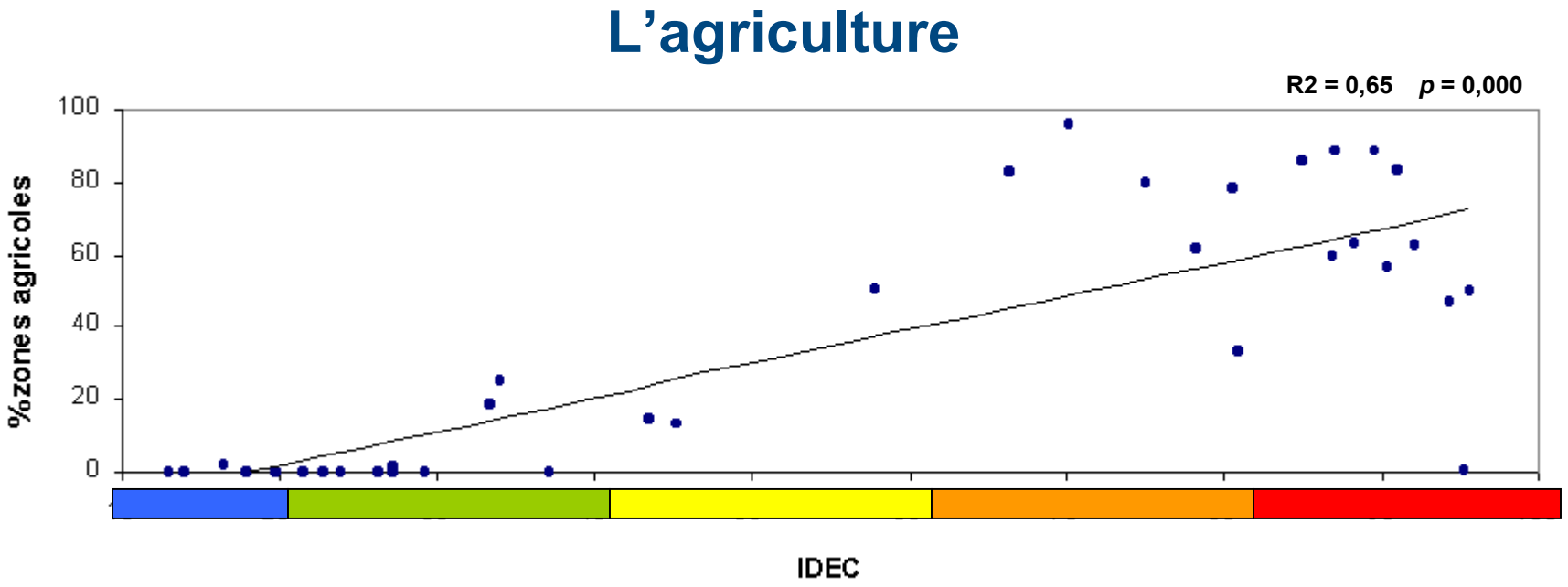
Secteurs prioritaires identifiés:

- Ruisseau St-Louis
- Sous bassin Chacoura
- Petite riv. du Loup



Bassin versant de la rivière du Loup

IDEC vs …



Bassin versant de la rivière du Loup

En Résumé

Zones forestières ↓

Zones agricoles ↑

Bandes Riveraines ↓

Érosion des rives ↑

IDEC

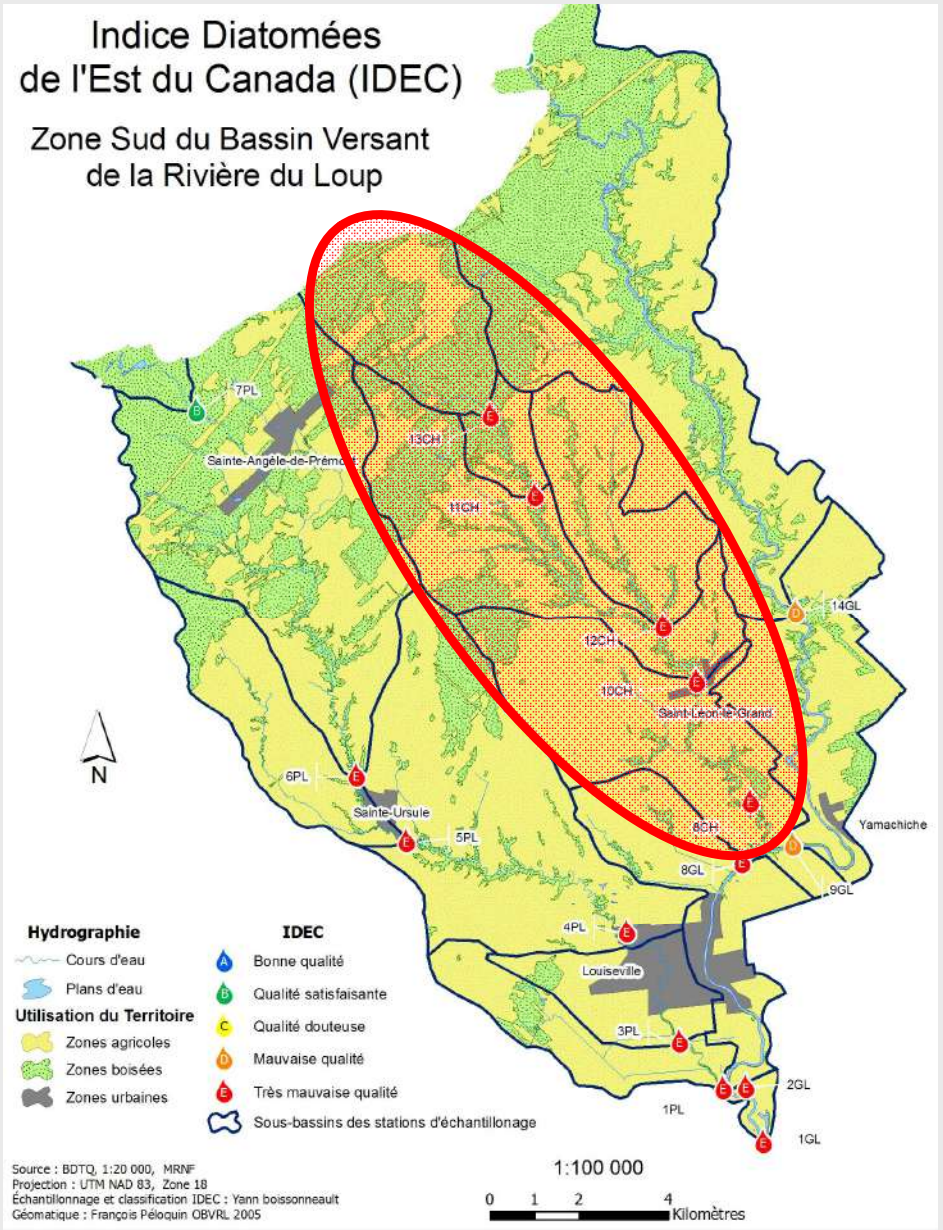
↓

Classe E

Bassin versant de la rivière du Loup

Secteurs prioritaires identifiés:

- Ruisseau St-Louis
- **Sous bassin Chacoura**
- Petite riv. du Loup



Bassin versant de la rivière du Loup

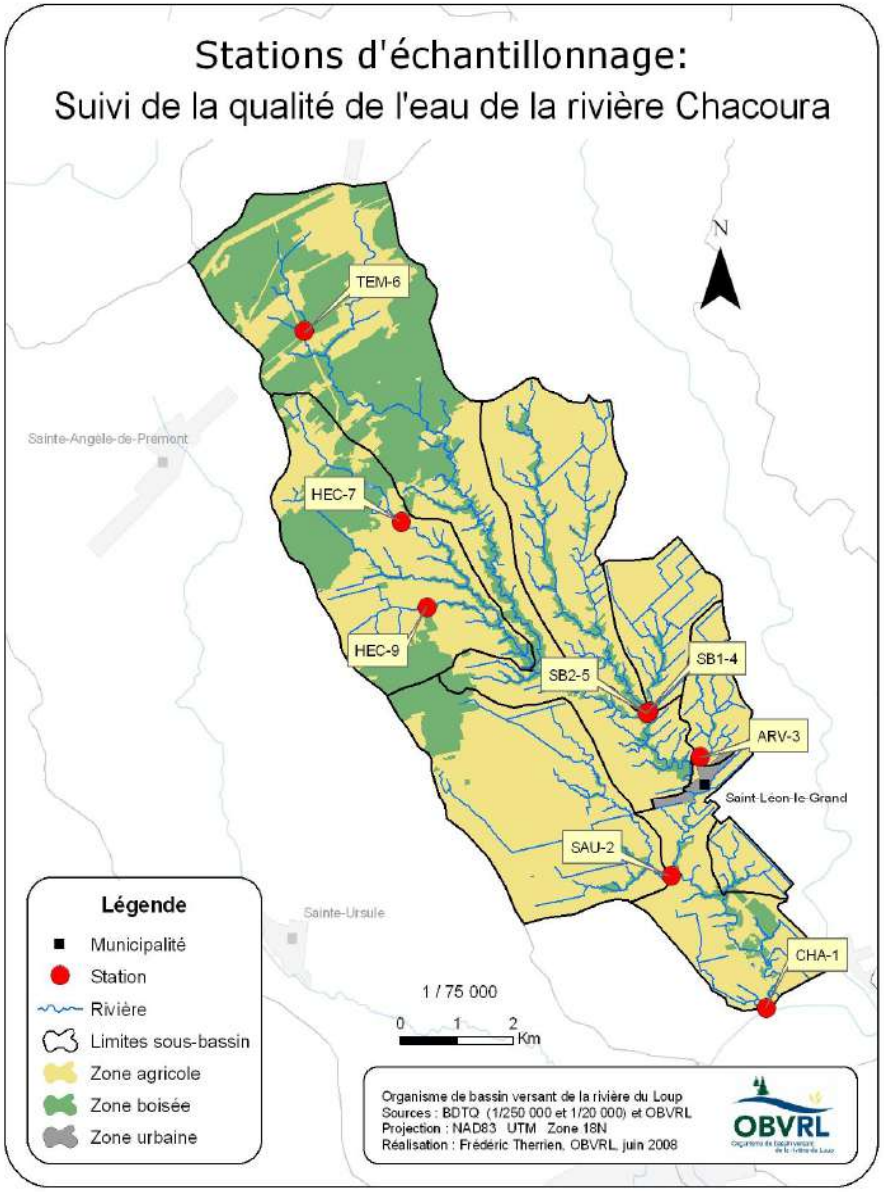
CHACOURA
PROJET DE RESTAURATION DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE CHACOURA

Physico-chimie:
Mesures bimensuelles des concentrations en:

- Phosphore total
- Azote total
- Matières en suspension (MES)
- Coliformes fécaux

1 station MDDEP – PAC
Embouchure riv. Chacoura

7 stations supplémentaires
2008-2009
(OBVRL-FUPAM-MAPAQ)

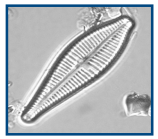


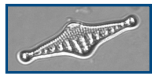
Bassin versant de la rivière du Loup

CHACOURA
PROJET DE RESTAURATION DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE CHACOURA

Diatomées (IDEC)

MDDEP-MAPAQ-UQTR
Automne 2008-2009


Gomphonema


Nitzschia

Fragilaria

Macroinvertébrés

DSÉE, MDDEP
Automne 2008

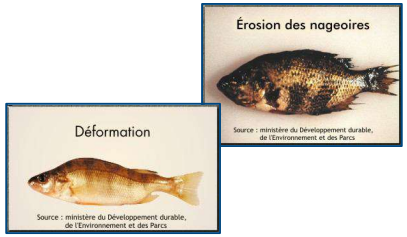
Larves d'insectes

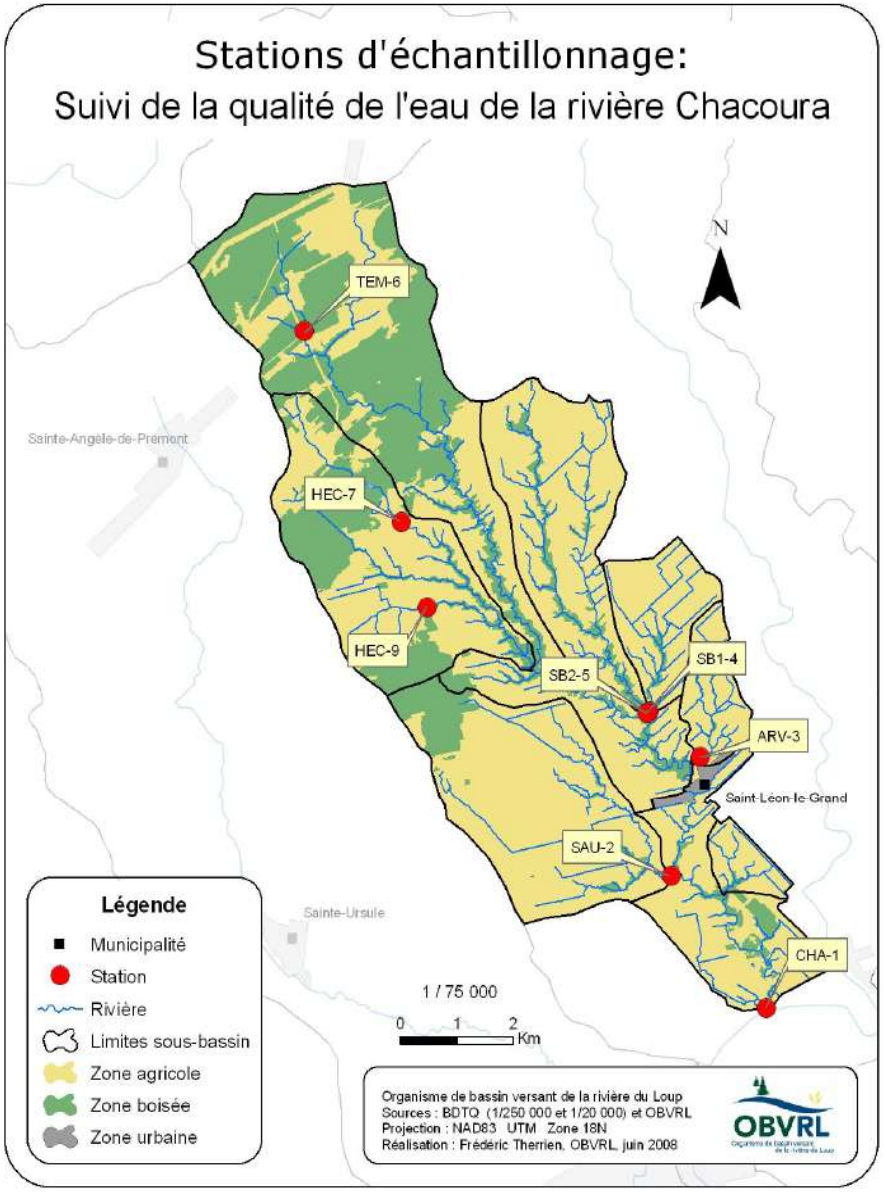
Mollusques

Crustacés

Poissons

OBVRLY
Saison 2009





Bassin versant de la rivière du Loup

CHACOURA
PROJET DE RESTAURATION DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE CHACOURA

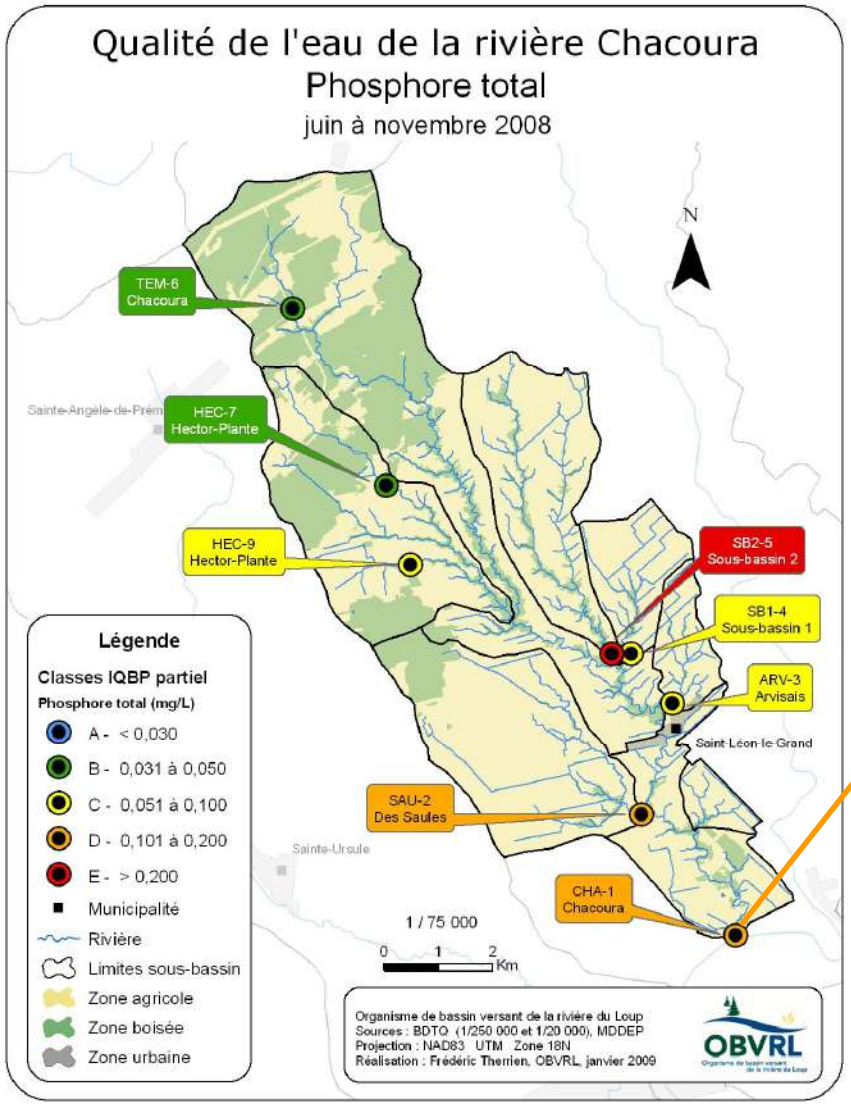
Objectifs:

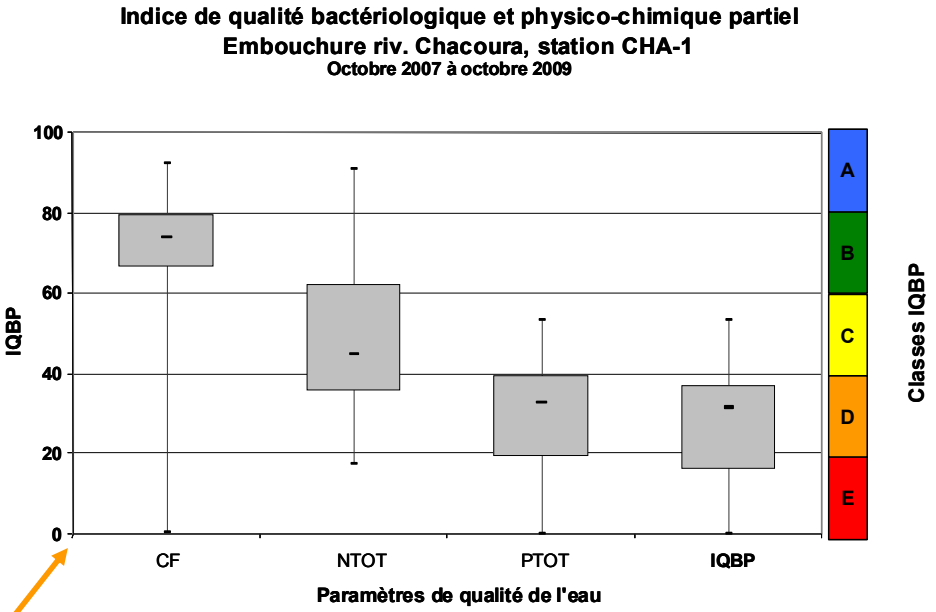
1) Identifier les sous bassins les plus perturbés afin d'y intensifier l'assainissement des cours d'eau.

2) Suivi *avant - après* restauration, qui permettra de mesurer l'atteinte des objectifs de restauration.

Bassin versant de la rivière du Loup

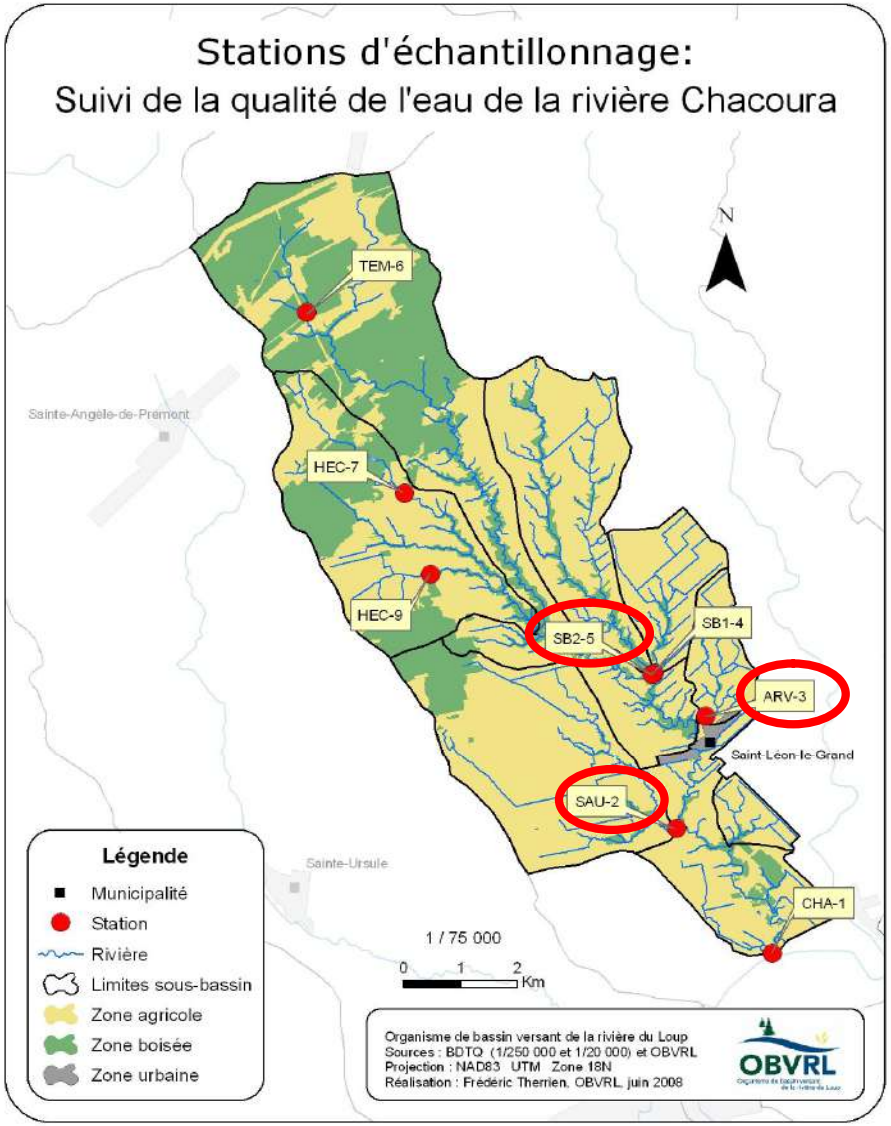
1) Identifier les sous bassins les plus perturbés





Bassin versant de la rivière du Loup

1) Identifier les sous bassins les plus perturbés



Sous bassin 2 (SB2-5) et ***des Saules*** (SAU-2) :

-Concentrations mesurées en **phosphore** et en **MES** les plus élevées.

-IDEC : état écologique très altéré, 0/100.

- 25% des poissons avaient des anomalies de type DELT

Ruisseau Arvisais (ARV-3) :

-Concentrations mesurées en **azote** les plus élevées.

- IDEC : état écologique très altéré, 7/100.

- Le plus faible nombre d'espèces de poissons et qui affichait la plus forte proportion d'espèces tolérantes

Bassin versant de la rivière du Loup

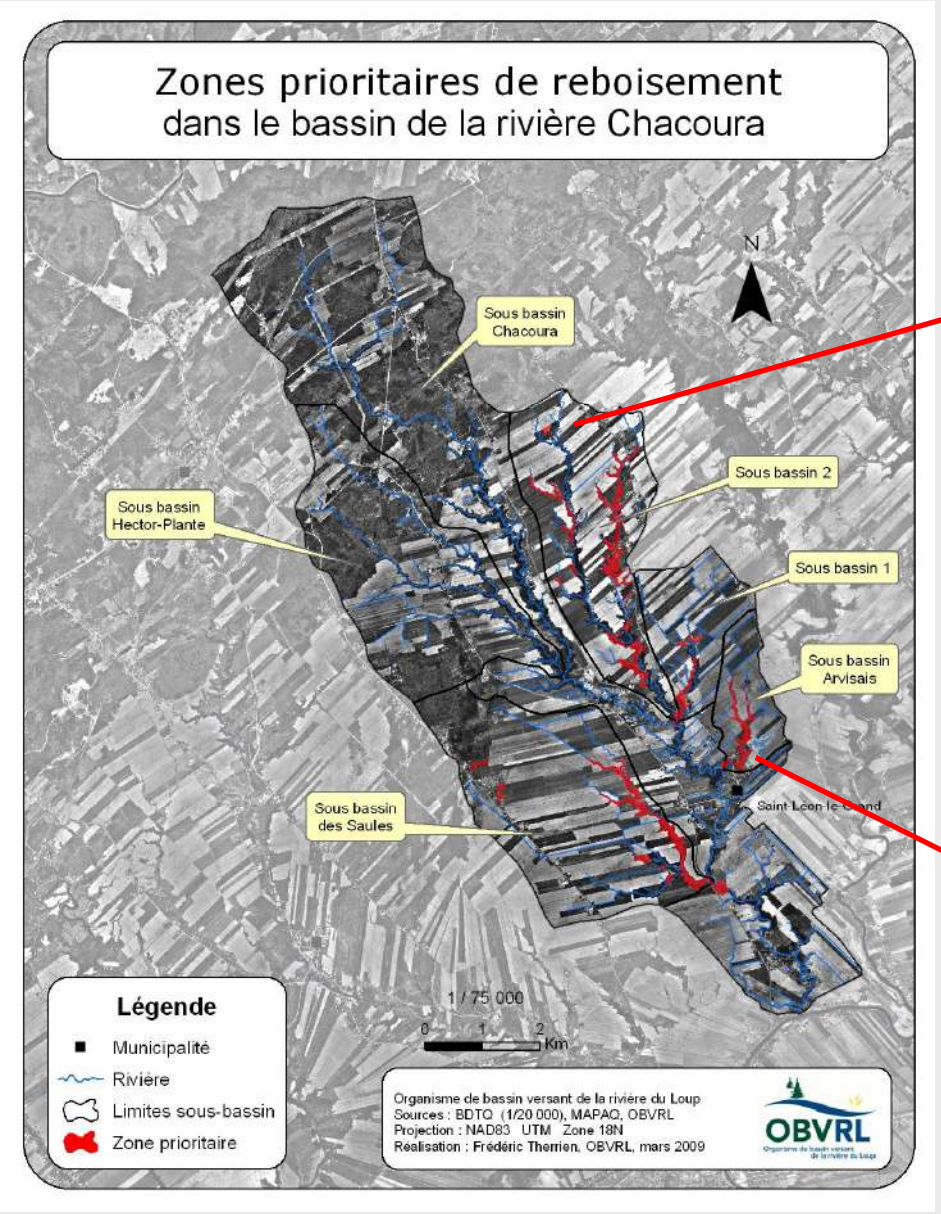
Conclusions étude poissons – Chacoura 2009:

-L'abondance relative des poissons tolérants à la pollution et des poissons omnivores ne variait pas en fonction de la distance de l'embouchure.

-Richesse spécifique des poissons omnivores (espèces tolérantes) était inférieure au nombre d'espèces de poissons insectivores (espèces intolérantes)

-l'abondance relative des omnivores (espèces tolérantes) était supérieure à celle des insectivores.

Bassin versant de la rivière du Loup



Bassin versant de la rivière du Loup

2) ***Suivi avant - après restauration***, *qui permettra de mesurer l'atteinte des objectifs de restauration.*

Suivi après restauration:

-**Physico-chimie**:

-Réduction significative des concentrations en azote et en phosphore en 10 ans

-**Bioindicateurs**:

-Augmentation d'une classe des indices en 10 ans:

- Diatomées
- Macroinvertébrés
- Poissons

Suivi de l'état de santé des cours d'eau

Résumé:

1- Stations Réseau-rivières ➔ Suivi temporel

2- Indice Diatomées de l'Est du Canada ➔ Suivi spatial

3- Utilisation intégrée des différentes approches:

-Physico-chimique
-Diatomées
-Macroinvertébrés
-Poissons

MERCI

Yann BOISSONNEAULT biologiste yann.boissonneault@uqtr.ca WWW.BOISSONNEAULT.CA 1.819.296.2682