



L'intégrité biotique de la rivière du Nord

évaluée par les macroinvertébrés (projet pilote 2016)



L'intégrité biotique de la rivière du Nord

évaluée par les macroinvertébrés (projet pilote 2016)



RÉSUMÉ

Les macroinvertébrés sont des organismes visibles à l'œil nu ayant un stade de vie aquatique dont la durée varie de plusieurs mois à plus d'un an.

Leur présence prolongée dans les cours d'eau permet de les utiliser comme indicateurs de qualité du milieu. En 2016, Abrinord a procédé à un projet pilote pour évaluer l'intégrité biotique de la rivière du Nord et de quelques-uns de ses tributaires.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	1
1. Introduction	4
2. Méthodes	5
2.1 Choix des stations	5
2.2 Terrain	6
2.3 Laboratoire	6
3. Résultats et analyses	7
3.1 Indices d'intégrité biotique	7
3.1.1 Indice d'Hilsenhoff : niveau d'identification à la famille (FBI)	7
3.1.2 Indice de Shannon	9
3.1.3 Indice basé sur le pourcentage d'organismes intolérants à la pollution... 9	
3.2 Les stations s'étant démarquées	12
3.3 Liens avec les paramètres de l'habitat	14
3.3.1 Le substrat et le couvert forestier	14
3.3.2 Indices de qualité de l'eau (IQBP) et de l'habitat (IQH)	14
3.3.3 La largeur du cours d'eau	15
3.4 Intégrité attendue et observée	16
4. Conclusion	17
5. Références	18
6. Annexe	19

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Rivière de l'Ouest à Brownsburg-Chatham (Station 37)	5
Figure 2. Plécoptère de la famille des Pteronarcidae	6
Figure 3. Classification des stations échantillonnées dans le cadre du projet pilote macroinvertébrés selon les catégories de l'indice d'Hilsenhoff	8
Figure 4. Classification des stations échantillonnées dans le cadre du projet pilote macroinvertébrés selon quatre catégories pour l'indice de Shannon	10
Figure 5. Classification des stations échantillonnées dans le cadre du projet pilote macroinvertébrés selon quatre catégories pour le pourcentage d'organismes intolérants	11
Figure 6. Ruisseau des Vases à Brownsburg-Chatham (Station 40)	12
Figure 7. Régression linéaire polynomiale de la quantité d'organismes récoltés en fonction de la largeur du cours d'eau (en mètres) ($r^2 = 0,49$, $p = 0,07$) ...	15
Figure 8. Rivière du Nord à Saint-Jérôme (Station M13)	16
Figure 9. Photos sous l'eau des stations 10 (Grand Ruisseau, Piedmont) et 40 (Ruisseau des Vases, Brownsburg-Chatham)	17

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Qualité de l'eau associée à l'indice d'Hilsenhoff (FBI)	7
Tableau 2. Intégrité attendue et observée pour les macroinvertébrés échantillonnés aux 11 stations du bassin versant de la rivière du Nord en 2016	13
Tableau 3. Résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) des variables de l'habitat et de la qualité de l'eau pour le pourcentage d'organismes intolérants échantillonnés à l'ensemble des stations	14

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Résultats de l'analyse des données de macroinvertébrés pour les 11 stations dans le bassin de la rivière du Nord selon deux indices par catégories (richesse taxonomique, composition taxonomique et tolérance à la pollution)	19
---	----

1. INTRODUCTION

Une grande partie des insectes subissent des transformations majeures durant leur développement vers la forme adulte. La larve peut avoir un aspect et un régime alimentaire très différents de l'imago (adulte). Ces insectes sont appelés holométaboles; c'est-à-dire à transformation complète (INRA, 2004). Plusieurs ordres d'holométaboles comme les odonates (libellules) et les éphémères vivent leur stade juvénile en milieu aquatique. L'adulte ailé émerge après une période qui atteint souvent une année complète (INRA, 2004). Ces larves vivant en cours d'eau sont surnommés des macroinvertébrés puisqu'ils sont visibles à l'œil nu. Ils sont peu mobiles dans leur milieu, et, vu leur présence prolongée à un certain site, ils intègrent les conditions physicochimiques de leur habitat (MEBC, 2006). D'autres types d'invertébrés, comme des vers, vivent aussi au fond des cours d'eau.

Dans les cours d'eau, il y existe toute une chaîne alimentaire allant des brouteurs d'algues à de voraces prédateurs. Les macroinvertébrés ont un rôle important dans la dégradation de la matière organique; plusieurs déchiquètent les gros morceaux s'étant déposés au fond du cours d'eau pour ensuite s'en nourrir, d'autres filtrent la matière en suspension à l'aide de petites soies (Hauer et Lamberti, 2006). Les préférences en termes d'habitat sont aussi variées, les courants calmes comme les plus rapides ont une faune typique qui leur est associée. Ainsi, une plus grande diversité d'habitats favorise une plus grande biodiversité (Hauer et Lamberti, 2006 ; MDDEFP, 2013). Les conditions physicochimiques et les substances toxiques présentes dans l'eau affectent les organismes qui y vivent. Certains types de macroinvertébrés ont une tolérance plus élevée aux polluants que d'autres. Selon la diversité, la quantité et la proportion des types d'organismes récoltés lors de l'échantillonnage d'un cours d'eau, des indices peuvent être calculés afin d'évaluer l'intégrité biotique du milieu (Hauer et Lamberti, 2006 ; MDDEFP, 2013).

Les macroinvertébrés sont donc utilisés comme des indicateurs biologiques (bioindicateurs) de l'état de santé des écosystèmes aquatiques. Ces macroinvertébrés sont aussi une source de nourriture pour les poissons et les oiseaux. Les contaminants ingérés par petits organismes sont alors «passés au suivant» et perpétués dans la chaîne alimentaire (MEBC, 2006).

Selon la méthode d'évaluation rapide d'un cours d'eau (rapid bioassessment, Barbour *et al.* 1999), Abrinord a mené un projet pilote afin d'étendre ses connaissances sur l'état de la rivière du Nord et de ses tributaires.

2. MÉTHODES

La méthode de notre projet pilote, soucieuse d'être efficace en temps et en coûts, s'inspire de survol benthos (MDDEFP, 2013), de la méthode de Hauer et Lamberti (2006) ainsi que celle de Barbour *et al.* (1999), sans toutefois les reproduire intégralement. Il semblait intéressant de couvrir un grand nombre de stations avec un effort d'échantillonnage suffisant pour être scientifiquement valable (MEBC, 2006) afin de brosser un portrait large du bassin versant de la rivière du Nord. D'autres documents canadiens ont été consultés afin de valider la méthode et le nombre d'échantillons à recueillir (MEBC, 2006; MEO, 1998).

2.1 Choix des stations

Onze stations ont été choisies pour couvrir plusieurs endroits stratégiques du territoire d'Abrinord. Toutes les stations choisies ont un lit composé en majorité de substrat grossier. Les sites choisis présentent un courant de type rapide avec des seuils et des fosses.



Figure 1. Rivière de l'Ouest à Brownsburg-Chatham (Station 37)

Chaque endroit sélectionné correspond à une station où la qualité de l'eau est évaluée de façon régulière dans le cadre du *Programme de suivi de la qualité de l'eau* d'Abrinord. Selon ces résultats (de 2010 à 2016 lorsque possible) et l'occupation du territoire de l'unité de drainage de chaque station, un degré attendu d'intégrité biotique a été attribué à chacune d'elles (selon les critères du MDDELCC, 2016a) (tableau 2). L'intégrité attendue classe les résultats selon trois catégories (témoin –référence-, intermédiaire et dégradée). Un gradient d'intégrités attendues et l'attribution de stations témoins augmentent la robustesse de la méthode et des résultats (MDDELCC, 2016a). Lorsque possible, nous avons choisi plus d'une station sur le même cours d'eau afin d'évaluer l'évolution de l'intégrité biotique entre l'amont et l'aval. De plus, selon Hauer et Lamberti (2006), le fait d'échantillonner sur plusieurs cours d'eau améliore grandement la généralité des conclusions.

2.2 Terrain

L'échantillonnage a été effectué entre le 29 août et le 1^{er} septembre 2016. Deux personnes formaient l'équipe terrain.

À chacune des stations, un ruban de 30 mètres était placé sur la berge pour déterminer la zone d'échantillonnage. Tous les paramètres ont été mesurés et échantillonnés à l'intérieur de cette zone. Six sites par station (trois dans des fosses et trois en rapides) étaient échantillonnés à l'aide d'un filet troubleau (mailles de 500 µm), en commençant par l'aval.

Une personne apposait fermement le filet au fond du cours d'eau, pendant qu'une autre frottait le fond et les roches durant 30 secondes chronométrées. Le contenu de chaque coup de filet était ensuite nettoyé sommairement et versé dans un pot Masson (un pot par station). De l'alcool était ajouté à l'échantillon pour former environ 50% du volume du contenu du pot. Ensuite, les fiches terrain 3.2.2 et 3.4.2 de survol benthos (MDDEFP, 2013) étaient remplies et la turbidité mesurée. Une fois ces étapes terminées, le ruban était utilisé pour mesurer la largeur du cours d'eau au point d'échantillonnage, évaluer la largeur des berges et la profondeur moyenne du cours d'eau. Plusieurs photos ont été prises à chacune des stations. Les pots d'échantillons ont été conservés dans une glacière, puis entreposés dans un réfrigérateur jusqu'à l'identification des macroinvertébrés.

Nous remercions Bassin Versant Saint-Maurice (BVSM), le Conseil régional de l'environnement (CRE) des Laurentides et l'Université de Montréal pour les prêts de matériel.

2.3 Laboratoire

Procédant un pot à la fois, les échantillons ont d'abord été triés à l'aide de tamis. Pour rendre l'identification plus efficace, les invertébrés ont été classés par ordre. La totalité des organismes a été identifiée pour chacune des stations afin de comparer la diversité et la quantité retrouvées pour la même unité d'effort. Le compte s'est arrêté à 100 individus par famille.

L'identification a été effectuée sous la loupe binoculaire par une seule personne à l'aide des guides Moisan (2010), Iowater (2005) et Bouchard (2009) dans les laboratoires de l'Université de Montréal.

Les données ont été compilées dans un chiffrier Excel. Plusieurs indices ont été calculés selon le protocole de survol benthos (MDDEFP, 2013) et les suggestions de Hauer et Lamberti (2006). Les analyses ont été exécutées avec le logiciel R.



Figure 2. Plécoptère de la famille des Pteronarcidae

3. RÉSULTATS ET ANALYSES

Les résultats présentés doivent être interprétés avec précaution puisque le projet pilote s'est concentré sur 11 stations, ce qui représente une faible quantité d'échantillons pour permettre des conclusions généralisables. Respectant la méthode établie, le nombre de sites (3 fosses et 3 rapides) demeure le même entre les stations pour arriver à un même effort d'échantillonnage.

3.1 Indices d'intégrité biotique

Plusieurs indices ont été calculés lors des analyses. Trois d'entre eux sont analysés dans ce rapport. Puisqu'une méthode adaptée a été utilisée, les indices sélectionnés n'ont pas été combinés ou pondérés pour arriver à un résultat généralisé global (IBGN ou indice de santé du benthos). Toutefois, les indices retenus sont largement utilisés dans un contexte d'évaluation de l'intégrité biotique des cours d'eau et sont interprétables en eux-mêmes. Un tableau regroupant plus d'indices, disponible en annexe (tableau A1), permet d'apprécier la variabilité des résultats entre les stations échantillonnées.

3.1.1 Indice d'Hilsenhoff : niveau d'identification à la famille (FBI)

L'indice d'Hilsenhoff est largement utilisé pour évaluer l'intégrité biotique des communautés d'invertébrés benthiques (suggéré dans tous les documents de référence consultés). La variante utilisée se base sur l'identification à la famille (FBI). Chaque famille est associée à un indice de tolérance à la pollution (indices contre-vérifiés entre les sources). Pour chacune des familles, le nombre d'individus échantillonnés est multiplié par son indice de tolérance. Les résultats par famille sont additionnés. Ce nombre est ensuite divisé par le nombre total d'organismes dans l'échantillon (équation 1). La cote finale de l'indice (une par station) est alors rapportée à l'échelle d'Hilsenhoff (tableau 1) pour l'associer à une qualité de l'eau (figure 3).

Équation 1.
$$FBI = \frac{\sum x_i * t_i}{n}$$

Où x_i = Nombre d'individus d'un taxon identifié
 t_i = tolérance de ce même taxon
 n = nombre total d'individus dans l'échantillon

Tableau 1. Qualité de l'eau associée à l'indice d'Hilsenhoff (FBI)

FBI	Qualité de l'eau
0 – 3,75	Excellente
3,76 – 4,25	Très bonne
4,26 – 5,00	Bonne
5,01 – 5,75	Moyenne
5,76 – 6,50	Précaire
6,51 – 7,25	Mauvaise
7,26 – 10,00	Très mauvaise

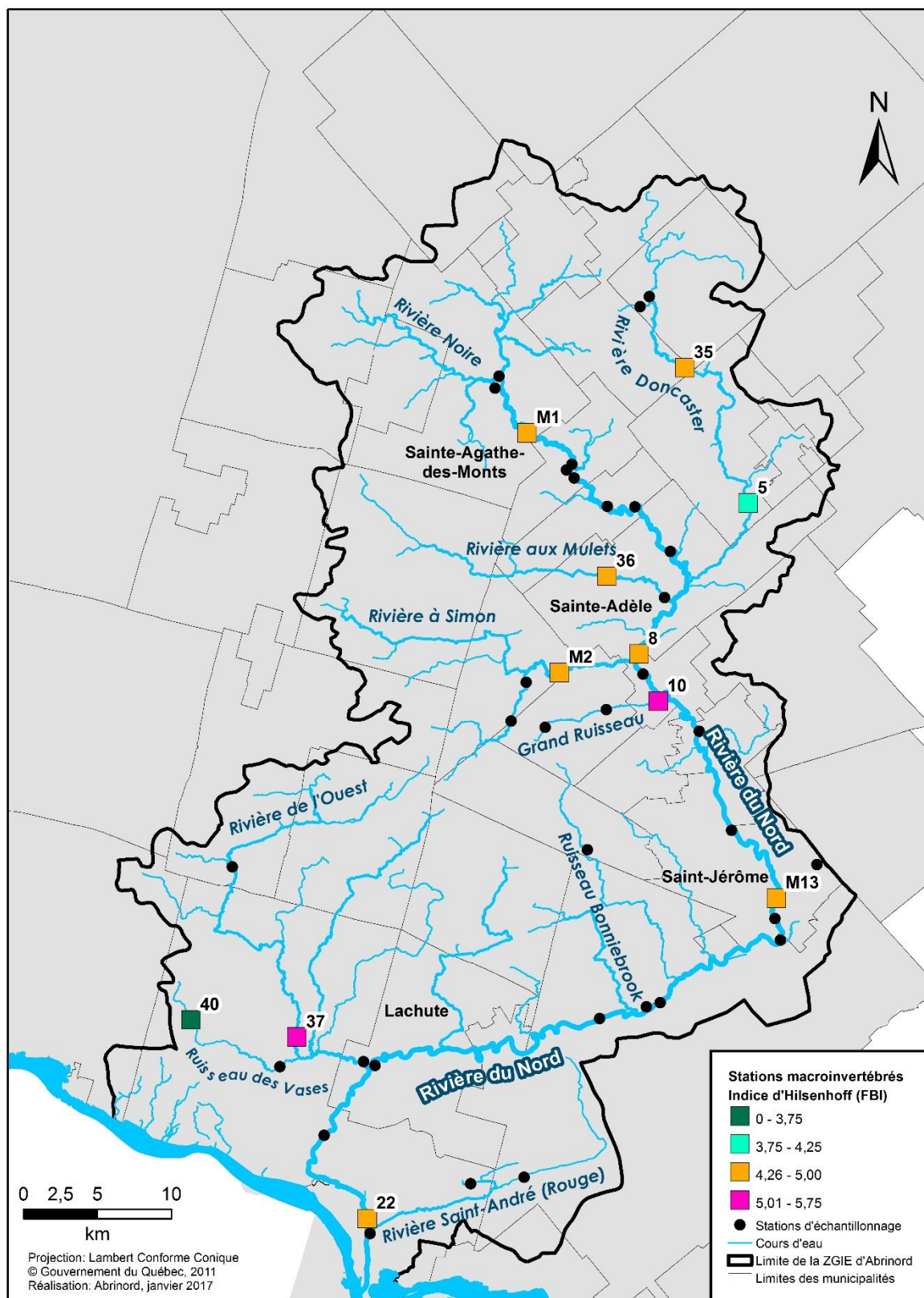


Figure 3. Classification des stations échantillonnées dans le cadre du projet pilote macroinvertébrés selon les catégories de l'indice d'Hilsenhoff

3.1.2 Indice de Shannon

L'indice de Shannon (H'), aussi connu sous le nom de Shannon-Wiener, est un indice de diversité taxonomique, calculé selon l'équation 2. Le résultat dépend de la diversité des espèces et de la régularité de leur distribution dans un échantillon.

Équation 2. $H' = -\sum p_i \log(p_i)$

Où p_i = Proportion d'un taxon sur le nombre total d'organismes de l'échantillon

Un indice élevé renvoie à une communauté diversifiée dont les individus sont répartis équitablement à travers les espèces. Cela est interprétable par des conditions du milieu qui sont favorables à l'établissement d'une communauté de macroinvertébrés équilibrée. Un indice faible renvoie plutôt à un milieu dans lequel sévi des conditions rendant difficiles l'établissement de certains groupes ou des invertébrés en général (MDDEFP, 2013). La classification des stations selon l'indice de Shannon est présentée à la figure 4.

3.1.3 Indice basé sur le pourcentage d'organismes intolérants à la pollution

Le pourcentage d'organismes intolérants est un indice d'intolérance à la pollution. De la même façon que l'indice d'Hilsenhoff, chaque famille est associée à un indice de tolérance à la pollution (mêmes indices dans les deux méthodes). Plus l'indice est bas, plus la famille est intolérante à la pollution. Tous les individus appartenant à une famille dont l'indice de tolérance est de trois et moins sont additionnés. Ce nombre est alors divisé par le nombre total d'individus dans l'échantillon (équation 3).

Équation 3. % d'organismes intolérants = $\left(\frac{\text{Nb d'organismes ayant un indice} \leq 3}{\text{Nb total d'organismes dans l'échantillon}} \right) * 100$

Cet indice a été sélectionné puisqu'il offrait une autre perspective sur la tolérance à la pollution de la communauté d'invertébrés échantillonnés. Pour notre base de données, la similarité entre cet indice et celui d'Hilsenhoff est de 30%. Les résultats de cet indice pour les stations échantillonnées sont présentés à la figure 5. L'analyse de cet indice a d'ailleurs permis de lier la présence de taxons intolérants à la pollution à certains paramètres de l'habitat.

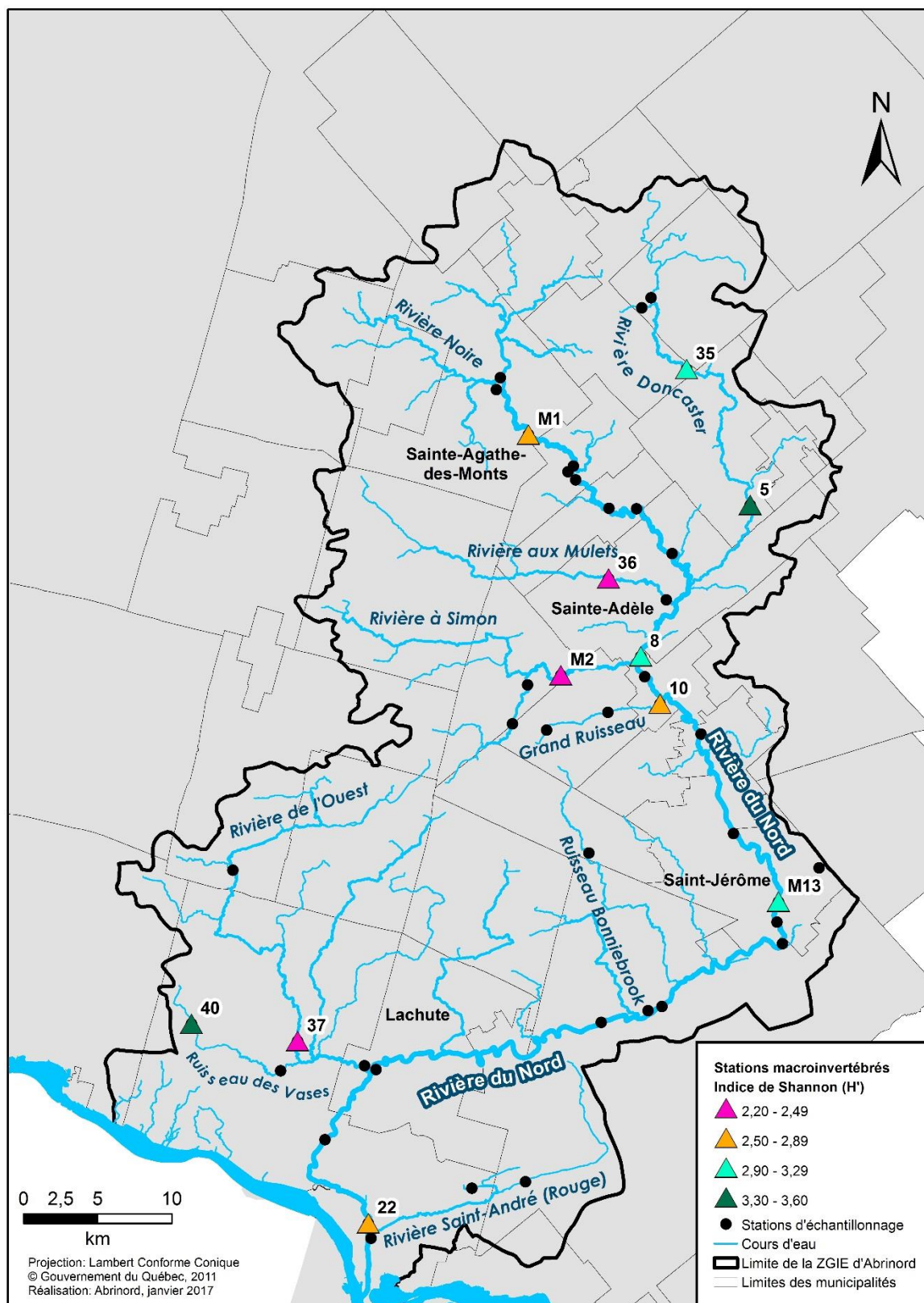


Figure 4. Classification des stations échantillonnées dans le cadre du projet pilote macroinvertébrés selon quatre catégories pour l'indice de Shannon

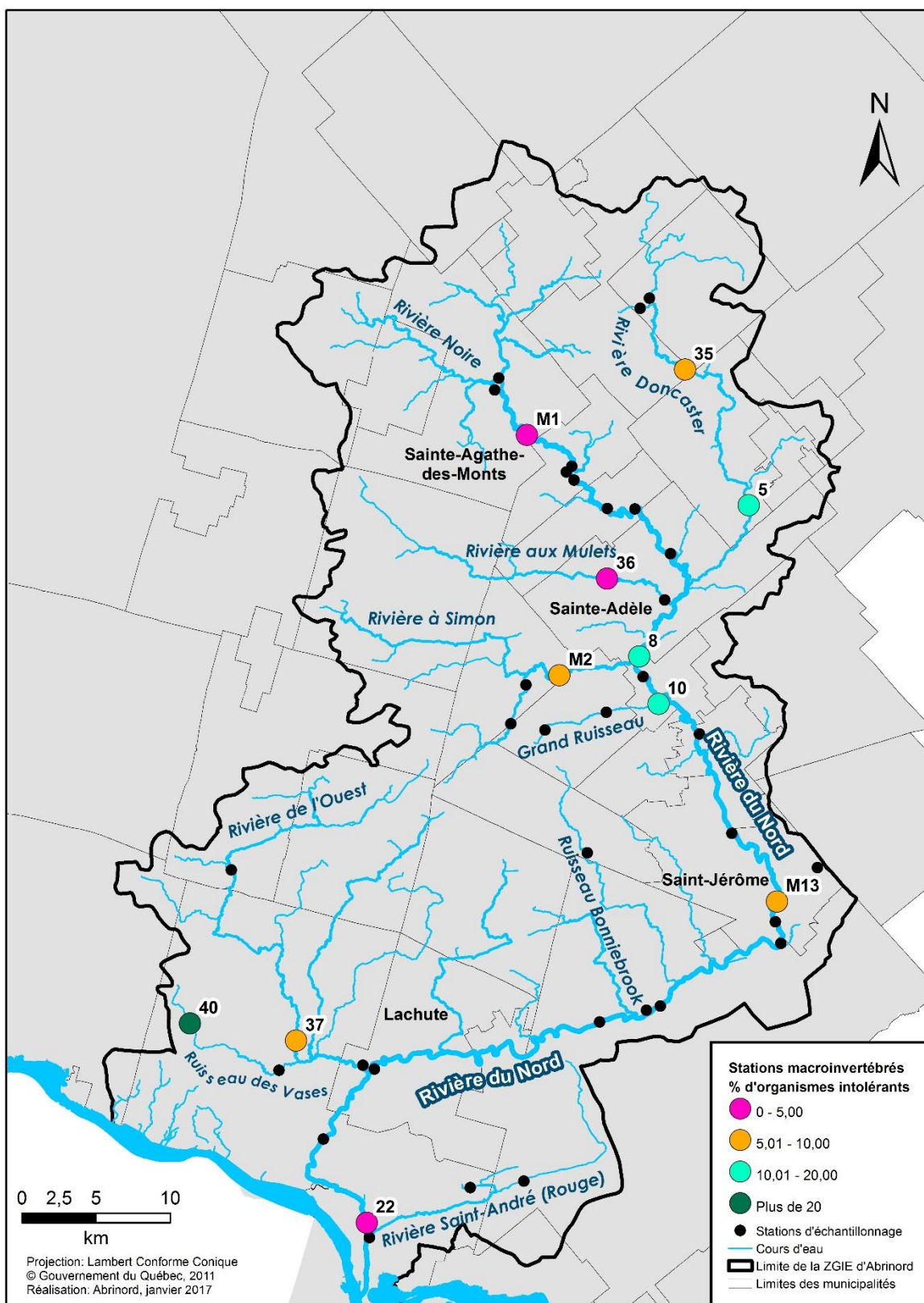


Figure 5. Classification des stations échantillonnées dans le cadre du projet pilote macroinvertébrés selon quatre catégories pour le pourcentage d'organismes intolérants

3.2 Les stations s'étant démarquées

Selon les trois indices utilisés, la station 40 (en amont du Ruisseau des Vases, Brownsburg-Chatham) présente systématiquement la plus haute intégrité biotique, suivie de la station 5 (Rivière Doncaster, Sainte-Marguerite-du-Lac-Masson) (tableau 2 et figures 3 à 5).

La station 40 est un nouveau point d'échantillonnage ajouté au *Programme de suivi de qualité de l'eau* en 2016. Les dépassements fréquents des trois paramètres mesurés, soient les concentrations de coliformes fécaux, de matières en suspension et de phosphore total, à la station plus en aval (18) dans les années précédentes ont entraîné le choix de cette nouvelle station afin d'étudier l'évolution amont-aval de la qualité de l'eau sur le Ruisseau des Vases (Abrinord, 2016). La station 40 (amont) ne présente aucun dépassement des critères de la qualité de l'eau pour 2016 (voir [carte interactive](#) des résultats de la qualité de l'eau). Selon nos résultats pour le projet pilote macroinvertébrés, cette station présente aussi la plus haute intégrité biotique des stations échantillonnées (tableau 2). D'ailleurs, le ratio entre les groupes fonctionnels des prédateurs et des proies, suggéré par Hauer et Lamberti (2006), donnent un résultat typique d'équilibre trophique (0.15), laissant supposer à une communauté dont les rôles écologiques sont bien répartis.



Figure 6. Ruisseau des Vases à Brownsburg-Chatham (Station 40)

Le MDDELCC, dans le cadre de son programme Réseau-benthos, a évalué l'intégrité biotique du Ruisseau de Vases à proximité de la station 18 (en aval) en 2013 (MDDELCC, 2016b). Le MDDELCC s'est basé sur un protocole différent du nôtre puisque le substrat de cette section du ruisseau est meuble. Les résultats de leur échantillonnage, selon l'indice d'Hilsenhoff, renvoient à une qualité de l'eau précaire. Une dégradation de l'amont (station 40) vers l'aval (station MDDELCC) du Ruisseau des Vases semble bien réelle, non seulement pour la qualité de l'eau, mais aussi au niveau de l'intégrité biotique.

La station 10 sur le Grand Ruisseau (Piedmont) et la 37 sur la rivière de l'Ouest (Brownsburg-Chatham) présentent les conditions les plus dégradées avec une qualité de l'eau qualifiée de moyenne selon nos résultats pour l'indice d'Hilsenhoff. Moins de 1% des organismes récoltés à la station 22 (Saint-André-d'Argenteuil) étaient intolérants à la pollution suggérant un niveau de dégradation élevé (tableau 2).

Tableau 2. Intégrité attendue et observée pour les macroinvertébrés échantillonnés aux 11 stations du bassin versant de la rivière du Nord en 2016

Station	Cours d'eau	Municipalité	Occupation du territoire (km ²)	IQBP 2010-2015 ¹	FBI ²	H' ³	% d'intolérants ³	Intégrité attendue ⁴	Intégrité observée
40	Ruisseau des Vases	Brownsburg-Chatham	F: 76,88% A: 0,05%	ND	3,55 (Excellente)	3,60	23,48	Témoin	Témoin
36	Rivière aux Mulets	Sainte-Adèle	F: 78,86% A: 0,1%	ND	4,29 (Bonne)	2,23	3,08	Témoin	Intermédiaire
5	Rivière Doncaster	Sainte-Marguerite-du-Lac-Masson	F: 74,15% A: 0,03%	85	4,01 (Très bonne)	3,37	15,32	Témoin	Témoin
35	Rivière Doncaster	Sainte-Lucie	F: 75,60% A: 0,01%	ND	4,32 (Bonne)	2,98	7,67	Intermédiaire	Intermédiaire
M2	Rivière à Simon	Morin-Heights	F: 77,75% A: 0,22%	85	4,92 (Bonne)	2,20	7,65	Intermédiaire	Intermédiaire
8	Rivière à Simon	Saint-Sauveur	F: 75,59% A: 0,75%	85	4,26 (Bonne)	3,25	12,59	Intermédiaire	Intermédiaire
37	Rivière de l'Ouest	Brownsburg-Chatham	F: 75,56% A: 0,49%	ND	5,15 (Moyenne)	2,22	5,99	Intermédiaire	Dégradée
M1	Rivière du Nord	Sainte-Agathe-des-Monts	F: 73,90% A: 0,16%	90	4,64 (Bonne)	2,60	3,95	Intermédiaire	Intermédiaire
M13	Rivière du Nord	Saint-Jérôme	F: 64,40% A: 0,88%	71	4,44 (Bonne)	3,06	9,05	Dégradée	Intermédiaire
22	Rivière du Nord	Saint-André-d'Argenteuil	F: 66,54% A: 7,22%	76	4,65 (Bonne)	2,85	0,94	Dégradée	Dégradée
10	Grand Ruisseau	Piedmont	F: 66,20% A: 1,63%	82	5,15 (Moyenne)	2,62	13,58	Dégradée	Dégradée

¹IQBP 3 paramètres (concentrations de coliformes fécaux, de phosphore total et de matières en suspension). Les données de qualité de l'eau de 2016 ont aussi été évaluées pour aider à statuer sur l'intégrité attendue des stations.

²Indice d'Hilsenhoff : un résultat plus bas est souhaitable.

³Indices de Shannon et % d'organismes intolérants : un résultat plus haut est souhaitable.

F = Forêt

A = Agricole

3.3 Liens avec les paramètres de l'habitat

Une analyse en composantes principales (ACP) a été effectuée comme étape préliminaire afin de déterminer les paramètres de l'habitat ayant le plus d'influence sur l'intégrité biotique des communautés échantillonnées. Dans le tableau 3, les nombres les plus élevés indiquent les paramètres les plus déterminants pour expliquer le pourcentage d'organismes intolérants de l'ensemble des stations échantillonnées. Des nombres rapprochés indiquent que les paramètres correspondants sont fortement corrélés. Des nombres à sens inverse (positif et négatif) indiquent, quant à eux, que les paramètres varient en sens contraire.

Tableau 3. Résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) des variables de l'habitat et de la qualité de l'eau pour le pourcentage d'organismes intolérants échantillonnés à l'ensemble des stations

Paramètres	Valeurs*
Pourcentage d'organismes intolérants	0,53
Pourcentage de gravier	0,40
Couvert forestier	0,49
Largeur des berges	0,34
IQBP (indice de qualité de l'eau)	0,12
IQH (indice de qualité de l'habitat)	0,04
Profondeur	-0,41

*Les valeurs présentées sont celles du premier axe de l'ACP

3.3.1 Le substrat et le couvert forestier

Le pourcentage d'organismes intolérants augmente de façon significative lorsque le substrat est composé d'une plus grande proportion de gravier et que le couvert forestier est plus important (régression linéaire multiple; $r^2 = 0.82$, $p = 0.001$). L'ajout de la largeur des berges et de la profondeur de l'eau n'ont pas augmenté le coefficient de détermination (r^2) du modèle. La proportion du substrat correspondant à du gravier explique environ 30% de la variation des indices de Shannon et d'Hilsenhoff. Les autres paramètres ont un effet beaucoup moins important. Bien que ne présentant pas de relation significative, la profondeur du cours varie toujours en sens inverse des indices.

3.3.2 Indices de qualité de l'eau (IQBP) et de l'habitat (IQH)

Les paramètres de qualité de l'eau (IQBP) pris en compte semblent avoir peu d'effet sur les communautés d'invertébrés ou ne présentent pas de variations assez importantes pour faire une différence. Des régressions linéaires confirment les résultats de l'ACP pour ce paramètre, et ce, pour tous les indices d'intégrité biotique présentés ($r^2 \leq 0,1$, $p > 0,3$). En effet, selon le calcul de l'IQBP, les trois

paramètres mesurés dans le cadre du suivi de la qualité de l'eau, renvoient, pour toutes les stations visitées, à une qualité bonne à satisfaisante (Abrinord, 2016). La concentration critique de 0,03 mg/L de phosphore, seuil pour la protection de la vie aquatique, n'est dépassé régulièrement qu'à la station 22 (tableau A1 ; Abrinord, 2016). Aucune des stations échantillonnées ne dépasse régulièrement le critère de 13 mg/L pour les matières en suspension (Abrinord, 2016).

Bien que présentant des risques potentiels pour la santé publique, le taux élevé de coliformes fécaux à certaines stations ne semble pas affecter l'intégrité biotique de ces cours d'eau. En effet, les invertébrés aquatiques des groupes fonctionnels filtreurs-collecteurs, ramasseurs-collecteurs et déchetiqueurs se nourrissent de matières organiques en décomposition dont les matières fécales font partie. Ces groupes sont majoritaires dans les échantillons récoltés.

L'indice de qualité de l'habitat (IQH) calculé, selon les paramètres du MDDEFP (2013), ne considère pas le couvert forestier et le type de substrat. Cela contribue probablement à expliquer la faible influence de ce paramètre sur nos résultats.

3.3.3 La largeur du cours d'eau

Le nombre d'organismes récoltés varie beaucoup selon les stations échantillonnées ($n = 65$ à 437). La largeur du cours d'eau est le paramètre ayant le plus d'influence sur la quantité d'invertébrés récoltés (figure 7; $r^2 = 0,49$ et $p = 0,07$).

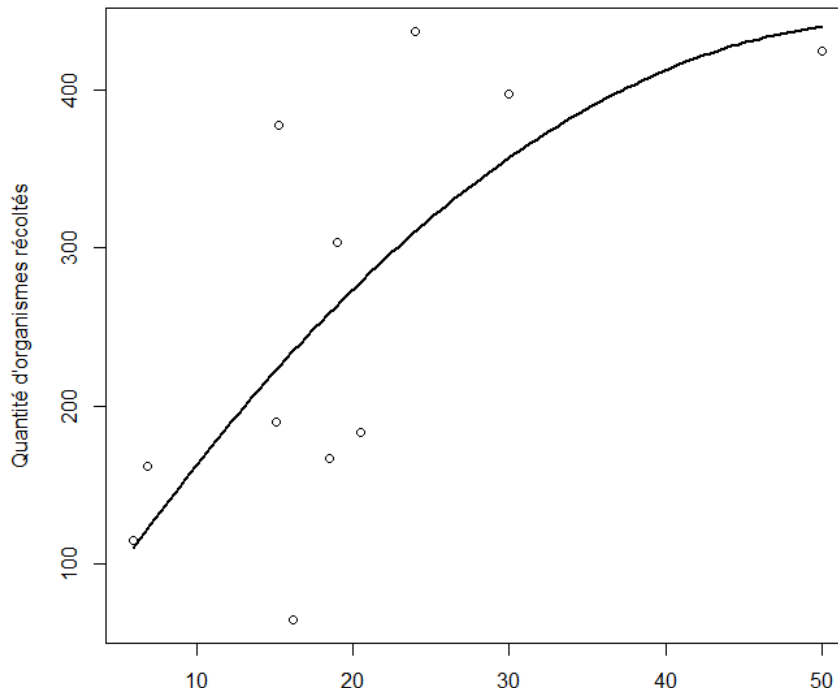


Figure 7. Régression linéaire polynomiale de la quantité d'organismes récoltés en fonction de la largeur du cours d'eau (en mètres) ($r^2 = 0,49$, $p = 0,07$)

3.4 Intégrité attendue et observée

L'intégrité attendue a été évaluée selon les résultats des indices calculés. L'intégrité de huit des 11 stations a été confirmée (tableau 2). La station 36, en amont de la rivière aux Mulets (Sainte-Adèle), n'a pas été confirmée comme station témoin. Cette station est située dans un quartier résidentiel boisé et est considérée comme un endroit peu dégradé selon le suivi de la qualité de l'eau et l'occupation du territoire. Pourtant, son indice de Shannon est parmi les plus bas, ce qui indique que le milieu est peu favorable à l'établissement d'une communauté diversifiée d'invertébrés. Le pourcentage de gravier relevé à cette station est de 5%, ce qui pourrait contribuer à expliquer les résultats obtenus. La même problématique, au niveau de la qualité de l'habitat, est observable aux stations M1 (Rivière du Nord, Sainte-Agathe-des-Monts) et M2 (Rivière à Simon, Morin-Heights). Ces stations ont notamment des profondeurs moyennes élevées.

La station M13, au centre-ville de Saint-Jérôme, présente une intégrité biotique plus élevée que celle attendue (tableau 2). À cette station, une grande quantité d'organismes a été récoltée. Le bras du cours d'eau échantillonné était effectivement parmi les plus larges. Puisque tous les organismes récoltés ont été identifiés, il est possible que des échantillons contenant beaucoup d'invertébrés aient contribué à conclure à une plus grande diversité biologique. Il est intéressant de mentionner que l'indice de Shannon de cette station est parmi les plus élevés.



Figure 8. Rivière du Nord à Saint-Jérôme (Station M13)

De plus, les stations échantillonnées sur un même cours d'eau n'ont pas des indices d'Hilsenhoff suffisamment différents pour conclure à une évolution de la dégradation du milieu. Les stations en amont n'ont pas systématiquement présenté de meilleurs résultats que les stations échantillonnées en aval sur les rivières Doncaster, à Simon et du Nord.

4. CONCLUSION

L'intégrité attendue et observée classe les résultats selon trois catégories pour les 11 stations échantillonnées afin d'obtenir un palmarès. Selon les résultats obtenus, l'intégrité biotique moyenne du bassin de la rivière du Nord est bonne. Les stations étant classées dans notre palmarès comme dégradées présentent de bons résultats comparativement à d'autres cours d'eau au Québec (MDDELCC, 2016b).

Les stations 40 (amont du ruisseau des Vases) et 5 (rivière Doncaster) ont présenté les meilleurs résultats de façon constante. Ce sont des milieux de qualité présentant une intégrité biotique élevée. Les stations sur le Grand Ruisseau (10) et la rivière de l'Ouest (37) possèdent les deux plus bas indices d'Hilsenhoff renvoyant à une qualité de l'eau moyenne. La station 22 (en aval de la rivière du Nord) a présenté le plus faible pourcentage d'organismes intolérants à la pollution. Selon notre palmarès, la station 10 et la station 40 ont été confirmées respectivement comme des stations dégradée et témoin. La photo prise sous l'eau, à chacune de ces stations, permet d'apprécier les différences entre les deux habitats (figure 9).



Figure 9. Photos sous l'eau des stations 10 (Grand Ruisseau, Piedmont) et 40 (Ruisseau des Vases, Brownsburg-Chatham)

L'analyse des paramètres de l'habitat a permis d'établir les prémices pour évaluer les conditions permettant l'établissement d'une communauté d'invertébrés diversifiée. Pour affiner les analyses et l'interprétation des résultats un échantillonnage tenant compte des paramètres de l'habitat identifiés comme étant les plus influents serait intéressant (proportion du substrat composée de gravier et couvert forestier). Une plus grande quantité d'échantillons et la reproduction de l'expérience permettraient aussi une analyse plus juste.

Dans le bassin versant de la rivière du Nord, beaucoup de gens pratiquent des activités nautiques et l'eau de consommation de certaines municipalités, avant d'être traitée, est pompée directement dans la rivière. Les stations ayant présenté de plus basses intégrités biotiques pourraient bénéficier d'analyses plus poussées afin d'en évaluer les potentielles répercussions sur la santé publique.

5. RÉFÉRENCES

- Abrinord.** 2016. *Rapport pluriannuel 2010-2015 du Programme de suivi de la qualité de l'eau du bassin versant de la rivière du Nord*. 33 pages.
- Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder, and J.B. Stribling.** 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Second Edition, EPA 841-B-99-002 (PDF). 344p.
- Bouchard R.W.** 2009. *Guide to Aquatic Invertebrate Families of Mongolia Identification Manual for Students, Citizen Monitors, and Aquatic Resource Professionals*. Chapitre 5 : Odonata. PDF. Pages 63-74.
- Hauer F. R., Lamberti G. A.** 2006. *Methods in stream ecology*, 2^e édition. Éditions Elsevier. 877 p.
- Institut national de la recherche agronomique (INRA).** 2004. *Glossaire progressif d'entomologie*. <http://www.fr/opie-insectes/glossaire.htm>
- Iowater.** 2005. *Benthic macroinvertebrate key*. Volunteer water quality monitoring. PDF. 27 pages.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP).** 2013. *Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-69169-3 (PDF), 2e édition. 88 p. (incluant 6 annexes).
- Ministère du développement durable, de l'Environnement, et de la lutte contre les changements climatiques (MDDelCC).** 2016a. *Indice d'intégrité biotique basé sur les macroinvertébrés benthiques et son application en milieu agricole - Cours d'eau peu profonds à substrat grossier*. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/macroinvertebre/indice-integrite/substrat-grossier.htm
- MDDelCC.** 2016b. *Station Réseau-benthos - Atlas interactif de la qualité des eaux et des écosystèmes aquatiques*. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/stations/stations_benthos.asp#onglets
- Ministry of Environment of British Columbia (MEBC).** 2006. *Guidelines for sampling benthic invertebrates in British Columbia streams*. British Columbia Ministry of Environment (PDF). 34 pages.
- Moisan J.** 2010. *Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 – Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-58416-2 (PDF). 82 p. (incluant 1 annexe).
- Ministry of Environment of Ontario (MEO).** 1998. *Sampling protocols for rapid bioassessment of stream and lakes using benthic macroinvertebrates*. Section des sciences aquatiques du ministère de l'Environnement de l'Ontario, ISBN : 0-7778-7378-8, 2^e édition (PDF). 72 p. (incluant 6 annexes).

6. ANNEXE

Tableau A1. Résultats de l'analyse des données de macroinvertébrés pour les 11 stations dans le bassin de la rivière du Nord selon deux indices par catégories (richesse taxonomique, composition taxonomique et tolérance à la pollution)

Station	Richesse/diversité taxonomique		Composition taxonomique		Tolérance à la pollution	
	Taxons POET	Indice Shannon	% EPT	% <i>Chironomidae</i>	FBI	% organismes intolérants
40	11	3,60	48,31	1,74	3,60	23,48
36	4	2,23	25,00	16,92	4,29	3,08
5	9	3,37	39,86	12,63	4,01	15,23
35	12	2,98	19,42	10,85	4,32	7,67
M2	7	2,20	39,88	51,91	4,92	7,65
8	10	3,25	41,23	22,38	4,26	12,59
37	7	2,22	18,67	59,88	5,15	5,99
M1	4	2,60	30,88	5,59	4,64	3,95
M13	8	3,06	41,28	25,13	4,44	9,05
22	7	2,85	24,14	9,65	4,65	0,94
10	5	2,62	8,72	40,74	5,15	13,58

Taxons POET : Nombre de familles incluses dans les ordres Plécoptères, Odonates, Éphéméroptères et Trichoptères. Taxons reconnus pour leur intolérance à la pollution.

% EPT : Nombre d'organismes appartenant aux ordres Éphéméroptères, Plécoptères et Trichoptères / Nombre d'organismes total * 100 en retirant la famille des *Hydropsychidae*.

% *Chironomidae* : Nombre d'individus appartenant à la famille des *Chironomidae*, taxon reconnu pour sa tolérance à la pollution.

Ces indices ont été choisis à raison de deux par catégories (richesse/diversité taxonomique, composition taxonomique et tolérance à la pollution), selon les recommandations du MDDEFP et ne présentant pas un degré de similarité trop élevé selon nos résultats. Le nombre de taxons POET, l'indice de Shannon, le pourcentage EPT et le pourcentage d'organismes intolérants varient dans le même sens que l'intégrité biotique des cours d'eau; le pourcentage de *Chironomidae* et l'indice d'Hilsenhoff (FBI) varient en sens opposé. Par exemple un FBI plus bas renvoie à une intégrité biotique plus élevée.