

Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC, version 3)

Suivi biologique de neuf cours d'eau sur le territoire du Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre (COBALI)

Rapport déposé au Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre (COBALI)

Stéphane Campeau Ph.D.
Sophie Lacoursière M.Sc.

Janvier 2020

Département des sciences de l'environnement

UQTR



Université du Québec
à Trois-Rivières

Réalisation

- Rédaction :
Stéphane Campeau Ph.D. (UQTR)
- Laboratoire :
Sophie Lacoursière M.Sc. (UQTR)
- Échantillonnage :
COBALI

Contenu

Réalisation	1
Contenu	1
Introduction	2
Méthodologie et résultats	3
L'interprétation des valeurs et des classes de l'IDEC.....	5
La base de données IDEC.....	7
Références	7

Département des sciences de l'environnement

UQTR



Université du Québec
à Trois-Rivières

Citation : Campeau, S. et Lacoursière, S. (2020). Suivi biologique de neuf cours d'eau sur le territoire du Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre (COBALI). Rapport déposé au Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre (COBALI). Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, 7 p.

www.uqtr.ca/IDEC

stephane.campeau@uqtr.ca

Introduction

Les diatomées sont des **algues unicellulaires**, d'une teinte généralement brunâtre, qui tapissent le fond des cours d'eau et des lacs ou qui vivent libres dans la colonne d'eau. Ce tapis brunâtre, qui rend les roches glissantes, est en fait composé de millions de petites cellules microscopiques. Les diatomées forment des communautés diversifiées qui colonisent tous les environnements où il y a présence d'eau, en permanence ou de façon intermittente (mers, rivières, ruisseaux, lacs, milieux humides, sols, glaces, etc.). Chaque roche d'une rivière peut contenir plusieurs dizaines d'espèces de diatomées, plus de **540 espèces** ayant été répertoriées dans les rivières de l'Est du Canada (Lavoie et al., 2008). Chaque communauté est adaptée à des **conditions spécifiques** de salinité, de pH, de lumière et d'oxygène et à des concentrations spécifiques de matières organiques et de nutriments. La structure d'une communauté de diatomées, c'est-à-dire l'abondance relative de chacune des espèces présentes, fournit ainsi une indication assez précise sur les conditions environnementales prévalant dans une rivière. Une communauté de diatomées **intègre l'ensemble des variations physicochimiques** que subit un milieu aquatique sur une période de quelques semaines. Ainsi, en échantillonnant une rivière et en analysant la structure de sa communauté de diatomées, on peut évaluer quelles sont les conditions environnementales propres à cet écosystème.

Les algues utilisent, entre autres, le **phosphore** et l'**azote** dissous dans l'eau des rivières pour leur croissance. Les sources de pollution qui rejettent du phosphore et de l'azote ont donc une influence directe sur la composition des communautés de diatomées. Parmi ces sources de pollution, les plus importantes sont les épandages de fertilisants agricoles, l'érosion des sols, les effluents d'eaux usées municipales ou domestiques et certaines industries. Les diatomées sont également sensibles à l'enrichissement des eaux en **matières organiques** et à l'augmentation de la concentration en **minéraux dissous**. Elles sont de plus affectées par les métaux et les pesticides.

En raison de leur sensibilité aux nutriments et à la matière organique, les diatomées sont un bon indicateur du niveau d'eutrophisation des cours d'eau. **L'eutrophisation** est le résultat de l'enrichissement excessif de l'eau par les éléments nutritifs, ce qui peut provoquer une croissance accélérée des algues et des plantes aquatiques. Cette production accrue

s'accompagne d'une plus grande accumulation de sédiments et de matières organiques, d'une réduction de l'oxygène dissous dans l'eau et le remplacement d'organismes par des espèces mieux adaptées aux nouvelles conditions. Dans certains cas, l'épuisement de la quantité d'oxygène peut entraîner la mort des poissons et d'autres espèces.

Lorsqu'un rejet pollue un cours d'eau, **la structure de la communauté de diatomées se transforme**. Le nombre de diatomées sensibles à la pollution diminue alors que le nombre de diatomées qui tolèrent la pollution augmente. Si la dégradation du cours d'eau s'accroît, les espèces sensibles disparaissent presque complètement au profit des espèces tolérantes qui dominent alors la communauté d'algues. C'est cette transformation dans la structure des communautés que l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) mesure. Les valeurs de l'indice varient entre **0** et **100**, une valeur élevée reflétant un niveau d'intégrité biologique élevé et une bonne qualité de l'eau. L'échelle de l'indice indique ainsi la distance entre les communautés de diatomées des cours d'eau à l'état naturel, sans aucune pollution, et les communautés des cours d'eau pollués.

En 2019, le Laboratoire de recherche sur les bassins versants de l'Université du Québec à Trois-Rivières a été mandaté par le Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre (COBALI) pour analyser la qualité de l'eau de neuf cours d'eau de son territoire à l'aide de l'Indice IDEC.



Échantillonnage du tapis d'algues (biofilm) accumulé sur la surface des roches.

Méthodologie et résultats

Les échantillons ont été prélevés le 25 et le 26 septembre 2019 par le COBALI. Un **échantillon composite** de 5 roches a été prélevé en grattant, à l'aide d'une brosse à dent, le tapis d'algue accumulé sur la surface des roches. Les roches ont été échantillonnées sur une distance d'environ 50 m.

Le matériel prélevé a été déposé dans un contenant avec un peu d'eau de la rivière. Les échantillons ont été préservés avec du Lugol et gardés au frais (4°C) et dans l'obscurité jusqu'au moment du traitement en laboratoire. Les échantillons ont été traités au Laboratoire de recherche sur les bassins versants de l'Université du Québec à Trois-Rivières. Ils ont d'abord été digérés au peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) à 30 %. La suspension contenant les diatomées a ensuite été montée sur lamelle pour l'analyse au microscope. **L'identification et le comptage** des valves de diatomées ont été réalisés à un grossissement de 1000x (ou plus) avec un microscope muni d'un système de contraste interférentiel différentiel (DIC). Environ 400 valves ont été identifiées pour chaque échantillon par balayage systématique de la lamelle. L'identification des espèces a été réalisée à l'aide du [Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada](#) qui est distribué par les Presses de l'Université du Québec. Les cours d'eau de l'Est du Canada comptent plus de 540 espèces de diatomées. Toutefois, l'identification des **271 taxons** les plus abondants est suffisante pour le calcul de l'IDEC (Lavoie et al., 2009), ce qui simplifie les connaissances taxonomiques nécessaires et le temps d'analyse.

Les diatomées **sont peu influencées par la taille d'un cours d'eau**. En uniformisant le type de substrats échantillonnés (substrats rocheux), on peut ainsi retrouver sensiblement la même communauté sur les cailloux d'un petit ruisseau que sur les roches d'une grande rivière ayant la même qualité de l'eau. **Les diatomées sont par contre très sensibles aux variations de pH et de conductivité**. Pour une même qualité de l'eau, les communautés de diatomées des rivières ayant un pH neutre ou légèrement acide seront différentes des communautés des rivières alcalines (Grenier et al., 2006). À titre d'exemple, les communautés des rivières non polluées s'écoulant sur les roches et les dépôts légèrement acides du Bouclier canadien (Laurentides) ne seront pas les mêmes que les communautés des rivières non polluées s'écoulant sur les roches sédimentaires et

les argiles marines de la plaine du Saint-Laurent (Grenier et al., 2010). Trois indices ont donc été développés afin de tenir compte du pH et de la conductivité des rivières en milieu naturel, soit l'**IDEC-Neutre**, l'**IDEC-Alcalin** et l'**IDEC-Minéral** (Lavoie et al., 2014).

Lors de l'application de l'indice dans un programme de suivi, il faut donc choisir entre les trois indices en fonction du **pH et de la conductivité naturels** d'un cours d'eau, c'est-à-dire non pas son pH actuel, mais son pH en condition non polluée (le pH qu'un cours d'eau aurait en absence de toutes altérations). La distinction entre les indices est fondamentale, puisqu'elle assure que toute rivière a le potentiel d'atteindre des valeurs élevées, advenant la restauration de son écosystème.

Les **comptages de diatomées** ont été saisis dans un fichier *Excel* permettant le calcul de l'IDEC. La **version 3 de l'IDEC** a été utilisée. Celle-ci a été développée à partir de la même méthodologie que les **versions antérieures** (Lavoie et al., 2006, 2010, 2014), mais en utilisant un plus grand nombre d'échantillons et en incluant davantage de stations de référence. Afin que les résultats des différentes versions de l'IDEC soient comparables, toutes les données obtenues au Canada depuis la création de l'IDEC ont été converties à la version 3 et sont disponibles sur le site suivant : www.uqtr.ca/IDEC. De plus, un échantillon sur 10 fait l'objet d'un contrôle de la qualité. Le programme d'assurance qualité/contrôle qualité (QA/QC) de l'IDEC est détaillé dans Lavoie et Campeau (2016).

Les valeurs de l'indice IDEC sont présentées au **Tableau 1**. Les ruisseaux Smith et Burke affichent une **cote D**. Ces cours d'eau ont un IDEC variant de 9 à 10 sur 100 et sont considérés comme étant **eutrophes**, c'est-à-dire que les apports en phosphore, en azote et en matières organiques y sont très élevés. Seulement deux stations affichent une **cote C**. Ces cours d'eau (Bertrand et Lanthier) ont un IDEC variant de 24 à 34 sur 100 et sont considérés comme étant **méso-eutrophes**. Les cinq autres cours d'eau ont des valeurs d'IDEC supérieures à 45 sur 100, associées à une **cote B** (cours d'eau **oligo-mésotrophes**). L'interprétation des classes de l'IDEC est présentée au **Tableau 2** et sur le site suivant : www.uqtr.ca/IDEC

Tableau 1. Valeurs et classes de l'indice IDEC 3 des neuf cours d'eau échantillonnés en 2019. L'interprétation des classes de l'IDEC est présentée au Tableau 2 et sur le site suivant: www.uqtr.ca/IDEC

Station	Cours d'eau	Latitude	Longitude	2019		Sous-indice	Phosphore total ($\mu\text{g/l}$)**	État trophique
				IDEC3 (0-100)	Classe* (A à D)			
1	Smith	45.548906	-75.395784	10	D	Alcalin	71 à 163	Eutrophe
2	Burke	45.521292	-75.488093	9	D	Alcalin	71 à 163	Eutrophe
3	Serpent	46.098675	-75.586378	67	B	Neutre	21 à 27	Oligo-mésotrophe
4	Bertrand	46.657206	-75.464420	34	C	Neutre	23 à 70	Méso-eutrophe
5	Goreman	46.708619	-75.394626	50	B	Neutre	21 à 27	Oligo-mésotrophe
6	Des Journalistes	46.697478	-75.459163	63	B	Neutre	21 à 27	Oligo-mésotrophe
7	Lanthier	46.495734	-75.555753	24	C	Neutre	23 à 70	Méso-eutrophe
8	Kiamika	46.405021	-75.401077	62	B	Neutre	21 à 27	Oligo-mésotrophe
9	Des Aulnes	46.564741	-75.318609	56	B	Neutre	21 à 27	Oligo-mésotrophe

* Des échantillonnages multiples, réalisés dans la rivière Boyer (Lavoie et al., 2008) et la rivière du Chêne, ont permis d'évaluer que l'écart moyen saisonnier de l'IDEC est de 5 points et que l'écart moyen interannuel est de 8 points, surtout en milieu mésotrophe. Ces écarts sont essentiellement reliés à la variabilité des conditions météorologiques et hydrologiques au cours de la saison ou d'une année à l'autre. La variabilité de l'IDEC est moins élevée en milieux oligotrophes et eutrophes.

** Intervalles probables (Q_1 - Q_3) des concentrations estivales en phosphore total estimés à partir des valeurs d'IDEC selon Lavoie et al. (2014) (voir Tableau 2). Ces intervalles ne sont présentés qu'à titre indicatif. Les mesures ponctuelles de concentrations en phosphore total sont très variables et peuvent donc différer des intervalles présentés dans ce tableau. D'autres facteurs peuvent également faire varier l'IDEC, tels que les concentrations en sels dissous et en matières organiques (voir Tableau 2).

L'interprétation des valeurs et des classes de l'IDEC

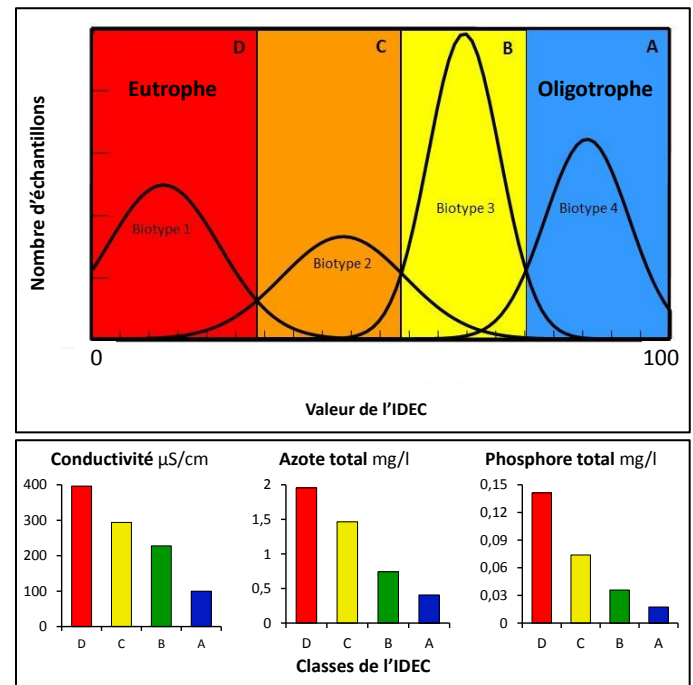
La version 3 de l'IDEC est divisée en **quatre classes**, de **A** (bonne qualité de l'eau) à **D** (mauvaise qualité de l'eau). Le seuil délimitant chaque classe n'est pas arbitraire, puisque les classes correspondent à des biotypes ayant une structure de communauté spécifique. **Le passage d'une classe à l'autre correspond ainsi à un changement important** dans la structure de la communauté et marque une étape de plus dans la dégradation ou la récupération d'un cours d'eau (Grenier et al., 2010).

Le **Tableau 2** présente les limites de classe des trois indices. Seul l'indice Alcalin a été utilisé dans ce rapport. Notez que les limites de classe ne sont pas exactement les mêmes d'un indice à l'autre. Le Tableau 3 présente également les médianes physico-chimiques et l'état trophique associés à chaque classe. Les médianes ont été calculées à partir du suivi simultané des diatomées et de la physico-chimie de l'eau à 400 stations au Québec et en Ontario (Lavoie et al., 2014). La **classe A** regroupe les communautés de référence des rivières **oligotrophes** non polluées. Dans les rivières faisant partie de cette classe, les concentrations en phosphore, en azote ou en matières organiques sont faibles. Les médianes des concentrations en phosphore sont généralement inférieures à **30 µg/L**, ce qui correspond au seuil à ne pas dépasser selon les critères de qualité de l'eau du [MDDELCC](#) pour éviter la croissance excessive des algues. Dans le cas de l'IDEC-Minéral, la classe A correspond à des conditions oligo-mésotrophes puisque les stations les moins polluées qui ont été échantillonnées présentaient des concentrations plus élevées, particulièrement dans le cas de l'azote.

De la classe A à la classe D, on constate que la conductivité et les concentrations en phosphore et en azote augmentent de façon systématique. À l'extrémité du gradient, la **classe D** regroupe les communautés **eutrophes** les plus dégradées des rivières de l'Est du Canada. Cette classe est composée d'espèces très tolérantes à la pollution.

Le **pH** demeure relativement stable d'une classe à l'autre dans le cas de l'IDEC-Alcalin et de l'IDEC-Minéral. Il augmente toutefois de façon notable de la classe A à D dans le cas de l'IDEC-Neutre, étant donné le contraste entre les cours d'eau de référence, légèrement acides

dans le cas de cet indice, et les cours d'eau eutrophes ayant un pH plus élevé.



Chaque indice a été divisé en **quatre classes** qui correspondent à des communautés types. Les classes sont corrélées à la physico-chimie (Lavoie et al., 2014).

Le calcul de l'IDEC permet ainsi d'évaluer quel est l'**état trophique** d'un cours d'eau et quelles sont les concentrations médianes en phosphore et en azote. Il faut toutefois être conscient que la **physicochimie des cours d'eau est très variable**, particulièrement en conditions mésotrophes et eutrophes. Les concentrations en phosphore dans un cours d'eau agricole peuvent par exemple varier de 30 µg/L à 300 µg/L en quelques heures, selon les précipitations et les pratiques culturales. Il faut donc être prudent si on désire comparer des mesures physicochimiques ponctuelles avec les valeurs de l'IDEC, puisque ces dernières sont représentatives des conditions médianes des semaines précédant l'échantillonnage. En milieu eutrophe, le temps de réponse des diatomées est d'environ **5 semaines** suite aux variations des concentrations en nutriments (Lacoursière et al., 2011). Moins un cours d'eau est pollué, plus le temps de réponse est rapide. En milieu oligotrophe, les diatomées peuvent répondre en une semaine à un apport en phosphore.

Tableau 2. Les classes de l'IDEC, les médianes physico-chimiques et l'état trophique associés à chaque classe (Lavoie et al., 2014). Notez que les seuils des classes varient selon l'indice. Les médianes physico-chimiques (et les Q₁ et Q₃) ont été calculées à partir du suivi simultané des diatomées et de la physico-chimie de l'eau à 400 stations au Québec et en Ontario. Il faut toutefois être conscient que les mesures ponctuelles de qualité de l'eau, particulièrement dans le cas du phosphore total, sont très variables et peuvent donc différer des intervalles présentés dans ce tableau. D'autres facteurs peuvent également faire varier l'IDEC, tels que les concentrations en matières organiques, les métaux et les pesticides. L'état trophique a été déterminé selon les seuils en phosphore et en azote total proposés par Dodd (2007).

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

La base de données IDEC

Depuis 2002, près de **1300 stations** ont été échantillonnées dans près de **700 cours d'eau** du Québec et de l'Ontario. Afin que les résultats des différentes versions de l'IDEC soient comparables, toutes les données obtenues depuis la création de l'indice ont été converties à la version 3. Les résultats sont intégrés à une base de données Access maintenue à jour à l'Université du Québec à Trois-Rivières. La base de données est disponible sur le site www.uqtr.ca/IDEC et peut être consultée dans **Google Maps**.



Les résultats de l'IDEC sont disponibles sur le site www.uqtr.ca/IDEC et peuvent être consultés dans **Google Maps**. Les données apparaissent lorsque l'on clique sur une station.

Références

- Campeau, S. (2012). **Suivi biologique des cours d'eau du bassin versant du lac Davignon à l'aide de l'indice IDEC (2009-2011)**. Rapport déposé à l'Organisme de bassin versant de la Yamaska (OBV Yamaska). Université du Québec à Trois-Rivières, avril 2012, 11 p.
- Campeau, S. et Dubuc, R. (2015). **Suivi biologique des cours d'eau de Cowansville à l'aide de l'indice IDEC**. Rapport déposé à l'Organisme de bassin versant de la Yamaska (OBV Yamaska). Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, 14 p.
- Dodd, W.K. (2007). **Trophic state, eutrophication and nutrient criteria in streams**. *Trends Ecol Evol*, 22: 669–76.
- Grenier, M., Campeau, S., Lavoie, I., Park, Y.-S. et Lek, S. (2006). **Diatom reference communities in Québec (Canada) streams based on Kohonen self-organizing maps and multivariate analyses**. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63: 2087-2106.
- Grenier, M., Lavoie, I., Rousseau, A.N., et Campeau, S. (2010). **Defining ecological thresholds to determine class boundaries in a bioassessment tool: the case of the Eastern Canadian Diatom Index (IDEC)**. *Ecological Indicators*, 10: 980–989.
- Grenier, M., Lek, S., Rodríguez, M.A., Rousseau, A.N. et Campeau, S. (2010). **Algae-based Biomonitoring : Predicting Diatom Reference Communities in Unpolluted Streams using Classification Trees, Random Forests, and Artificial Neural Networks**. *Water Quality Research Journal of Canada*, 45: 413-425.
- Lacoursière, S., Lavoie, I., Rodriguez, M.A. et Campeau, S. (2011). **Modeling the response time of diatom assemblages to simulated water quality improvement and degradation in running waters**. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 68: 487-497.
- Lavoie, I. et Campeau, S. (2016). **Assemblage diversity, cell density and within-slide variability: Implications for quality assurance/quality control and uncertainty assessment in diatom-based monitoring**. *Ecological Indicators*, 69: 415–421.
- Lavoie, I., Campeau, S., Grenier, M. et Dillon, P. (2006). **A diatom-based index for the biological assessment of Eastern Canadian rivers: an application of correspondence analysis**. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63: 1793-1811.
- Lavoie, I., Campeau, S., Darchambeau, F., Cabana, G. et Dillon, P.J. (2008). **Are diatoms good integrators of temporal variability in stream water quality?** *Freshwater Biology*, 53: 827-841.
- Lavoie, I., Hamilton, P.B., Campeau, S., Grenier, M. et Dillon, P.J. (2008). **Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada**. *Presses de l'Université du Québec*, 241 p. et 68 planches taxonomiques (ISBN 978-2-7605-1557-4).
- Lavoie, I., Dillon, P. et Campeau, S. (2009). **The effect of excluding diatom taxa and reducing taxonomic resolution on multivariate analysis and stream bioassessment**. *Ecological Indicators*, 9: 213-225.
- Lavoie, I., Grenier, M., Campeau, S. et Dillon, P.J. (2010). **The Eastern Canadian Diatom Index (IDEC) version 2.0: Including meaningful ecological classes and an expanded coverage area that encompasses additional geological characteristics**. *Water Quality Research Journal of Canada*, 45: 463-477.
- Lavoie, I., Campeau, S., Drakulic, N., Winter, J. et Fortin, C. (2014). **Using diatoms to monitor stream biological integrity in Eastern Canada: an overview of 10 years of index development and ongoing challenges**. *Science of the Total Environment*, 475: 187–200.
- Lecoite, C., Coste, M. et Prygiel, J. (1993). **"OMNIDIA" software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management**. *Hydrobiologia*, 269/270: 509-513.
- Sladeczek, V. (1973). **System of water quality from the biological point of view**. *Arch. Hydrobiol.*, 7: 1–218.
- Van Dam, H.A., Mertens, A. et Sinkeldam, J. (1994). **A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands**. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 28: 117-133.