

Suivi de l'état

du Saint-Laurent

EAU

SÉDIMENTS

RIVES

RESSOURCES BIOLOGIQUES

USAGES

LES COMMUNAUTÉS DE MACROINVERTÉBRÉS BENTHIQUES

UN INDICATEUR DE LA QUALITÉ DE L'EAU AU LAC SAINT-PIERRE



Photo : © Nathalie Gratton, Environnement Canada

Problématique

L'évaluation de la qualité de l'eau est souvent réalisée à l'aide de méthodes « classiques » de mesure

d'une série de paramètres physico-chimiques que l'on compare par la suite à des normes ou des critères de qualité éprouvés. Cette approche a ses limites, car elle peut prédire un

impact alors qu'il n'y en a pas, ou bien ne pas prédire d'impact alors qu'il y a en un. Selon une étude américaine (Thomas, 1993), cela peut se produire dans respectivement 36 % et 6 % des cas. L'approche traditionnelle peut être avantageusement complétée par un suivi biologique qui consiste à utiliser des organismes vivants, par exemple des microorganismes, des plantes ou des animaux, afin de mesurer les effets de la pollution de l'eau. Ainsi, le suivi biologique tient compte des effets combinés des produits chimiques, de l'effet des pics de contamination ainsi que de l'impact des perturbations écologiques comme l'eutrophisation, la présence d'espèces exotiques ou, encore, la dégradation des habitats.



Photo : © Nathalie Gratton, Environnement Canada

Station d'échantillonnage au lac Saint-Pierre

Les méthodes de mesure fondées sur l'évaluation biologique ont recours à des organismes vivants afin de donner un aperçu des conditions et des pressions environnementales. Différents groupes d'espèces ont servi à de telles évaluations, bien que l'un des groupes les plus utiles demeure celui des macroinvertébrés benthiques. Les invertébrés benthiques sont de petits animaux, visibles à l'œil nu, ne possédant pas de colonne vertébrale et habitant le fond des lacs et des cours d'eau (figure 1). Ils comprennent des organismes comme les crevettes, les vers, les écrevisses, les escargots d'eau, les moules et le stade aquatique de plusieurs larves d'insectes comme les libellules, les éphéméroptères, les trichoptères ou les diptères (moustique, mouche noire), qui sont sensibles aux modifications de la qualité de l'eau et des écosystèmes aquatiques. Les invertébrés benthiques présentent plusieurs avantages. Ce sont d'abord des organismes sédentaires continuellement exposés aux effets de la pollution. Ils ont un cycle de vie relativement long (un à trois ans dans les eaux des régions tempérées de l'hémisphère Nord), qui permet l'intégration, avec le temps, des agents de stress environnementaux et de leurs effets cumulatifs. En outre, ils constituent un groupe d'organismes très diversifié, permettant à différentes espèces de réagir et de répondre de manière variée à plusieurs types de perturbations. Les macroinvertébrés se retrouvent aussi dans la grande majorité des écosystèmes aquatiques du Canada et occupent une place importante dans les réseaux trophiques où ils jouent un rôle écologique

Figure 1 Quelques exemples de macroinvertébrés benthiques



Photo : © H. McDermott, Environnement Canada

essentiel. Enfin, les macroinvertébrés sont utilisés de façon courante dans plusieurs pays, ce qui permet de transposer et d'adapter des protocoles expérimentaux éprouvés au contexte canadien.

Historiquement, les macroinvertébrés ont été utilisés dès le début de la moitié du 20^e siècle pour évaluer la qualité de l'eau. Les études consistaient à observer, en fonction du degré de pollution organique, la prolifération ou la diminution d'espèces indicatrices comme les crevettes d'eau douce (gammare) ou les escargots. Cette approche s'est ensuite raffinée de manière à mieux tenir compte des communautés de macroinvertébrés¹, en observant le nombre d'espèces (diversité) et les espèces présentes (composition), puis en comparant des sites perturbés (sites d'essai) avec des sites de référence, ces derniers étant peu ou pas perturbés par les activités humaines, dans le but d'établir des critères d'évaluation biologique.

Dans le cas du fleuve Saint-Laurent, le choix de sites de référence pour le

1. Une communauté d'invertébrés benthiques est un ensemble d'organismes appartenant à des populations d'espèces différentes et constituant un réseau de relations.

fleuve Saint-Laurent s'est porté sur le lac Saint-Pierre. Cet élargissement du fleuve en aval de Sorel-Tracy est intéressant à plusieurs égards : il possède des rives en grande partie à l'état naturel, des milieux humides riverains relativement intacts et une importante biodiversité.

Portrait de la situation

Une étude des effets des facteurs environnementaux sur les communautés benthiques d'eau douce a été menée au lac Saint-Pierre à l'automne de 2004 (figure 2). L'installation des stations, toutes situées dans les bas marais, a été faite en tenant compte des types de sédiments et des masses d'eau en présence (mélange rivière des Outaouais-Grands Lacs, Grands Lacs, et affluents de la rive sud-Grands Lacs). Un des principaux objectifs consistait à déterminer l'impact des rivières drainant les terres agricoles environnantes sur la faune benthique du lac Saint-Pierre. Pour ce faire, les communautés de macroinvertébrés benthiques des stations installées dans des secteurs faiblement ou non touchés (stations de référence) ont été comparées aux communautés des stations sous l'influence des panaches des rivières tributaires (stations d'essai ou de panache). Les macroinvertébrés ont été identifiés et dénombrés au niveau de la *famille* et, dans certain cas, au niveau de la *classe*.

Les bas marais du lac Saint-Pierre abritent une faune d'invertébrés benthiques très diversifiée, avec 61 taxons. Toutefois, six groupes constituent à eux seuls plus de 80 % de l'abondance

Figure 2 Secteurs d'étude et stations d'échantillonnage

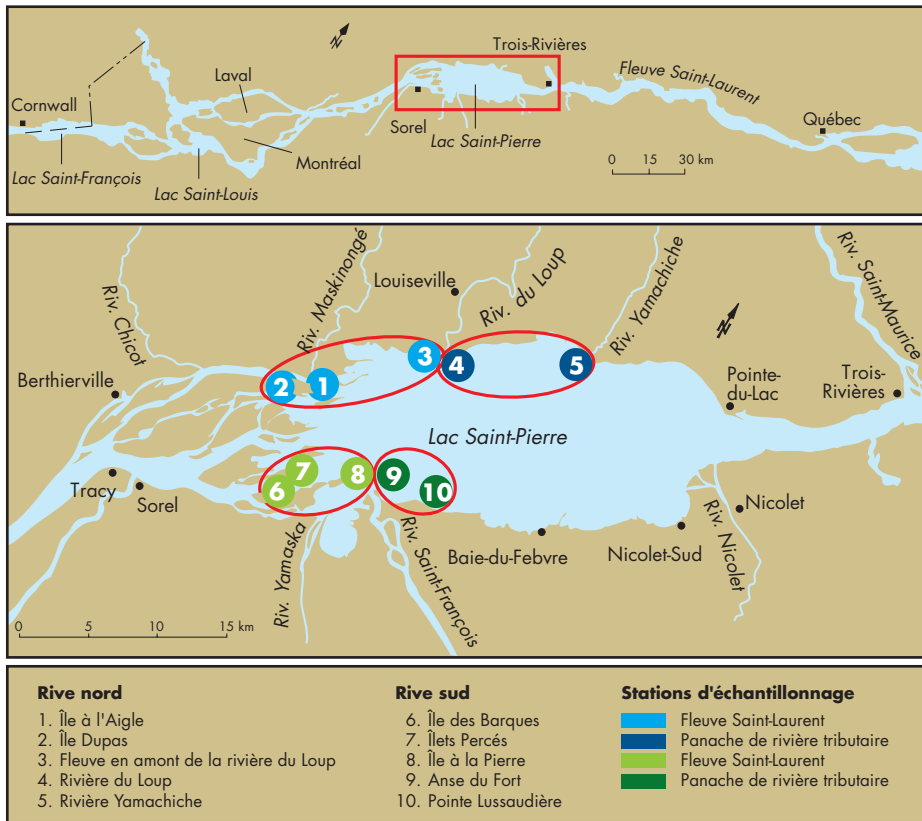
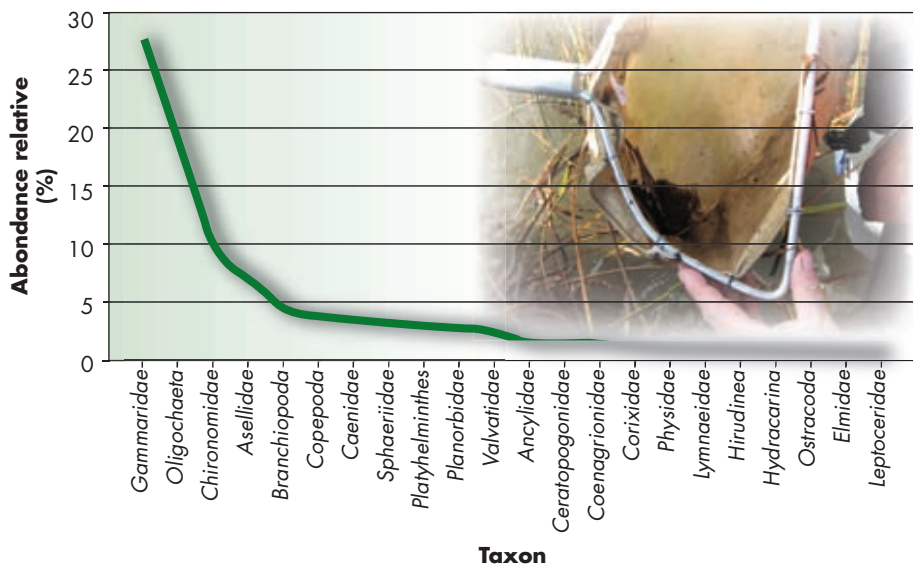


Figure 3 Courbe de dominance



Source : Adapté de Tall et al., 2008.

Photo : © Nathalie Gratton, Environnement Canada

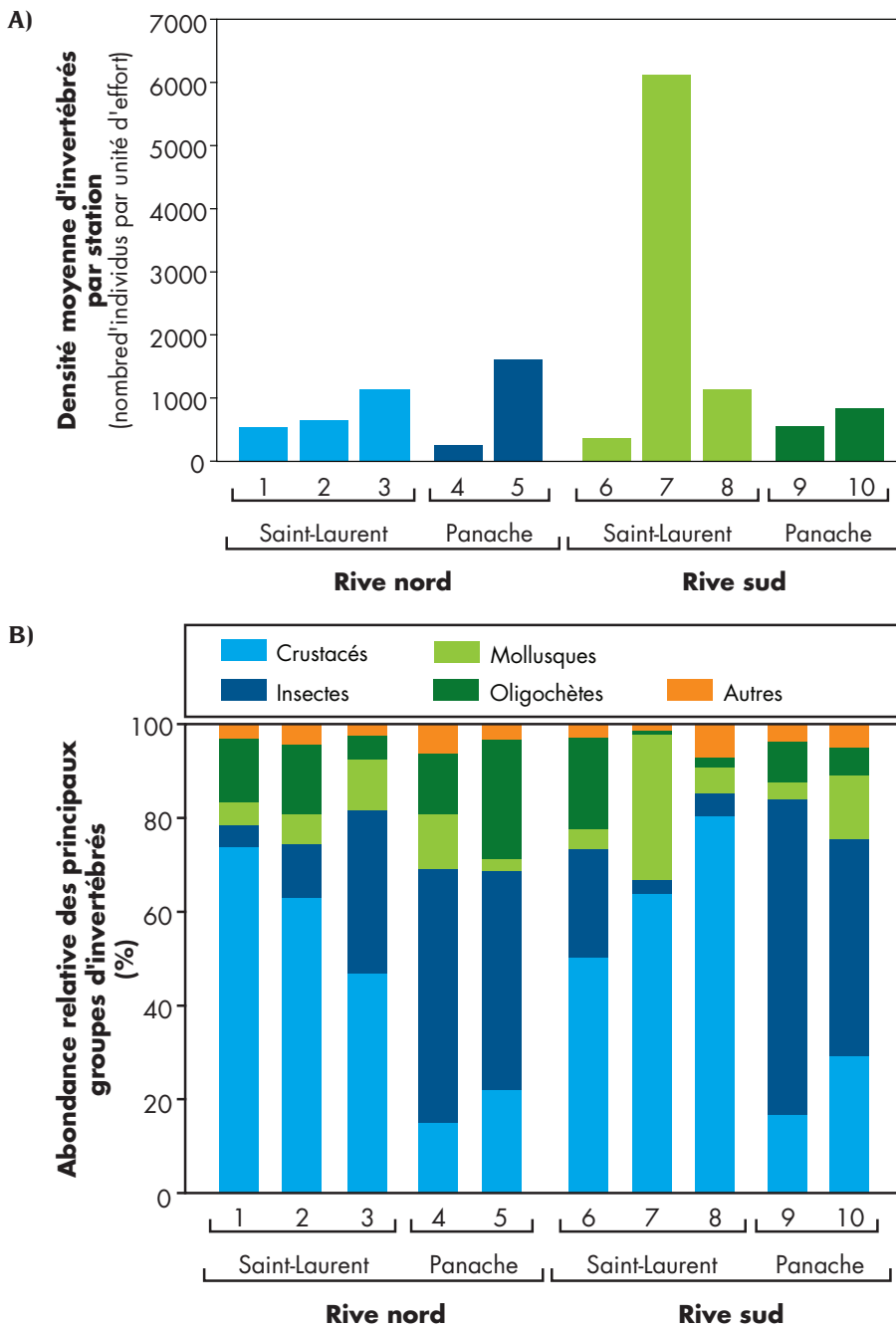
totale des organismes (figure 3; tableau 1). Par ordre d'importance, ces groupes sont ceux des gammaridés (petites crevettes) représentant 27,8 %, des oligochètes (vers aquatiques) représentant 18,8 %, des chironomides (9,8 %), des crustacés *Asellidae* (isopodes) (6,9 %), des branchiopodes (4,5 %) et des copépodes (3,8 %). Leur abondance totale et leur abondance relative varient selon la rive du fleuve considérée et selon qu'une station est sous l'influence d'un panache d'un affluent du Saint-Laurent ou non (figure 4a). Les stations situées sur la rive nord présentent une abondance moyenne plus faible. Cela est en grande partie dû à l'extrême abondance observée à la station n° 7 (îlets Percés), où ont été observés plus de 6000 organismes lors d'un échantillonnage de trois minutes. Cette forte abondance augmente la moyenne des stations de la rive sud, et si les résultats de cette station sont éliminés, les abondances des deux rives sont similaires. L'influence des panaches de diffusion des rivières tributaires du Saint-Laurent se fait sentir par une diminution importante des abondances de macroinvertébrés. L'abondance relative des différents taxons montre, elle-aussi, des différences notables entre les rives et entre les stations situées dans le panache des rivières et les stations de référence (figure 4b). Ainsi, les insectes et les oligochètes sont plus abondants aux stations de la rive nord. À l'inverse, les stations de la rive sud présentent une plus grande abondance de crustacés, de mollusques et d'autres invertébrés. Il faut souligner que la communauté benthique de la station n° 7, dont l'abondance totale se démarque, présente une composition spécifique

Tableau 1 Principales métriques associées aux communautés benthiques du lac Saint-Pierre

	Rive nord		Rive sud	
	Fleuve	Panache	Fleuve	Panache
RICHESSSE TAXONOMIQUE				
S (richesse taxonomique)	15	17	19	21
Éphéméroptères totaux	1	2	2	3
Plécoptères totaux	0	0	0	0
Trichoptères totaux	1	0	1	2
EPT* totaux	2	2	3	5
Diptères totaux	2	1	3	3
Coléoptères totaux	0	0	1	2
Odonates totaux	1	1	1	1
COMPOSITION SPÉCIFIQUE				
% EPT	0,31	0,67	13,78	21,69
% éphéméroptères	0,22	0,67	6,47	17,60
% plécoptères	0,00	0,00	0,00	0,00
% trichoptères	0,09	0,00	7,31	4,09
% coléoptères	0,00	0,00	2,51	3,30
% odonates	0,44	4,68	0,94	4,60
% tribu Tanytarsini	1,56	0,00	0,00	0,00
% EPT/chironomides + EPT	3,25	4,35	25,78	51,63
% chironomides	7,49	14,72	39,67	24,13
% trichoptères appartenant aux <i>Hydropsychidae</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
% éphéméroptères appartenant aux <i>Baetidae</i>	0,00	0,00	0,42	0,28
% diptères + non-insectes	96,94	94,65	76,41	67,92
DIVERSITÉ				
H' (Indice de diversité de Shannon-Wiener)	1,93	2,15	2,15	2,26
D (Indice de diversité de Simpson)	0,80	0,85	0,80	0,83
ÉQUITABILITÉ				
J' (Indice d'équitabilité de Pielou)	0,70	0,76	0,73	0,74
E (Équitabilité de Simpson)	0,33	0,40	0,27	0,29
DOMINANCE				
% Taxon dominant	30,72	23,41	39,67	33,80
% de deux taxons dominants	55,99	43,48	52,19	47,56
% de cinq taxons dominants	84,04	80,27	73,28	71,48
POLLUTION				
HBI (Indice biotique d'Hilsenhoff)	6,91	6,88	6,32	6,26
Nbre taxons intolérants	2,67	3,00	3	4,050
% d'individus tolérants	67,68	63,88	34,03	42,78
GROUPES FONCTIONNELS				
% cueilleurs	86,84	85,95	79,54	76,31
% prédateurs	4,65	6,02	14,61	14,41
% filtreurs	2,29	3,01	3,13	2,24
% racleurs	6,19	5,02	2,71	7,04
% déchiqueteurs	0,04	0,00	0,00	0,00
Nombre de taxons accrocheurs	1	2	2	2
Nombre de taxons de grande longévité	2	3	3	4

* EPT : Éphéméroptères, plécoptères et trichoptères.

Figure 4 Abondance totale et abondance relative des communautés benthiques au lac Saint-Pierre



Source : Adapté de Tall *et al.*, 2008.

Note : Voir figure 2 pour la localisation des stations.

similaire à celles des autres stations de la rive sud. Comme précédemment, il existe des différences appréciables entre les stations du fleuve et celles sous l'influence des panaches

des rivières tributaires. Ainsi, les communautés benthiques fluviales sont caractérisées, comparativement à celles des panaches, par de plus fortes abondances de crustacés et de

mollusques. Inversement, on retrouve dans les panaches de plus fortes abondances d'insectes, d'oligochètes et d'autres invertébrés. La présence en plus grand nombre d'insectes peut résulter d'un phénomène de dérive, les invertébrés des cours d'eau étant entraînés par le courant dans le fleuve.

Une autre manière d'apprécier les différences entre les communautés consiste à comparer différents indices, comme l'indice simple ou l'indice composé qui décrivent plusieurs aspects de la richesse spécifique, de la diversité, de la dominance, de la sensibilité à la pollution organique et des groupes fonctionnels des communautés benthiques. Tous ces indices montrent peu de différences entre les stations de référence (fleuve) et les stations d'essai (panache) (tableau 1). Il est cependant possible de dégager quelques constatations : ainsi, les stations de la rive sud présentent une plus grande richesse taxonomique que celles de la rive nord, ce qui se reflète dans des indices comme le pourcentage d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères, leur nombre total et l'indice de diversité de Shannon-Wiener (H'), qui présentent des valeurs supérieures indiquant des communautés en meilleure santé. Dans le même ordre d'idées, la dominance est moins marquée aux stations de la rive sud. Enfin, on observe un plus grand nombre d'individus qui tolèrent la pollution organique dans les communautés benthiques de la rive nord. La variation spatiale de l'indice biotique d'Hilsenhoff² illustre

2. L'indice d'Hilsenhoff est la somme des abondances relatives des organismes benthiques, multipliée par leur indice de tolérance à la pollution organique. Cet indice de tolérance prend une valeur comprise entre zéro (taxon d'eau non polluée) et dix (taxon d'eau polluée).

bien cette différence entre les deux rives, les stations de la rive nord montrant des valeurs élevées d'indice, indiquant une communauté benthique associée à un enrichissement organique (figure 5). Ainsi, il y a un gradient décroissant amont-aval bien prononcé de l'indice d'Hilsenhoff, la meilleure qualité de l'eau étant associée aux stations localisées dans l'est du lac Saint-Pierre. Ces derniers résultats doivent toutefois être nuancés. Le

regroupement des espèces au sein d'une même famille amène une sous-estimation du degré de pollution, car les espèces d'une même famille peuvent avoir un éventail plus étendu de valeurs de tolérance. De plus, cet indice nécessite un ajustement pour l'est du Canada.

D'autres types d'analyses statistiques, appelées analyses multivariées, ont permis d'identifier les facteurs environnementaux influençant la com-

position des communautés benthiques, les facteurs associés soit à l'habitat, aux paramètres physico-chimiques, à la présence de métaux dans les sédiments et au paysage fluvial. L'habitat est essentiellement défini par le type dominant de végétation à une station donnée. Ainsi, la présence en particulier de deux espèces végétales, soit le typha à feuilles étroites (*Typha angustifolia*) et le scirpe des étangs (*Scirpus lacustris*), explique respectivement 20 % et 12 % de la variabilité observée dans la composition spécifique des communautés benthiques. La qualité des sédiments (teneurs en aluminium et en arsenic) et de l'eau (teneurs en carbone organique dissous et en phosphore total) explique aussi respectivement 16 % et 13 % de la variabilité des communautés benthiques. Il faut souligner que la présence de l'aluminium et de l'arsenic dans les sédiments du fleuve Saint-Laurent est due à des processus naturels d'érosion des argiles de la mer de Champlain et des roches du Bouclier canadien (EC et MDDEP, 2007). Le paysage fluvial – en l'occurrence la diversité des habitats riverains évaluée à l'aide de photographies aériennes – explique pour sa part 9 % de la variabilité des communautés benthiques (figure 6).

Figure 5 Indice d'Hilsenhoff des communautés benthiques du lac Saint-Pierre

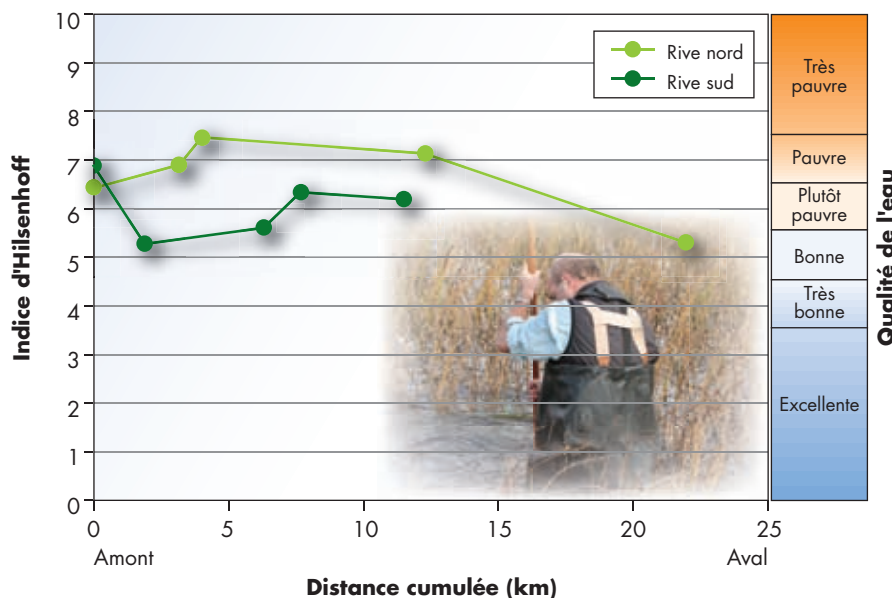
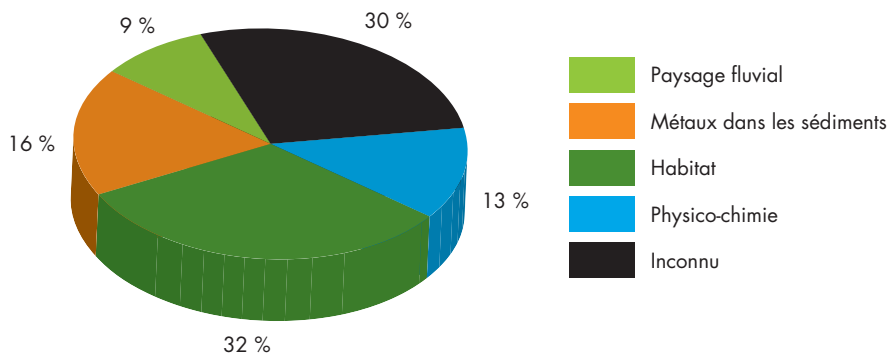


Figure 6 Principaux facteurs environnementaux expliquant la variabilité des communautés benthiques au lac Saint-Pierre



Source : Adapté de Tall *et al.*, 2008.

Perspectives

La comparaison des sites de référence et des sites d'essai a permis de déterminer les facteurs environnementaux qui influencent la composition des communautés benthiques au lac Saint-Pierre, à savoir la structure et la composition de l'habitat, la qualité de l'eau et la qualité des sédiments.

Les caractéristiques de l'habitat expliquent le mieux la variabilité des communautés benthiques du littoral du lac Saint-Pierre. Ces résultats préliminaires soulignent aussi l'importance d'une comparaison plus poussée – avec de nouvelles données – afin de mieux définir les relations complexes existant entre les communautés benthiques du lac Saint-Pierre et l'habitat, la qualité de l'eau et la qualité des sédiments.

Ce projet pilote montre que les macroinvertébrés dans les milieux humides littoraux du lac Saint-Pierre constituent de bons bioindicateurs de l'état de santé d'un cours d'eau. Toutefois, il reste à démontrer les influences propres et réciproques de ces facteurs environnementaux. En effet, les macro-

invertébrés répondent simultanément à tous les différents facteurs associés aux types de végétation, aux masses d'eau et à la contamination des sédiments. Et chacun de ces facteurs est en partie sous l'influence des autres facteurs associés à l'hydrologie fluviale, à l'érosion et à l'utilisation des terres agricoles (figure 7).

Au cours des prochaines années, l'augmentation de la couverture spatiale, notamment aux autres lacs et tronçons fluviaux du Saint-Laurent, de même que des mesures répétées à intervalles réguliers, permettront de dresser à l'aide de ce bioindicateur un portrait plus détaillé de l'évolution et des tendances sur une plus longue période de la qualité de l'environnement fluvial.

Figure 7 Influence relative des facteurs environnementaux à différentes échelles spatiales et temporelles sur les communautés benthiques des milieux humides du lac Saint-Pierre

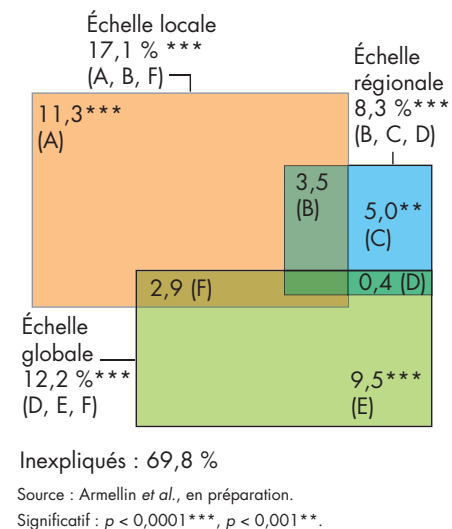


Photo : © Nathalie Gratton, Environnement Canada

MESURES-CLÉS

Déterminer les conditions de référence pour l'étude

L'approche dite des « conditions de référence » ou ACR consiste à établir des critères ou normes en se basant sur les communautés biologiques déjà existantes. Des sites de référence sont sélectionnés en fonction de leur intégrité écologique, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas été altérés par l'activité humaine. Toutefois, de tels sites peuvent être difficiles à trouver dans certaines régions. Dans ce cas, les sites de référence seront ceux présentant les meilleures conditions environnementales possibles. Pour comparer un site d'étude à des sites de référence, il faut procéder :

- 1) à une description des relations entre les caractéristiques de l'habitat et les communautés benthiques aux sites de référence dans le but de produire un

modèle prévisionnel empirique; 2) à un regroupement, à l'aide des données sur l'habitat, d'un site d'étude et de sites de référence physiquement similaires au site d'étude; 3) et enfin à une comparaison de la communauté de macroinvertébrés du site d'étude à celle des sites de référence en se fondant sur des données de présence-absence. Il est alors possible de juger de l'état de santé d'un cours d'eau dans la mesure où il abrite des macroinvertébrés benthiques prévus par le modèle empirique en l'absence de dégradations d'origine anthropique.

L'élaboration d'un modèle prédictif nécessite, parallèlement à la récolte de macroinvertébrés, de quantifier et de

déterminer différents paramètres physico-chimiques et de procéder à la description de l'habitat. De façon générale, il faut rechercher des cours d'eau ou des plans d'eau dont le bassin versant a été peu modifié par les activités humaines. Là où cela s'avère impossible, il faut alors rechercher les meilleures conditions existantes.

En plus de contribuer au Plan Saint-Laurent, ces travaux s'inscrivent dans le programme de biosurveillance du Réseau canadien de biosurveillance aquatique (RCBA) (<http://cabin.cciw.ca/intro.asp>), un programme national qui vise à établir un réseau de sites pour évaluer la santé biologique des eaux douces du Canada.

Pour en savoir plus

BAILEY, R., R.H. NORRIS et T.B. REYNOLDS (éd.). 2004. *Bioassessment of Freshwater Ecosystems: Using the Reference Condition Approach*. Norwell (Massachusetts), Kluwer Academic Publishers. 170 pages.

CENTRE SAINT-LAURENT. 1996. *Rapport-synthèse sur l'état du Saint-Laurent. Volume 1 : L'écosystème du Saint-Laurent*. Montréal (Québec), Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement, et Éditions MultiMondes. Coll. « BILAN Saint-Laurent », 694 pages.

EC et MDDEP – Environnement Canada et ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. 2007. *Critères pour l'évaluation de la qualité des sédiments au Québec et cadres d'application : prévention, dragage et restauration*. 39 pages.

REYNOLDS, T.B., M. BOMBARDIER, D.B. DONALD, H. O'NEILL, D.M. ROSENBERG, H. SHEAR, T.M. TUOMINEN et H.H. VAUGHAN. 1999. *Strategy for a Canadian Aquatic Biosurveillance Network*. Burlington (Ontario), Environment Canada, National Water Research Institute. 24 pages.

TALL, L., G. MÉTHOT, A. ARMELLIN et B. PINEL-ALLOUL. 2008. « Bioassessment of benthic macroinvertebrates in wetland habitats of Lake Saint-Pierre (St. Lawrence River) ». *Journal of Great Lakes Research*, 34 : 599-614.

THOMAS, J.D. 1993. « Biological monitoring and tropical biodiversity in marine environments: A critique with recommendations, and comments on the use of amphipods as bioindicators ». *Journal of Natural History*, 27 : 795-806.

Voici des sites intéressants sur les communautés benthiques :

Page sur la santé de la communauté benthique du Suivi des Grands Lacs (Great Lakes Monitoring) du site de l'Environmental Protection Agency des États-Unis, à l'adresse suivante : <http://www.epa.gov/glindicators/biology/benthicb.html> (site en anglais seulement).

Chapitre sur l'abondance de l'amphipode benthique *Diporeia* (Abundances of the Benthic Amphipod *Diporeia* spp. – Indicator 123) à l'adresse suivante : [http://www.solecregistration.ca/documents/0123%20Diporeia%20\(SOLEC%202008\).pdf](http://www.solecregistration.ca/documents/0123%20Diporeia%20(SOLEC%202008).pdf) (en anglais seulement).

Rédaction : Alain Armellin

Direction générale des sciences et de la technologie
Environnement Canada

Programme Suivi de l'état du Saint-Laurent

Dans le cadre de la présente entente Canada-Québec, Plan Saint-Laurent pour un développement durable, six partenaires gouvernementaux – Environnement Canada, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, Pêches et Océans Canada, le ministère des Ressources naturelles et de la

Faune du Québec, l'Agence spatiale canadienne et l'Agence Parcs Canada – et Stratégies Saint-Laurent, un organisme non gouvernemental actif auprès des collectivités riveraines, mettent leur expertise en commun pour rendre compte, à intervalles réguliers, de l'état et de l'évolution du Saint-Laurent.

Vous pouvez obtenir les fiches et l'information complémentaire sur le Programme Suivi de l'état du Saint-Laurent, en visitant le site Internet :

www.planstlaurent.qc.ca

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2010

Publié avec l'autorisation du ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec

© Gouvernement du Québec, 2010

N° de catalogue : En84-81/2010F-PDF

ISBN 978-1-100-96184-2

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives Canada, 2010

Also available in English under the title: *Benthic macroinvertebrate communities – An indicator of ecosystem health and water quality in Lake Saint-Pierre*

État du Saint-Laurent

Les communautés de macroinvertébrés benthiques

Un indicateur de la qualité de l'eau au lac Saint-Pierre