

L'indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)

10 années de suivi de l'eutrophisation dans les bassins versants du Québec

Stéphane Campeau Ph.D.

Département des sciences de l'environnement

Centre de Recherche sur les Interactions bassins Versants - Ecosystèmes aquatiques (RIVE) et GRIL www.uqtr.ca/IDEC





L'indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)

10 années de suivi de l'eutrophisation dans les bassins versants du Québec

- 1. L'intégrité écologique des cours d'eau
- 2. L'écologie des diatomées
- 3. L'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC v.3)
- 4. La relation entre l'IDEC et les nutriments
- 5. Les sels dissous, la charge organique, l'oxygénation et les métaux
- 6. Le suivi de la restauration des cours d'eau
- 7. Le suivi des cours d'eau en milieu urbain
- 8. L'échantillonnage, l'analyse et le contrôle de la qualité
- 9. Le base de données IDEC



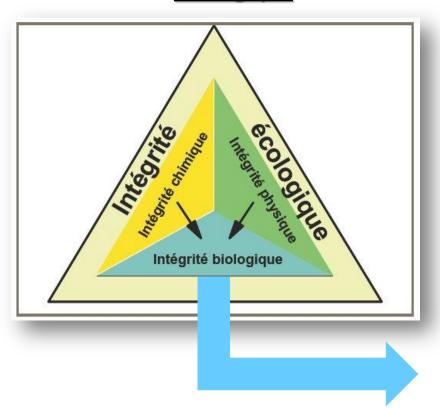
L'intégrité écologique des cours d'eau





L'intégrité écologique des cours d'eau

<u>Les composantes de l'intégrité</u> <u>écologique</u>



Les composantes de l'intégrité biologique :



 Les algues (dont les diatomées)



Les plantes aquatiques



Les macroinvertébrés



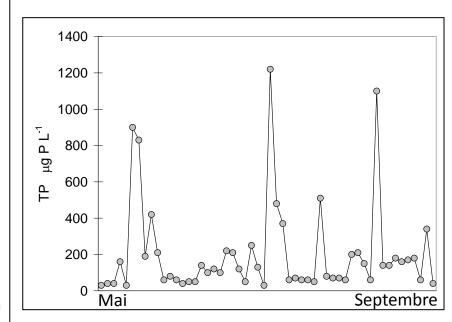
Les poissons



Pourquoi suivre le périphyton?

- Intègre les variations temporelles de la physico-chimie
- Permet de suivre un grand nombre de stations à moindre coût
- Permet de détecter les pollutions toxiques discontinues
- Répond à une variété de facteurs cumulatifs
- En lien direct avec les objectifs des programmes de restauration

Phosphore total dans la rivière Boyer (1999)





Les diatomées benthiques sont peu influencées par la taille des cours d'eau

Rivière Mékinac Nord en Mauricie

Rivière Gatineau à Grand-Remous

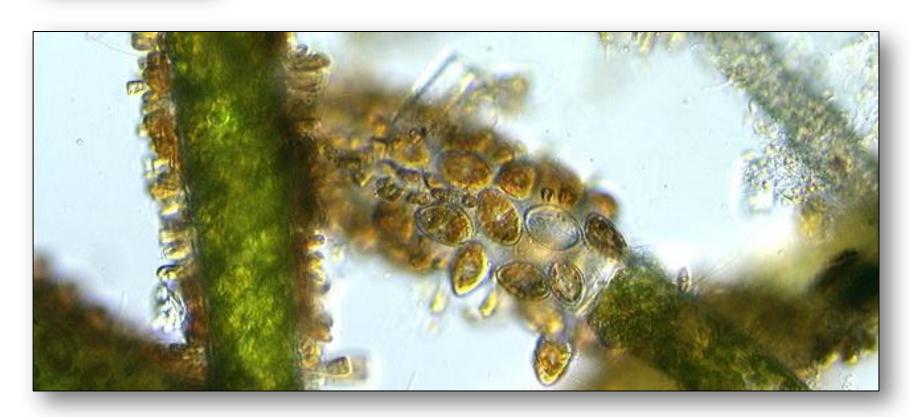




Communautés de diatomées similaires



L'écologie des diatomées



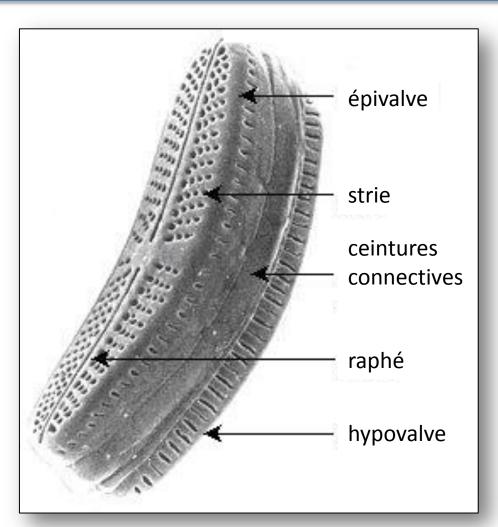


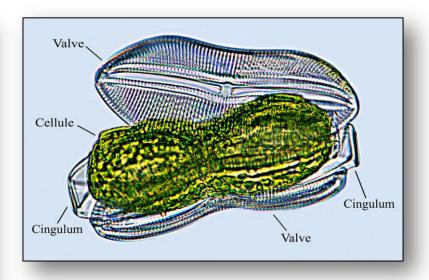
Les diatomées sont les algues d'une teinte brunâtre qui tapissent le fond des cours d'eau





Un frustule de diatomée est composé de deux valves





- Algues unicellulaires (2 à 1000 μm)
- Planctoniques ou benthiques
- Plus de 10 000 taxons



La communauté d'une rivière peut contenir plusieurs dizaines d'espèces de diatomées







Les diatomées sont à la base des réseaux trophiques

25% de la fixation du carbone et 30% de la production de O₂

Les facteurs environnementaux :

- Salinité
- pH

Facteurs isolés lors du développement de l'IDEC

- Nutriments (P, N)
- Matières organiques
- Métaux et pesticides

Intérêt pour le biosuivi des cours d'eau

- Lumière
- Substrat
- Température
- Courant
- Broutement
- Silice

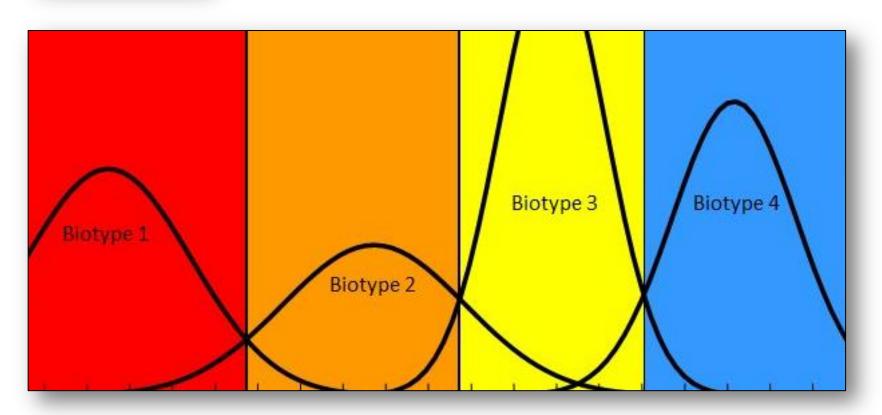
Uniformisés par le protocole d'échantillonnage

Fait partie de la variabilité naturelle mesurée sur les 650 stations utilisées pour développer l'IDEC





L'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC v.3)





Les indices d'intégrité biologique permettent de mesurer la distance d'une communauté par rapport à la communauté de référence

Cours d'eau peu dégradé (oligotrophe)



Communauté de diatomées de référence



Quelle est la distance écologique?

Cours dégradé (eutrophe)



Communauté de diatomées eutrophe

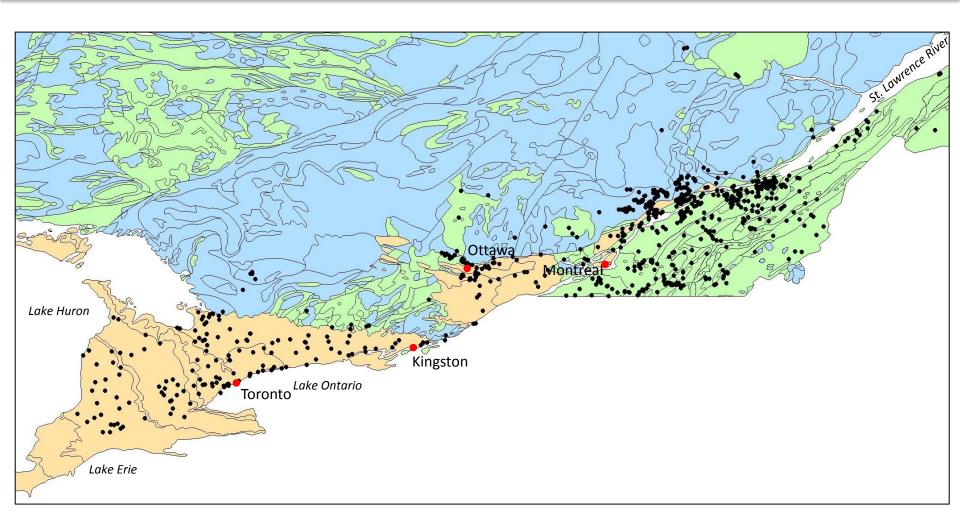
Indice = 100

Indice = 0



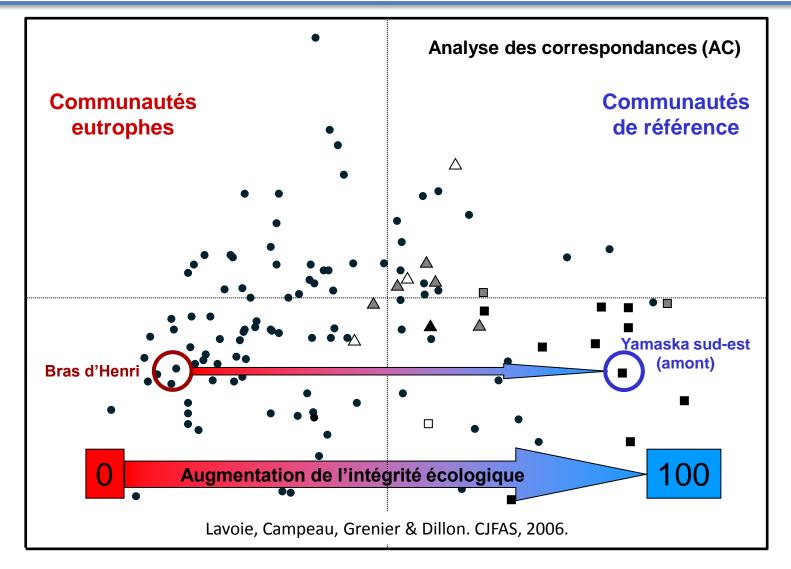
La version 3 de l'IDEC a été développée à partir de 650 échantillons provenant de 400 rivières

(dont 150 sites de référence)



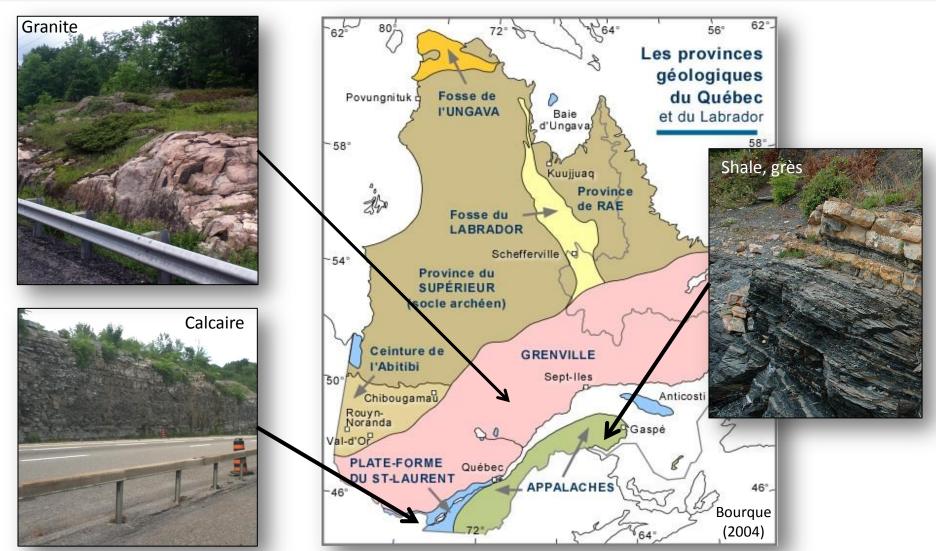


L'échelle de 0 à 100 de l'IDEC est basée sur la distance écologique (chi-carré) qui sépare les communautés de diatomées sur le gradient d'altération



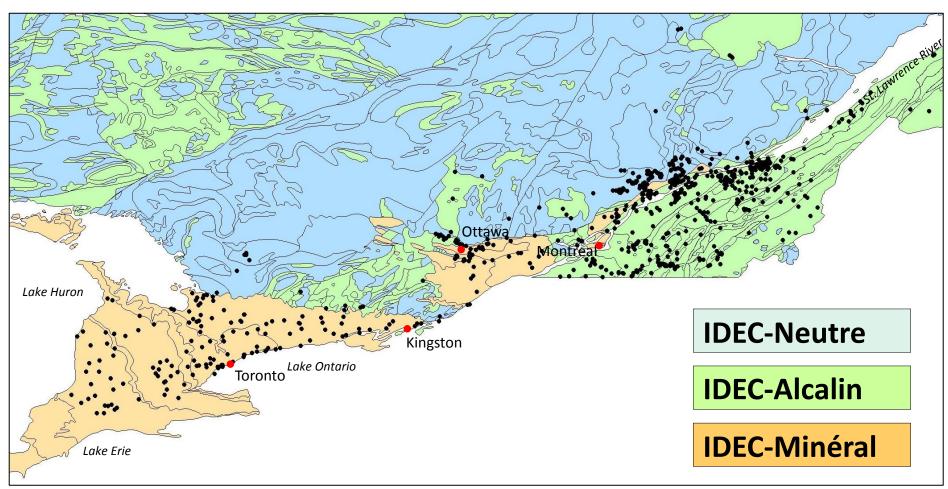


Le choix du sous-indice dépend de la géologie et des dépôts de surface en amont de la station d'échantillonnage





Trois indices ont été développés, soit un pour chaque communauté de référence



Grenier, Lek, Rodríguez, Rousseau & Campeau. WQRJC, 2010

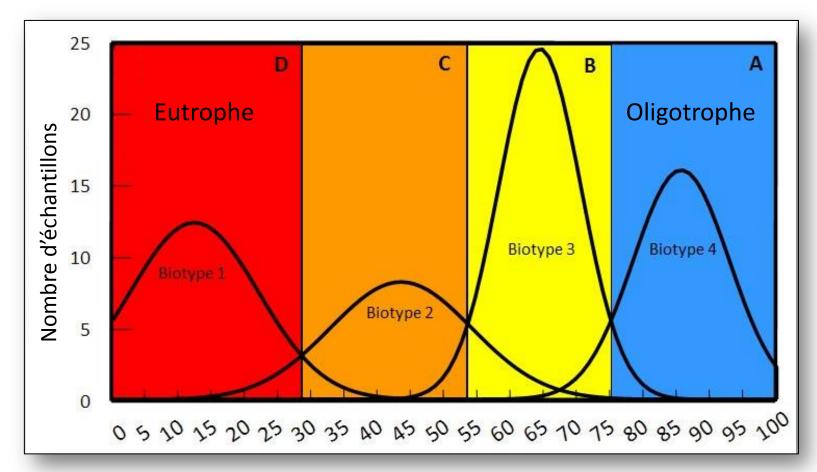
Lavoie, Grenier, Campeau & Dillon. WQRJC, 2010 Lavoie, Campeau, Drakulic, Winter & Fortin. STOTEN, 2013



	IDEC-Neutre	IDEC-Alcalin	IDEC-Minéral	
рН				
Stations de référence	7.2	7.8	8.3	
Médiane (Q1 – Q3)	(6.7 – 7.4)	(7.6 – 8.0)	(8.0 – 8.5)	
Conductivité				
Stations de référence Médiane	40 μS/cm	104 μS/cm	447 μS/cm	
(Q1 – Q3)	(27 – 58)	(62 – 150)	(379 – 533)	
Bouclier canadien	 Roches felsiques (granite, rhyolite, orthogneiss, tonalite, etc.) Dépôts fluvioglaciaires ou organiques et tills non carbonatés 	(gabbro, basalte, anorthosite, syénite, diorite, etc.)Roches métamorphiques carbonatées	Ne s'applique pas	
Basses-terres du	Petits bassins versants	Roches sédimentaires et	Calcaire et dolomie	
Saint-Laurent et	ayant une forte proportion de milieux humides	métasédimentaires (shale, siltstone, grès, conglomérat, etc.) • Dépôts argileux ou limoneux d'origine	couverts par endroits de dépôts argileux ou limoneux d'origine	
Appalaches		marine ou lacustre	marine ou lacustre	
Lake Erie Lowlands	Ne s'applique pas	Ne s'applique pas	Calcaire et dolomie	
et			couverts par endroits	
Manitoulin-Lake			de dépôts argileux ou limoneux d'origine	
Simcoe (Ontario)	Lavoie, Campeau, D	orakulic, Winter & Fortin. STOTEN, 2013	marine ou lacustre et de tills carbonatés	



Chaque indice a été divisé en 4 classes qui correspondent à des communautés types



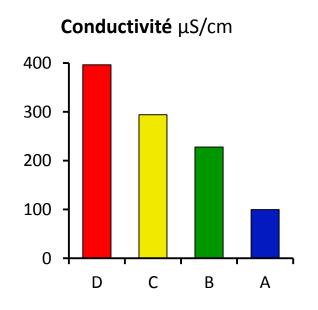
Valeur de l'IDEC

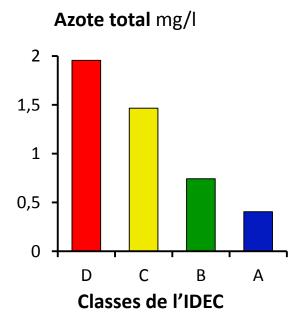
Grenier, Lavoie, Rousseau & Campeau. Ecological Indicators, 2010.

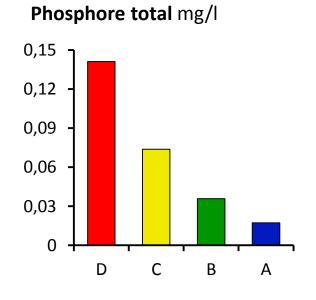




Les classes de l'IDEC sont corrélées à la physico-chimie



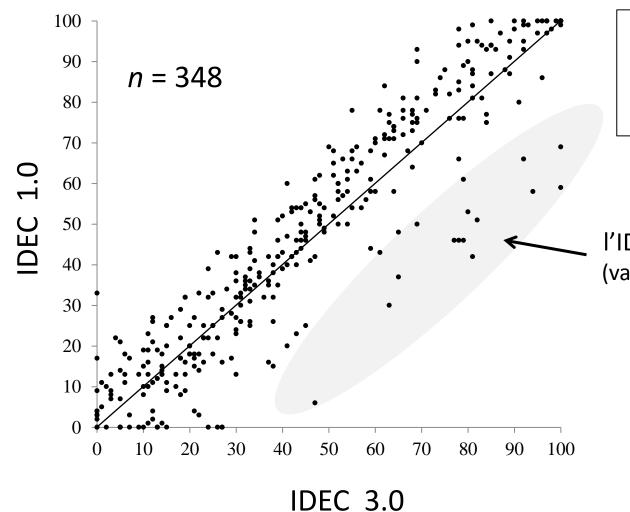




Classe	Valeurs de l'IDEC	рН	Conductivité (μS/cm)	Phosphore total (µg/L)	Azote total (mg/L)			
IDEC-Neutre								
Α	71-100	7.2	39	22	0.29	Oligotrophe		
Α	71 100	(6.8 - 7.3)	(26 - 50)	(16 - 36)	(0.24 - 0.49)	Ongott opine		
В	46-70	7.4	46	24	0.30	Oligo-mésotrophe		
Б	40-70	(7.0 - 7.5)	(30 - 54)	(21 - 27)	(0.23 - 0.35)	Oligo-illesotropile		
	21 45	7.6	72	61	0.70	Mása sutranha		
С	21-45	(7.2 - 7.7)	(50 - 110)	(23 - 70)	(0.51 - 0.76)	Méso-eutrophe		
D	0-20	7.6	114	66	0.78	Eutrophe		
U	0-20	(7.5 - 7.7)	(86 - 165)	(42 - 91)	(0.46 - 1.19)	Eutrophe		
IDEC-Alcalin								
۸	71-100	7.8	93	16	0.36	Oligatranha		
Α	71-100	(7.6 - 7.9)	(63 - 120)	(12 - 19)	(0.23 - 0.47)	Oligotrophe		
В	46-70	8.0	185	26	0.53	Mésotrophe		
D	40-70	(7.7 - 8.2)	(136 - 268)	(17 - 43)	(0.38 - 0.95)	Wiesotrophie		
С	26-45	8.0	256	52	0.89	Méso-eutrophe		
	20 45	(7.8 - 8.5)	(195 - 361)	(37 - 98)	(0.58 - 1.98)			
D	0-25	8.0	364	114	1.59	Eutrophe		
	0 _0	(7.7 - 8.3)	(227 - 502)	(71 - 163)	(0.96 - 2.51)			
IDEC-Minéral								
Α	76-100	8.3	422	24	0.79	Oligo-mésotrophe		
A	70-100	(8.2 - 8.4)	(308 - 458)	(18 - 28)	(0.61 - 1.59)	Oligo-filesotrophe		
В	46-75	8.3	455	28	1.33	Mésotrophe		
	70 7 3	(8.3 - 8.4)	(403 - 619)	(20 - 40)	(0.80 - 2.47)			
С	26-45	8.2	526	58	1.36	Méso-eutrophe		
	20 73	(8.0 - 8.4)	(431 - 775)	(40 - 90)	(0.93 - 2.26)			
D	0-25	8.2	1012	73	1.85	Eutrophe		
	<u> </u>	(7.8 - 8.2)	(690 - 1455)	(47 - 108)	(1.05 - 3.81)			



Le transfert vers la nouvelle version a peu d'impact sur la cote de l'IDEC



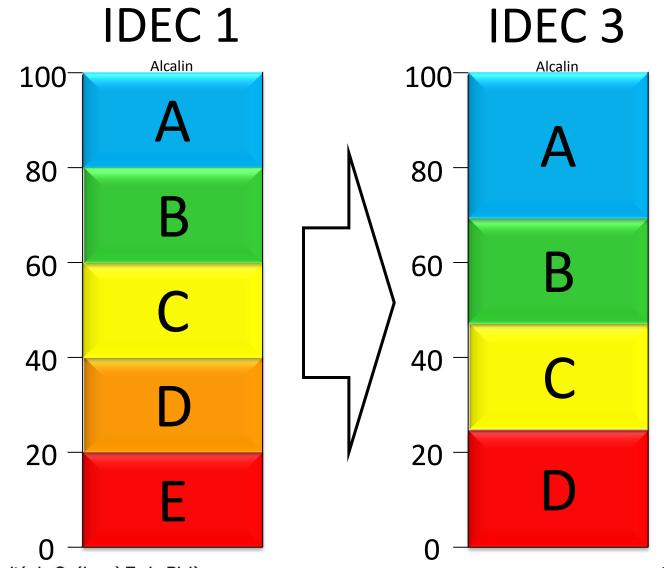
Dans 75% des cas, la différence est de moins de 10%.

Stations ayant passé de l'IDEC-Neutre à l'IDEC-Alcalin (vallées argileuses du bouclier et Appalaches)

Lavoie, Campeau, Drakulic, Winter & Fortin. STOTEN, 2013



Attention! La cote E devient la cote D



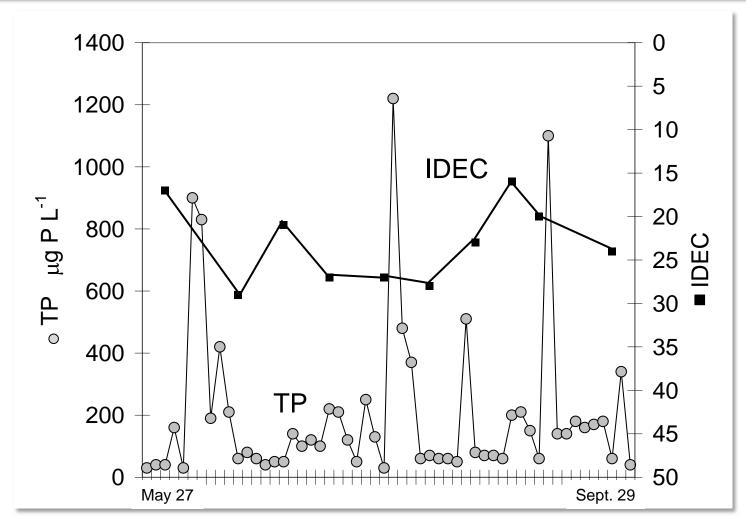


La relation entre l'IDEC et les nutriments





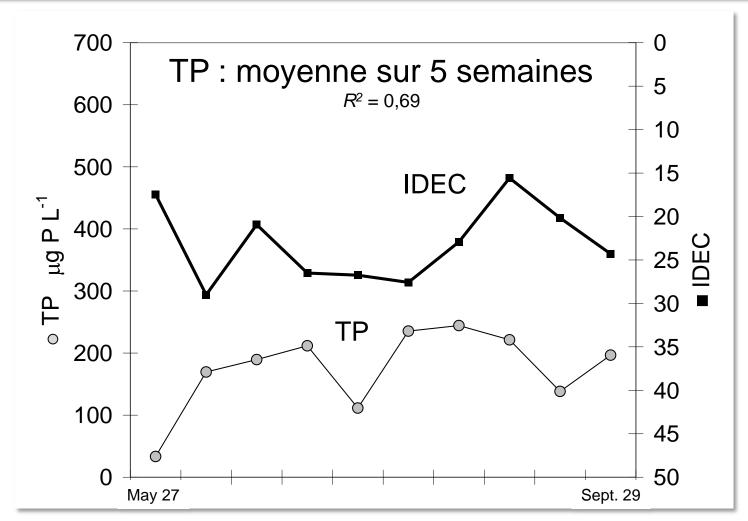
IDEC et phosphore total dans la Boyer



Lavoie, Campeau, Darchambeau, Cabana & Dillon. Freshwater Biology, 2008



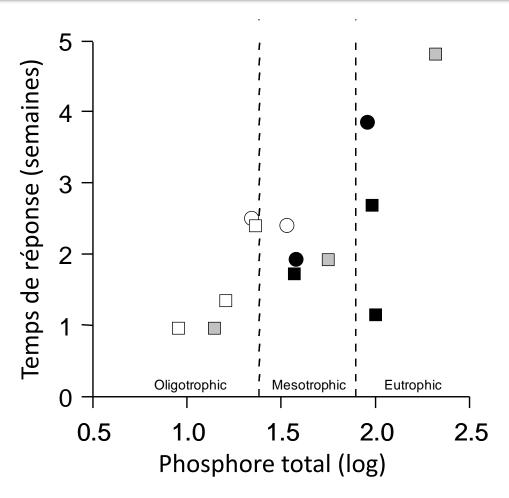
L'IDEC intègre les variations de la physico-chimie de l'eau sur une période de 5 semaines en milieu eutrophe



Lavoie, Campeau, Darchambeau, Cabana & Dillon. Freshwater Biology, 2008



Le temps de réponse de l'IDEC dépend du statut trophique



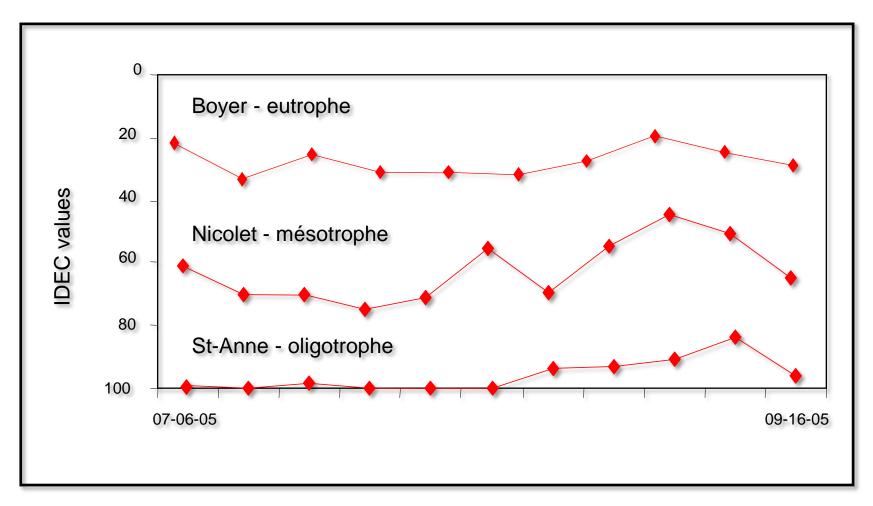
Lavoie, Campeau, Darchambeau, Cabana & Dillon. Freshwater Biology, 2008

Lacoursière, Lavoie, Rodriguez & Campeau. CJFAS, 2011



La variabilité de l'IDEC

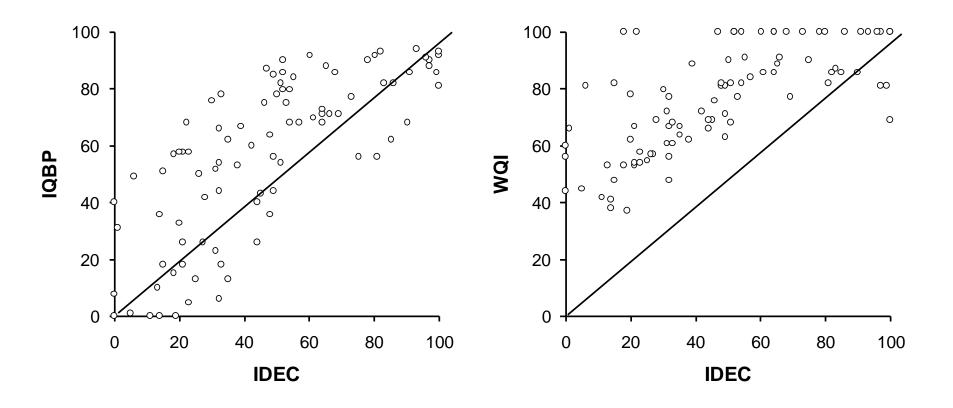
Les cours d'eau mésotrophes sont davantage variables



Lavoie, Campeau, Darchambeau, Cabana & Dillon. Freshwater Biology, 2008



IDEC 3 vs les indices de qualité de l'eau



Lavoie, Campeau, Drakulic, Winter & Fortin. STOTEN, 2013



Les communautés de diatomées permettent d'évaluer la charge organique et la saturation en oxygène

	Saturation en	DBO ₅		
Saprobie	oxygène (%)	(mg/l)		
Oligosaprobe	> 85	< 2		
Bêta-mésosaprobe	70 - 85	2 - 4		
Alpha-mésosaprobe	25 - 70	4 - 13		
Alpha-méso-polysaprobe	10 - 25	13 - 22		
Polysaprobe	< 10	> 22		

Van Dam (1994)



Le suivi de la restauration des cours d'eau

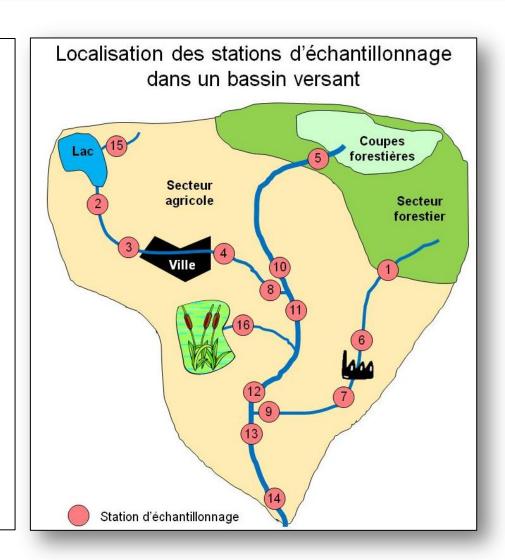


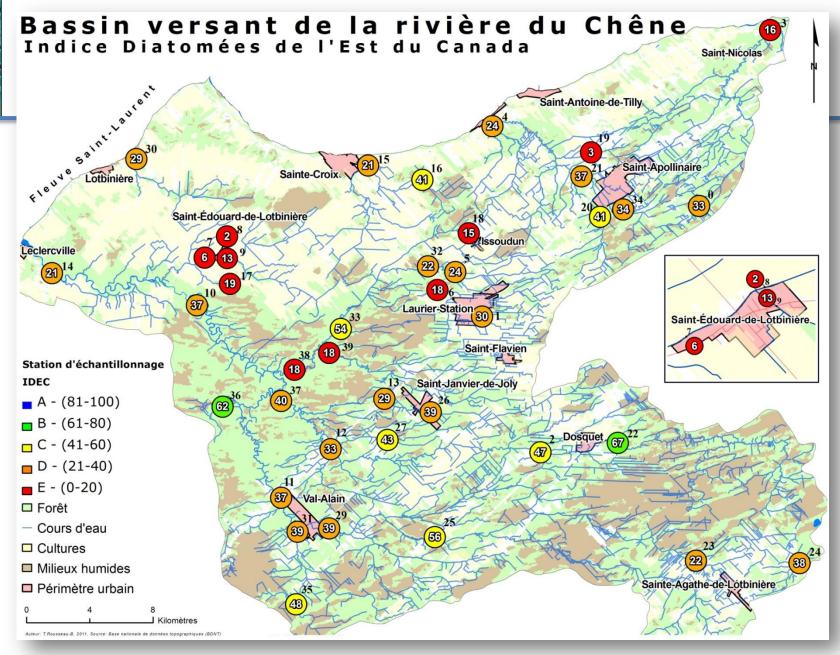


Le biosuivi des cours d'eau à l'échelle d'un bassin versant

Le suivi:

- des fertilisants agricoles
- des pratiques culturales
- de l'érosion des sols
- des effluents d'eaux usées municipales
- des égouts pluviaux
- des rejets d'installations septiques
- des effluents de pisciculture



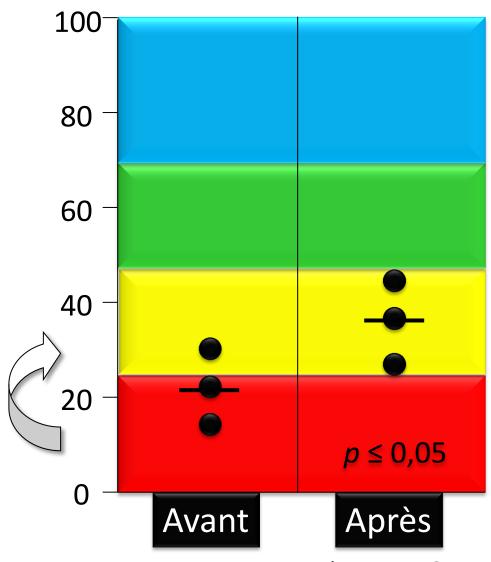


Campeau, Lavoie, Dubuc & Rousseau Beaumier. UQTR - OBV du Chêne, 2011



L'objectif de restauration proposé est d'augmenter d'une classe la cote de l'IDEC

- Suivi avant après des programmes de restauration
- Le passage d'une classe à l'autre signifie qu'un seuil écologique doit être franchi
- Il est préférable d'effectuer le suivi sur au moins 3 ans
- À long terme, l'objectif visé devrait être d'atteindre au moins la classe B

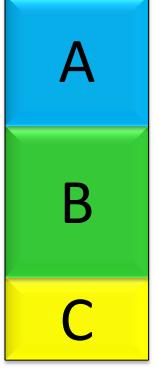




Cours d'eau <u>mésotrophes</u> ayant au moins 3 années de suivi

Objectif proposé

BQMA	Cours d'eau	2008	2009	2010	2011	2012
5140001	Rivière Jean-Noël		В	В	В	Α
5080093	Rivière aux Pommes			В	В	В
2400010	Rivière au Pin		В	В	В	В
2340121	Rivière Belair		В	В	С	В
3020065	Riviere Brook	С	С	В	С	В
2330053	Rivière Le Bras	С	С	С	С	В
6130030	Rivière des Aulnaies			C	С	С
2200022	Ruisseau Levasseur	С	C	C	D	С
3030110	Riviere à la Barbue	D	D	C	D	С
3030235	Rivière Duncan			C	D	С
5050100	Riviere La Chevrotière	D	D	C	D	С
3040218	Ruisseau Labonté		D		D	С
2840002	Rivière Godefroy		С	D	D	D
3090122	Rivière des Fèves			С	D	D





Cours d'eau <u>eutrophes</u> ayant au moins 3 années de suivi

BQMA	Cours d'eau	2008	2009	2010	2011	2012
3010035	Rivière Saint-Zéphirin		D		D	D
2330057	Ruisseau Fourchette			D	D	D
3040007	Rivière des Hurons			D	D	D
3040038	Rivière des Hurons			D	D	D
3040117	Rivière Lacolle			D	D	D
3040119	Ruisseau Morpions			D	D	D
3090018	Riviere Esturgeon	D	D	D	D	D
3090120	Ruisseau Norton			D	D	D
4950002	Ruisseau Rousse	D	D	D	D	D
5020006	Rivière Champlain		D	D	D	D
5220477	Ruisseau Vacher		D	D	D	D
5230011	Rivière La Chaloupe			D	D	D
5240014	Ruisseau Bibeau	D	D	D	D	D
5260037	Rivière l'Ormière		D	D	D	D
5280053	Rivière Chacoura	D	D	D	D	D
6200004	Ruisseau Rouge	D	D	D	D	D

Objectif proposé





Le suivi des cours d'eau en milieu urbain





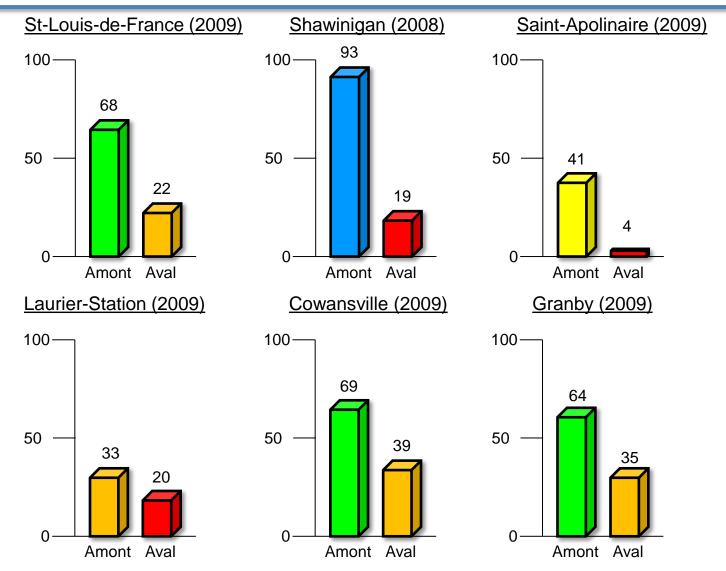
Le suivi des cours d'eau en milieu urbain

- Performance inadéquate de certaines stations d'épuration des eaux usées
- Débordement des ouvrages de surverse
- Ruissellement des eaux pluviales en milieu urbain
- La construction et l'entretien des routes





Le suivi des cours d'eau en milieu urbain





L'échantillonnage, l'analyse et le contrôle de la qualité





L'échantillonnage des diatomées est simple, rapide et peu coûteux

- Une quinzaine de minutes par station sur le terrain
- Échantillon composite de 5 roches sur 50 m
- Échantillonnage de juillet à septembre



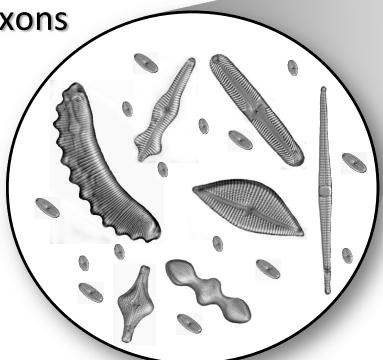


Identification et comptage au microscope

Un échantillon =

400 valves

• 15 - 60 taxons

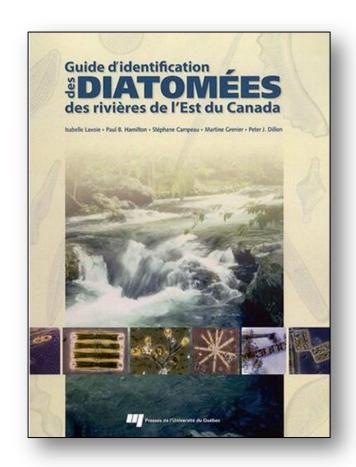






Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada

- 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



Lavoie, Hamilton, Campeau, Grenier & Dillon. PUQ, 2008



Les laboratoires d'analyse



Isabelle Lavoie Ph.D. ilavoie.bio@gmail.com



Martine Grenier Ph.D. Martine.Grenier@cima.ca



Yann Boissonneault M.Sc. yann@boissonneault.ca



Christian Bastien M.Sc. christian.bastien@mddefp.gouv.qc.ca



Stéphane Campeau Ph.D. stephane.campeau@uqtr.ca



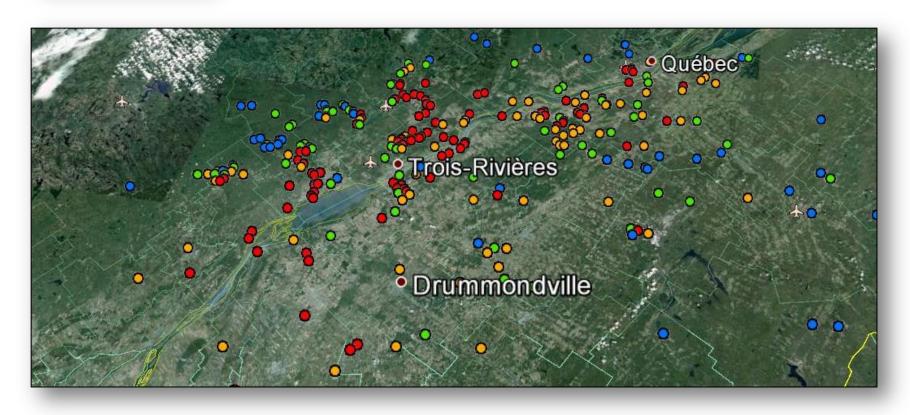
Le contrôle de la qualité

 Il est proposé qu'au minimum un échantillon par lot fasse l'objet d'une contre-expertise, ou 10% des échantillons.

 La contre-expertise est actuellement réalisée par Isabelle Lavoie (INRS)



Le base de données IDEC et le contrôle de la qualité





La base de données IDEC

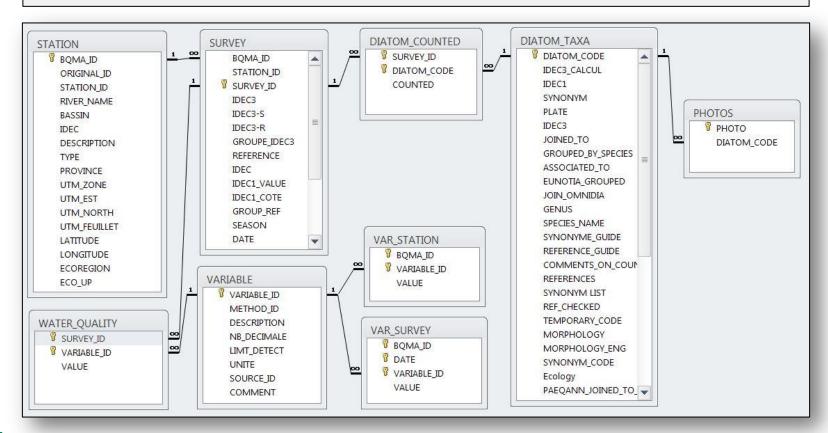
Nombre d'échantillons analysés :

1 700

Nombre de stations d'échantillonnage :

960

Nombre d'institutions ayant utilisé l'indice : 27





Les utilisateurs de l'IDEC

OBV



Ministères



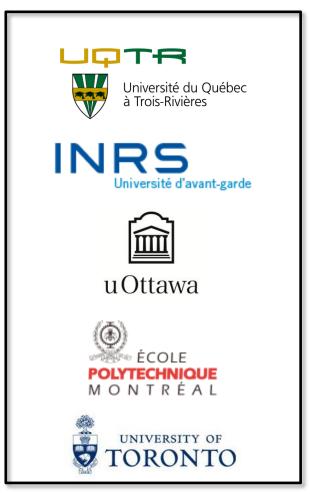


Les utilisateurs de l'IDEC

Villes



Universités

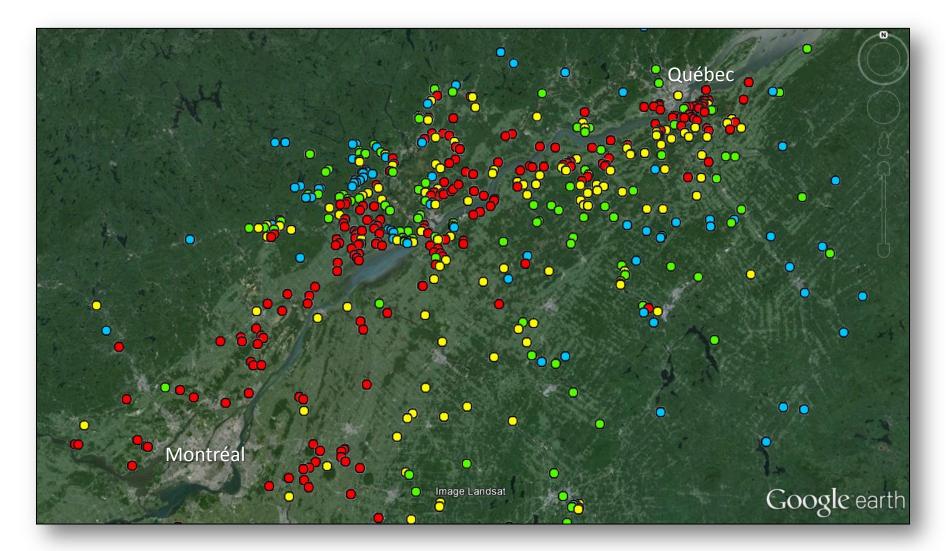


Autres





La base de données est disponible dans Google earth (www.uqtr.ca/IDEC)



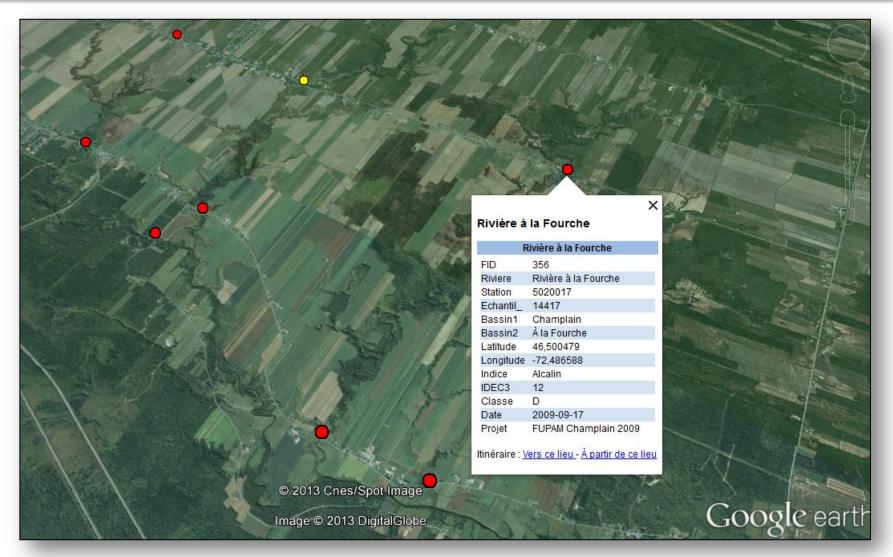


Exemple : les stations de la rivière Champlain



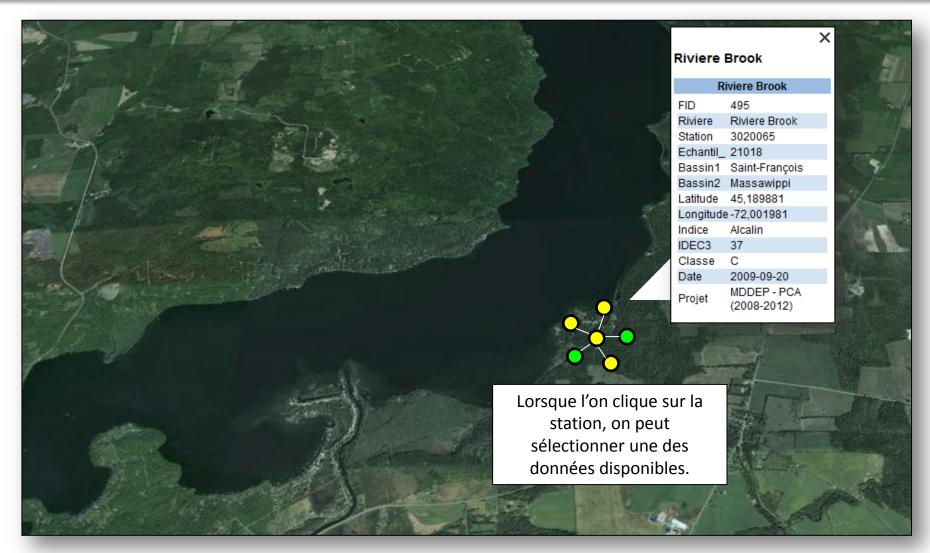


Les données apparaissent lorsque l'on clique sur la station





Certains cours d'eau ont été échantillonnés à plusieurs reprises





Impact des activités agricoles

Bassin de la Châteauguay





Impact des coupes forestières

Rivière Henri, bassin versant de la Du Chêne





Impact des canneberges

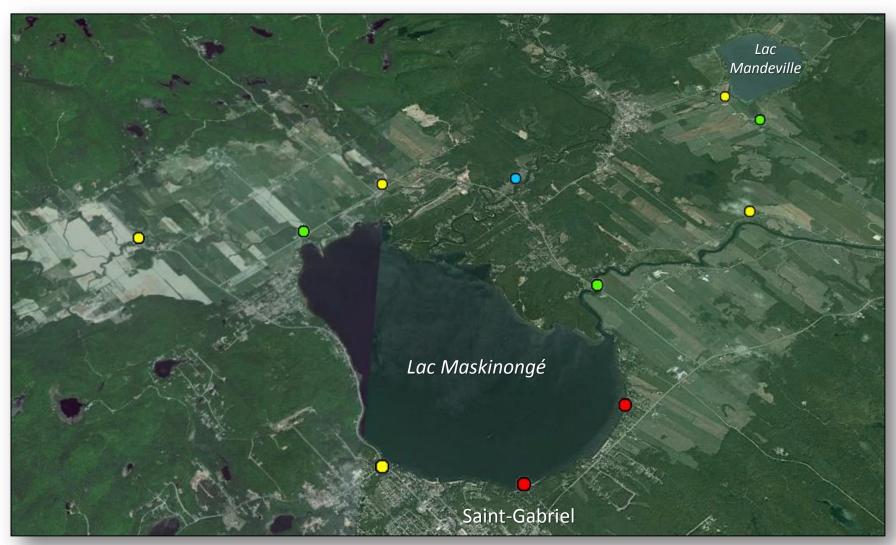
Bassin de la Petite du Chêne





Impact des tributaires d'un lac

Bassin de la Maskinongé





Impact des surfaces imperméables

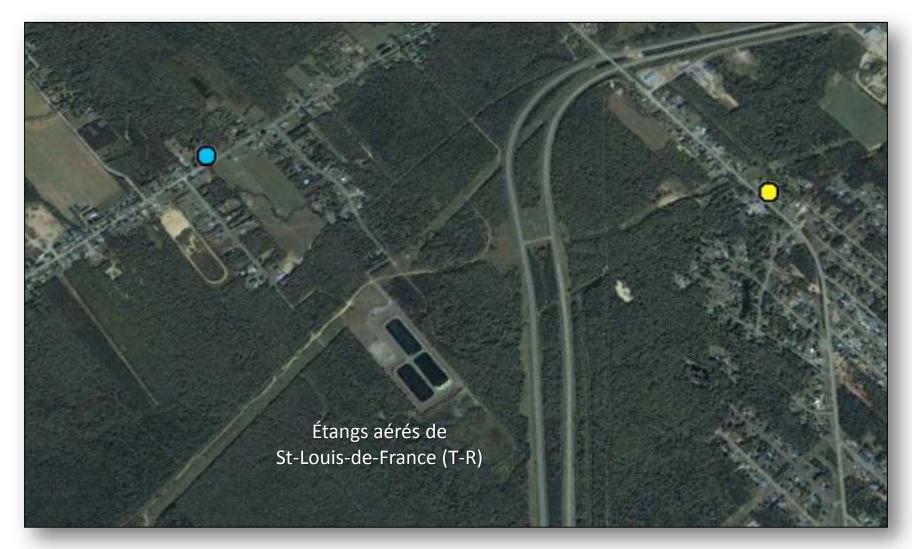
Ville de Trois-Rivières





Impact des débordements d'eaux usées

Bassin de la Champlain





Effet épurateur des réservoirs

Bassin de la Yamaska Sud-est





Merci!

www.uqtr.ca/IDEC



Fonds de recherche sur la nature et les technologies





FONDS D'ACTION
QUÉBÉCOIS POUR LE
DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs



