

SURVOL BENTHOS

Bilan 2006-2015 | Rapport synthèse

Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau

Survol Benthos



ÉQUIPE DE RÉALISATION

Édition
Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau (G3E)

Rédaction
Nathalie Piedboeuf (G3E)

Collaboration et révision
Catherine Ferland-Blanchet (G3E)
Lyne Pelletier (MDDELCC)
Marie-Ève Thériault (Étudiante M. Sc.)
Julie Moisan (MDDELCC)

Référence à citer
GROUPE D'ÉDUCATION ET D'ÉCOSURVEILLANCE DE L'EAU, 2017. *SurVol Benthos – Bilan 2006-2015 – Rapport synthèse*. G3E. Rapport réalisé pour le MDDELCC. 50 p.



MISE EN CONTEXTE

En collaboration avec la Direction générale du suivi de l'état de l'environnement (DGSEE) du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), le Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau (G3E), anciennement le Comité de valorisation de la rivière Beauport (CVRB), a développé un programme de surveillance volontaire des petits cours d'eau basé sur les macroinvertébrés benthiques, le programme SurVol Benthos. Le G3E assume la gestion du programme, le suivi et l'accompagnement des participants, l'organisation de la formation annuelle ainsi que la gestion de la base de données des échantillons récoltés par les participants du programme.

Depuis 2006, les organismes de bassins versants de 17 zones de gestion intégrée de l'eau par bassins versants du Québec ont participé au programme SurVol Benthos. À partir de 2008, 7 cégeps techniques et généraux ont pris part au programme. Depuis 2013, 15 parcs de la Société des établissements de plein air du Québec (SEPAQ) ont adhéré à SurVol Benthos dans le cadre de leur Programme de suivi de l'intégrité écologique. En une décennie, c'est un total de 145 stations qui ont ainsi été réalisées.

En 2010, un bilan des années 2006 à 2008 de SurVol Benthos a été dressé par le G3E et déposé auprès de la DGSEE. Ce présent rapport a pour but de faire une mise à jour du précédent et de dresser un bilan des dix premières années d'existence du programme SurVol Benthos, soit de 2006 à 2015. Plusieurs éléments sont tirés ou résumés de l'essai réalisé par Thériault (2017) dans le cadre du programme de maîtrise professionnelle en biogéosciences de l'environnement de l'Université Laval : Suivi de l'intégrité biotique des cours d'eau – programme SurVol Benthos (2006-2015).



TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction
1.1. Le programme SurVol Benthos 1
1.2. Bref historique du programme 2

2. Groupes ciblés par le programme SurVol Benthos
2.1. Organismes de bassins versants (OBV) 4
2.2. Cégeps techniques et généraux 4
2.3. Parcs du réseau de la SEPAQ 4
2.4. Autres organisations 4

3. Bilan organisationnel et logistique
3.1. Brève description des outils et des activités réalisées dans le cadre du programme 5
a. Outils développés et utilisés dans le cadre du programme 5
b. Formation annuelle et certification SurVol Benthos 6
c. Accompagnement, suivi et validation 7
d. Gestion et logistique 7
3.2. Résultats et discussions 8
a. Participation à la formation annuelle 8
b. Certification 9
c. Participation au programme SurVol Benthos 10
d. Validation des stations d'échantillonnage 11
e. Gestion 12
3.3. Recommandations 12
a. Suivi des recommandations formulées lors du bilan 2006-2008 13
b. Nouvelles recommandations 14

4. Bilan de la méthodologie
4.1. Brève description de la méthodologie 17
a. Échantillonnage 17
b. Tri et identification 18
c. Indice de suivi biologique SurVol (ISB_{SurVol}) 19
d. Indice de qualité de l'habitat (IQH) et indice de qualité de la bande riveraine (IQBR) 21
e. Base de données du G3E 21
4.2. Résultats et discussions 21
a. Raréfaction 21
b. Validation du nom des cours d'eau et des stations 23
c. Validation des coordonnées géographiques des stations 23
4.3. Recommandations 24
a. Suivi des recommandations formulées lors du bilan 2006-2008 24
b. Nouvelles recommandations 24

5. Bilan des résultats

5.1. Présentation de la couverture spatiale des stations échantillonnées de 2006 à 2015 26
5.2. Résultats et discussions 27
a. Couverture spatiale des stations SurVol Benthos 27
b. Portrait global de l'intégrité biologique des cours d'eau échantillonnés dans le cadre de SurVol Benthos (2006-2015) 28
c. Exemple de comparaisons de stations situées dans la zone de gestion intégrée de l'eau du bassin versant Saint-François 32
d. Applicabilité de l'indice SurVol Benthos 33
e. Comparaisons interannuelles 34
f. Utilisation et partage des données issues du programme SurVol Benthos 36
5.3. Recommandations 37
a. Suivi des recommandations formulées lors du bilan 2006-2008 37
b. Nouvelles recommandations 37

6. Conclusion 40

7. Références 42

Liste des tableaux

Tableau 1 Participation et taux de réussite aux examens de certification / recertification pour les années 2006-2015 9

Tableau 2 Nombre et pourcentage de rejets d'échantillons dans le cadre du programme SurVol Benthos (2006-2015), en fonction du motif de rejet 11

Tableau 3 Valeurs de référence pour les variables ou les indices de l'ISB_{SurVol} 19

Tableau 4 Classes de qualité pour l'ISB_{SurVol} 20

Tableau 5 Nombre et pourcentage d'échantillons dans chaque classe de qualité pour l'ISB_{SurVol} issus des données non raréfiées et raréfiées 22

Tableau 6 Exemples de problématiques reliées au nom du cours d'eau ressorties dans l'essai de Thériault (2017) 23

Tableau 7 Taux de distribution des classes de qualité pour l'ISB_{SurVol} des stations d'échantillonnage (2006-2015) . 28

Tableau 8 Occupation du territoire des ZGIEBV dans lesquelles se situent les stations de mauvaise qualité 30

Tableau 9 ISB_{SurVol}, IQH et IQBR pour des stations des rivières Beauport et Boyer ainsi que le ruisseau Rousse 31

Tableau 10 Comparaison des données des indices de l'ISB_{SurVol} de la station LAHA0115 du Parc d'Aiguebelle aux valeurs de référence 34

Liste des figures

Figure 1 Taux de participation annuelle à la formation dans le cadre du programme SurVol Benthos pour chaque type d'organisation de 2006 à 2015 8

Figure 2 Taux de participation annuelle au programme SurVol Benthos pour chaque type d'organisation de 2006 à 2015 10

Figure 3 Relation entre l'abondance des MIB des échantillons non raréfiés en fonction de la différence entre les valeurs de l'ISBSurVol obtenues à partir des données non raréfiées et raréfiées à 200 22

Figure 4 Localisation des stations d'échantillonnage SurVol Benthos (2006-2015) 26

Figure 5 Localisation des stations d'échantillonnage du MDDELCC (2003-2015) 27

Figure 6 Distribution des valeurs de l'ISB_{SurVol} des stations échantillonnées entre 2006 et 2015 en fonction des provinces naturelles 29

Figure 7 ISB_{SurVol} des stations d'échantillonnage de mauvaise qualité (< 45) regroupées par zones de gestion intégrée de l'eau par bassin versant (ZGIEBV) 30

Figure 8 ISB_{SurVol} des stations d'échantillonnage de la ZGIEBV St-François (section 4) 32

Figure 9 ISB_{SurVol} des stations d'échantillonnage localisées dans les 15 parcs de la SEPAQ à l'étude 33

Figure 10 ISB_{SurVol} de chaque station individuelle, échantillonnée quatre, cinq ou six années consécutives (ou non) par une ou plusieurs organisations, sur l'ensemble du territoire à l'étude 35



INTRODUCTION

1.1. Le programme SurVol Benthos

SurVol Benthos est un programme de surveillance des petits cours d'eau basée sur l'étude des macroinvertébrés benthiques (MIB). Développé en 2006 par le Groupe d'éducation et d'écosurveillance de l'eau (G3E) en étroit partenariat avec le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), le programme s'adresse à des organisations ainsi que des institutions post-secondaires et gouvernementales. SurVol Benthos propose des outils simples et efficaces qui permettent à des personnes ayant peu ou pas d'expérience dans le domaine des macroinvertébrés benthiques de poser un diagnostic scientifiquement valide sur la santé globale de leur cours d'eau.

SurVol Benthos est un programme structurant qui permet aux organisations et aux paliers gouvernementaux de travailler conjointement pour acquérir des connaissances sur l'intégrité écosystémique des cours d'eau et ainsi, d'en assurer une meilleure gestion.

Objectif du programme SurVol Benthos

SurVol Benthos a pour principal objectif la mise en place d'un programme provincial de surveillance volontaire des petits cours d'eau à substrat grossier basée sur l'étude des macroinvertébrés benthiques. Trois principes fondamentaux ont été à la base de l'élaboration du programme, soit :

- une approche simple et réalisable par des volontaires basée sur le concept de la science citoyenne;
- des résultats scientifiquement valides;
- une sensibilisation des participants à l'importance du rôle des petits cours d'eau et à leur conservation.

1.2. Bref historique du programme

Plusieurs étapes ont été réalisées pour arriver au programme SurVol Benthos actuel, de l'idée de base, à la conception des outils jusqu'à sa mise en place et son adaptation à différents publics.

De 2003 à 2006 – Phase d'exploration

- Début de la collaboration entre le G3E et le MDDELCC pour la mise en place d'un programme de surveillance volontaire basée sur les macroinvertébrés benthiques.
- Comparaison de différentes méthodes afin d'adapter le protocole scientifique utilisé par le ministère à l'approche volontaire (CVRB, 2005; CVRB, 2006a).
- Développement de protocoles et d'outils testés par deux conseils de bassin versant (CVRB, 2006b).

De 2006 à 2007 – Phase pilote

- Début officiel du programme SurVol Benthos.
- Développement des outils pédagogiques et des protocoles scientifiques permettant à des organismes de bassins versants de réaliser le suivi de leurs cours d'eau.
- Organisation de la logistique, du fonctionnement et du matériel nécessaire.
- Réalisation des premières formations et des accompagnements des groupes participants à l'échantillonnage des stations et à l'identification des macroinvertébrés benthiques (MIB).

De 2007 à 2010 – Mise en place

- Ajustements apportés afin de consolider le programme : modification au niveau de la formation, ajout d'une certification sur l'identification des macroinvertébrés benthiques, mise à jour des outils, etc.
- Élaboration d'un protocole d'assurance qualité et de contrôle de la qualité.
- En l'absence d'un guide français sur l'identification des macroinvertébrés, développement en 2007 par le MDDELCC en collaboration avec le G3E du Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec (Moisan, 2007).
- Élaboration en 2008, par le MDDELCC en collaboration avec le G3E, du Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier (Moisan et Pelletier, 2008).
- Adaptation, en 2008, des outils pour les cégeps techniques et généraux.
- Mise en place d'une base de données Internet pour la saisie des résultats et développement d'une carte interactive présentant certaines données.
- Réalisation du programme par des organismes à travers le Québec (pour plus de détails, voir la Section 3 de ce présent rapport).
- Réalisation d'un premier bilan du programme 2006-2008 (G3E, 2010).

De 2010 à 2015 – Implantation du programme

- En 2011, suite à la fin du financement, instauration d'un coût pour la formation ainsi qu'un coût pour l'adhésion annuelle.
- En 2012, réalisation d'une étude pour comparer la méthode de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) utilisée par la SEPAQ avec la méthode SurVol Benthos (G3E, 2012a).
- En 2013, adhésion de la SEPAQ à SurVol Benthos.
- En 2015, réalisation d'une formation d'initiation à l'identification des macroinvertébrés benthiques ouverte à tous.

Le développement et la mise en place du programme SurVol Benthos ont été permis grâce au financement de plusieurs partenaires :

- Centre St-Laurent (2005)
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (2006, 2016)
- Fonds d'action québécois pour le développement durable (2006 à 2010)
- Programme Horizon Science (2006 et 2008)
- Fondation de la faune du Québec (2007 et 2008)
- Ministère de l'emploi et de la solidarité sociale (2007)
- Fonds Loblaws du Fonds mondial pour la nature (2012-2013)

D'autre part, plusieurs partenaires ont contribué au succès du programme par leur contribution en biens et services sous forme d'expertises, de ressources humaines et matérielles ainsi que de services divers :

- Direction générale du suivi de l'état de l'environnement du MDDELCC
- Organismes de bassins versants
- Cégep de Limoilou
- Ville de Québec



GROUPES CIBLÉS PAR LE PROGRAMME SURVOL BENTHOS

Initialement développé pour les organismes de bassins versants, au fil des ans, SurVol Benthos s'est ouvert à un plus large auditoire : cégeps techniques et généraux, réseau des parcs de la SEPAQ et quelques autres organisations se sont joints au programme.

2.1. Organismes de bassins versants (OBV)

Organismes voués à la mise en œuvre de la gestion intégrée et concertée de l'eau par bassin versant, les fondements de SurVol Benthos reposent en grande partie sur les besoins de l'époque de ces organismes. Pour réaliser leur mandat, les OBV réalisent et mettent en application leur Plan directeur de l'eau (PDE). Tout en bonifiant les PDE, le programme permet aux OBV de répondre à certains éléments de leur mandat : acquisition de connaissances pour réaliser un portrait de cours d'eau, suivi des impacts de perturbations, éducation et implication des citoyens.

2.2. Cégeps techniques et généraux

Le projet est réalisé par plusieurs cégeps formant des techniciens de la faune et par des cégeps d'enseignement pré-universitaire en Sciences de la nature. SurVol Benthos rejoint plusieurs éléments du curriculum scolaire de ces institutions d'enseignement post-secondaire tout en permettant une mise en pratique des acquis théoriques (G3E, 2012b). Pour les étudiants des programmes de technique, il est d'autant plus intéressant car il leur permet d'acquérir des connaissances pratiques et de laboratoire en lien avec les écosystèmes riverains et aquatiques tout en leur offrant la possibilité de travailler avec un OBV local.

2.3. Parcs du réseau de la SEPAQ

En 2013, le réseau de la SEPAQ a choisi d'utiliser les protocoles de SurVol Benthos dans le cadre du programme de suivi de l'intégrité écologique suite aux résultats de l'étude comparant la méthodologie de l'IBGN à celle de SurVol Benthos (G3E, 2012a). Ainsi, 15 parcs du réseau réalisent, en rotation tous les trois ans, l'étude des deux mêmes stations sélectionnées selon des critères propres aux objectifs de leur suivi.

2.4. Autres organisations

Au fil du temps, d'autres organisations ont participé au programme : des organismes en environnement, des comités de zone d'intervention prioritaire (comités ZIP) ainsi que des municipalités ont trouvé dans le programme des éléments permettant de répondre à certains besoins (p. ex. : suivi de perturbations ou de projets de restauration, acquisition de connaissances). Dans les dernières années, la formation sur l'identification a été ouverte à un plus large public : firmes privées, membres de l'Association des biologistes du Québec (ABQ), étudiants universitaires, pour ne nommer que ceux-là. Venant acquérir des connaissances sur l'identification, ils ne sont pas certifiés et les données acquises ne sont pas intégrées dans la base de données du programme, n'étant pas des participants officiels de SurVol Benthos.



BILAN ORGANISATIONNEL ET LOGISITIQUE

Au fil des années, plusieurs outils ont été élaborés et mis en place afin d'assurer une saine gestion organisationnelle et logistique du programme SurVol Benthos.

3.1. Brève description des outils utilisés et des activités réalisées dans le cadre du programme

a. Outils développés et utilisés dans le cadre du programme

De nombreux documents et outils ont été conçus afin de répondre aux besoins particuliers des participants. Plusieurs d'entre eux sont remis lors d'une formation initiale offerte à chaque participant (se référer au point b de cette présente section) tandis que d'autres sont directement disponibles sur la page Internet du programme. Voici donc une liste exhaustive des différents documents et outils accessibles aux participants. Dans ce présent rapport, nous ne décrirons pas chacun de ces outils. Pour davantage d'informations, nous reportons le lecteur au bilan 2006-2008 (G3E, 2010) et au rapport 2006-2015 de Thériault (2017) ainsi qu'à la page Internet de SurVol Benthos.

i. Guides, outils pédagogiques et scientifiques

- SurVol Benthos – Guide du volontaire – Première édition (2006)
- SurVol Benthos – Guide de référence – Première édition (2010)
- Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec (2010) – développé par le MDDELCC en partenariat avec le G3E
- Guide des concepts et protocoles - Programmes J'adopte un cours d'eau et SurVol Benthos - Volet collégial (2012)
- Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce (2013) – développé par le MDDELCC en partenariat avec le G3E
- Clé d'identification visuelle des macroinvertébrés d'eau douce – 3e édition (2015)
- Surveillance écologique des petits cours d'eau - Programmes J'adopte un cours d'eau et SurVol Benthos - Guide de référence (2015)

ii. Outils interactifs

- CD de photos de macroinvertébrés benthiques classées selon l'ordre et la famille (2012)
- DVD sur la méthodologie utilisée dans le cadre du programme SurVol Benthos (2011)
- Base de données Internet du G3E pour la gestion et la saisie des données (mise à jour 2016-2017)
- Carte interactive présentant les indices et principaux résultats des stations étudiées (http://www.g3e-ewag.ca/programmes/carte-interactive/index.php) (mise à jour 2017)

iii. Matériel scientifique

- Développement et fabrication d'un plateau de tri inspiré du modèle Caton, vendu aux organisations participantes
- Achat de plateaux de tri de style Bogorov et production de supports à flacons à scintillation
- Trousse complète du matériel nécessaire à la réalisation du programme proposée et vendue aux organisations participantes

b. Formation annuelle et certification SurVol Benthos

Depuis 2006, le G3E et le MDDELCC offrent une formation annuelle qui présente les différents aspects du programme aux organisations participantes. Bien que dans les dernières années cette formation ait changé, elle s'articule généralement autour d'une durée de trois jours où y sont présentés :

- le volet pratique
  - Volet terrain où sont expérimentés la méthodologie pour la caractérisation de l'habitat ainsi que le protocole de récolte des macroinvertébrés et de conservation de l'échantillon.
  - Volet laboratoire où sont présentées les méthodologies pour le fractionnement et le tri des échantillons.

- le volet identification
  - Étant à la base de ce programme et la partie la plus difficile du projet, l'accent est mis tout au cours de la formation sur ce volet. Plusieurs sessions théoriques et pratiques sont réalisées, totalisant près d'une journée et demie.

- le volet logistique
  - Des ateliers expliquant différents aspects de gestion et de logistique sont réalisés. Le contenu de ces ateliers a varié au cours des années : présentation des notions de bioindicateurs, fonctionnement de la base de données, présentation du matériel, de la logistique et de la gestion des échantillons, ateliers personnalisés pour chaque grand groupe de participants, présentation d'autres programmes du G3E.

- le volet certification
  - La formation se termine par un examen de certification auquel les participants du programme peuvent participer. Cette certification est valide 5 ans et seules les personnes ayant obtenu la note de passage peuvent être en charge de l'identification des MIB et saisir des données dans la base de données. Actuellement, une personne qui échoue l'examen peut réaliser une station (référence) qui sera validée par le G3E. Toutefois, elle devra repasser son examen l'année suivante et réussir la certification pour réaliser d'autres stations.

Tout nouveau participant au programme est tenu d'assister à l'ensemble de la formation. Dans le cas de la SEPAQ, compte tenu que l'identification des échantillons est uniquement réalisée par deux techniciens pour l'ensemble des parcs participants, les techniciens de chaque parc ne participent qu'à la première journée de la formation, soit le volet terrain.

Dans le cas d'anciens participants ayant leur certification mais qui désirent parfaire leur identification des macroinvertébrés, ils ont la possibilité de participer aux 2e et 3e journées de la formation. Dans le cas où un ancien participant n'a pas obtenu sa certification et désire réaliser des stations dans l'année en cours, il doit obligatoirement participer aux deux dernières journées de la formation et repasser son examen de certification.

À partir de la formation de 2014, la 2e journée portant sur l'identification de base a été ouverte au grand public. Cette formation permet ainsi de faire découvrir les macroinvertébrés à un plus large auditoire intéressé par l'identification de ce grand groupe et de promouvoir une expertise spécialisée qu'est la taxonomie.

c. Accompagnement, suivi et validation

- Accompagnement

Dans les trois premières années du projet, le G3E accompagnait systématiquement les nouveaux participants. Pour les anciens, l'accompagnement était offert au besoin. Depuis 2010, le G3E accompagne les organismes qui le demandent, ce qui est généralement rare. Dans le cas des cégeps, considérant le nombre d'étudiants, ils sont souvent accompagnés par le G3E ou par l'OBV du territoire si ce dernier est certifié.

- Suivi

Le suivi des participants se fait le plus souvent par courriel ou au téléphone, et consiste principalement à répondre à des demandes et des questions sporadiques (p. ex. : questions sur l'identification, matériel, positionnement des stations, envoi des échantillons, interprétation des données, etc.).

- Validation

Afin d'assurer un contrôle de la qualité, un processus de validation de l'identification a été mis en place dès 2006. Pour les organisations étant à leur première année de participation, l'ensemble des stations réalisées (échantillons identifiés) doivent être envoyées au G3E qui en validera l'entièreté, soit 100%. Les années subséquentes, les organisations doivent envoyer l'ensemble des stations réalisées mais seulement 10% à 20% de ces dernières seront validées. Au niveau des cégeps, toutes les stations sont validées.

Lorsque le pourcentage d'erreur est en dessous de 10%, la station est acceptée et les résultats sont publiés. Dans le cas contraire, la station est rejetée. Un rapport expliquant les erreurs est envoyé à l'organisation participante. Ces erreurs concernent des éléments qui dérogent de la méthodologie standardisée présentée dans les guides et les protocoles du programme SurVol Benthos. Les erreurs courantes sont : un nombre insuffisant de macroinvertébrés identifiés, des données non fiables ou incomplètes, un trop grand nombre d'erreurs au niveau de l'identification ou une prise d'échantillon lors de mauvaises conditions météorologiques.

d. Gestion et logistique

Depuis le début du programme, l'ensemble de la gestion est assumé par le G3E soit :

- l'organisation de la formation ;
- la certification ;
- le suivi des groupes participants et l'accompagnement si nécessaire ;
- la validation des stations ;
- la mise à jour des outils pédagogiques et scientifiques produits par le G3E ;
- la recherche de financement ;
- le développement, la mise à jour et la gestion de la base de données et des résultats ;
- la promotion et la diffusion du programme et de ses résultats.

Pour faciliter la gestion et répertorier l'ensemble des résultats, une base de données a été développée. Chaque organisation participante reçoit un accès lui permettant de saisir les informations relatives à leur échantillonnage (habitat, macroinvertébrés, caractérisation du site, physicochimie). Une fois validée, chaque station est alors diffusée sur la carte interactive du site Internet du G3E.

Cette base de données permet également au G3E de faire un suivi des organisations participantes et de partager divers outils qui ne sont pas d'accès public.

3.2. Résultats et discussions

L'ensemble des résultats présentés dans cette section est tiré de l'essai de Thériault (2017). Nous vous en présentons les principaux résultats accompagnés d'une courte discussion.

a. Participation à la formation annuelle

Résultats

De 2006 à 2015, 203 participants provenant des diverses organisations ciblées par le projet, ont participé à la formation annuelle. De façon générale, la tendance observée dans le taux de participation à la formation pour chaque type d'organisation montre une baisse notable pour les OBV tandis que la participation des cégeps, des parcs et des autres organisations se maintient (figure 1).

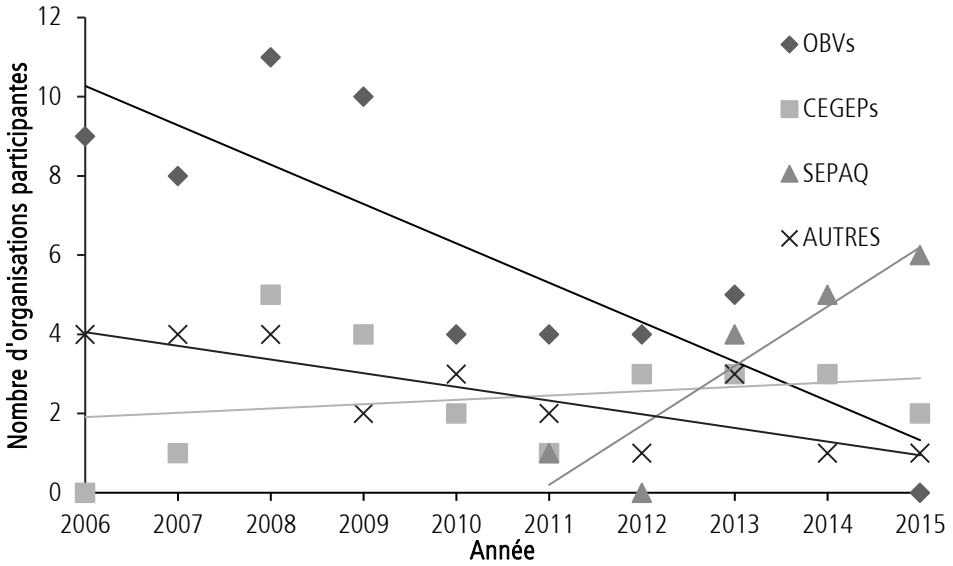


Figure 1 - Taux de participation annuelle à la formation dans le cadre du programme SurVol Benthos pour chaque type d'organisation de 2006 à 2015 (tirée de Thériault, 2017)

Éléments de discussion

- La participation des cégeps reste assez stable dans le temps, malgré une baisse en 2011et 2015 dans le nombre de techniciens et d'enseignants formés. Le fait que plusieurs aient déjà été formés les années antérieures explique cette légère baisse.
- Depuis 2011, année où les parcs ont intégré les protocoles de SurVol Benthos à leur suivi de l'intégrité biologique, la participation des techniciens a été en hausse. La participation des parcs à la formation devrait diminuer au fil des années, une grande majorité des techniciens ayant été formés pour les protocoles terrain. La participation des deux techniciens chargés de l'identification pour l'ensemble du réseau est à prévoir tous les cinq ans afin qu'ils renouvèlent leur certification.
- Un fort taux de participation des OBV est observé de 2006 à 2009. Durant cette période, le financement du FAQDD permettait d'offrir la formation gratuitement; aucun coût annuel n'était alors chargé aux adhérents. Toutefois, à partir de 2010, une baisse notable est observée dans le nombre d'OBV participant à la formation, ceci pouvant être expliqué par :
    - la formation de nombreux OBV dans les premières années du programme ;
    - les coûts de participation à la formation mis en place depuis 2011, qui varient de 100$ à 450$ selon le type de participation, ont été un frein à la participation.

b. Certification

Résultats

Au fil des années, une baisse est observable dans le nombre de participants à l'examen de certification (tableau 1). Ceci concorde avec le taux de participation à la formation.

Tableau 1 – Participation et taux de réussite aux examens de certification / recertification pour les années 2006-2015

Année	Nbre de participants à l'examen	Nbre de personnes certifiées	% de certification	Nbre de certifications renouvelées	Nbre de personnes recertifiées	% de recertification
2006	--	--	--	--	--	--
2007	18	9	50	--	--	--
2008	30	15	50	--	--	--
2009	30	19	63	--	--	--
2010	20	16	80	2	2	100
2011	7	4	57	--	2	--
2012	10	7	70	3	2	67
2013	19	11	58	2	2	100
2014	12	9	75	2	2	100
2015	2	2	100	1	1	100
Total	**148**	**92**	**67**	**10**	**11**	**93**

Le taux de certification s'est sensiblement amélioré au fil des années. D'autre part, bien que peu de personnes renouvellent leur certification, le taux de réussite est assez élevé (93% en moyenne).

Éléments de discussion

- Suite aux commentaires reçus des participants à la formation, le G3E et le Ministère ont veillé à améliorer les ateliers offerts, ce qui a pu contribuer à augmenter le taux de réussite de la certification. En effet, les formations en identification se sont ajustées au fur et à mesure selon les erreurs observées.
- Les résultats mettent en lumière toute la complexité et la difficulté de ces ateliers dédiés à la taxonomie. Bien que certaines années fassent exception, le nombre de participants semble avoir une influence sur le taux de réussite de l'examen. Lors des ateliers pratiques d'identification, le temps alloué aux participants par les formateurs semble être adéquat lorsque le groupe compte moins de 20 personnes. Idéalement, le ratio devrait être de 6 participants par formateur. Par contre, il faut également noter que la réussite de la certification est dépendante d'autres éléments tels l'intérêt, l'expérience et l'habileté des participants ainsi que la capacité des gens à travailler avec des clés d'identification.

c. Participation au programme SurVol Benthos

Résultats

Dans ce rapport, est considérée comme une organisation participante un organisme ayant réalisé une ou plusieurs stations de benthos. Ainsi, le nombre total d'organisations participantes est de 41, soit 17 OBV, 7 cégeps, 15 parcs de la SEPAQ et 2 organismes autres. De 2006 à 2011, la majorité des participants était des OBV. ; On dénote ensuite une forte baisse jusqu'en 2015. La participation des cégeps et des parcs quant à elle s'est avérée assez stable d'une année à l'autre (figure 2).

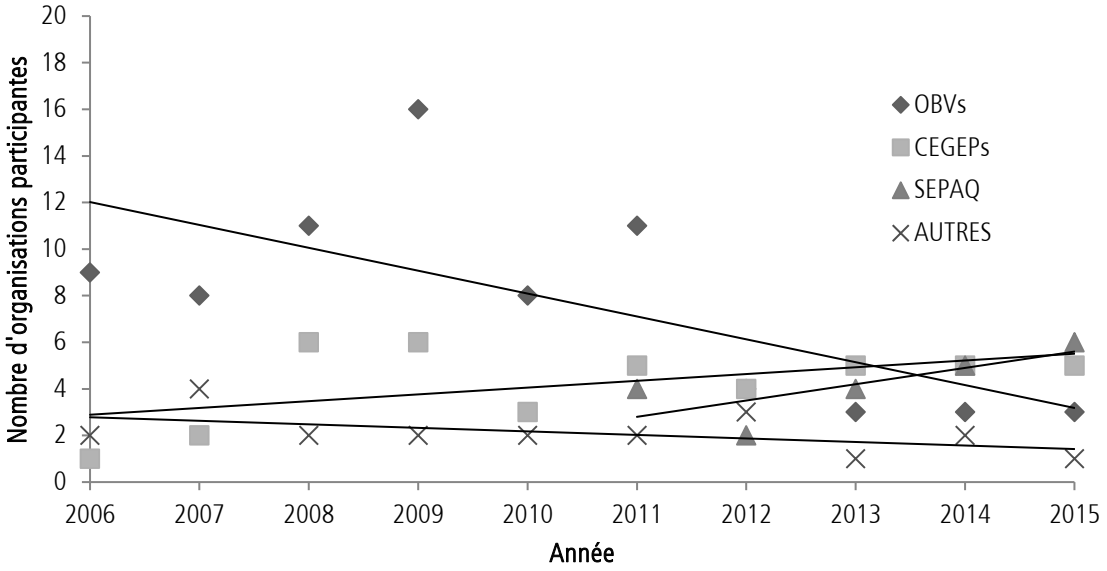


Figure 2 - Taux de participation annuelle au programme SurVol Benthos pour chaque type d'organisation de 2006 à 2015 (tirée de Thériault, 2017)

Éléments de discussion

- La réalisation de stations par des parcs est stable, le suivi de leurs stations triennal aidant. Tous les trois ans, chaque parc réalise le suivi de ses points d'échantillonnage.
- Le nombre de Cégeps réalisant des stations est également stable. Les enseignants intègrent le programme à leur cursus scolaire, surtout dans le cas des cégeps techniques. Celui-ci répond ainsi à des besoins concrets. Au fil des ans, les enseignants et les techniciens prennent de l'aisance dans la réalisation des sorties d'échantillonnage et des séances de laboratoire ; ils ont tendance à maintenir leurs activités dans le temps.
- Voici quelques raisons pouvant expliquer la baisse continue d'OBV réalisant des stations :
    - jusqu'en 2009, la gratuité de la participation à la formation a consolidé un fort lien d'appartenance au G3E et au programme. La présence des OBV aux formations était notable, ce qui pouvait notamment expliquer leur enthousiasme à l'idée de réaliser des stations de benthos. D'autre part, le G3E assurait un accompagnement et fournissait certains équipements spécialisés ;
    - à partir de 2010, marquant la fin du financement du FAQDD, le G3E a instauré un coût d'adhésion au programme. Cependant, pour les années 2010 et 2011, les OBV pouvaient être compensés pour la réalisation de stations par le Plan d'intervention détaillé sur les algues bleu-vert 2007-2017 du Gouvernement du Québec, amoindrissant ainsi l'impact financier de ce suivi ;
    - après 2011, l'échantillonnage ne pouvait plus cadrer dans ce plan d'intervention. Une forte baisse de participation a alors été notée ;

- depuis 2011, ce sont principalement les mêmes organisations qui réalisent le suivi de stations. Il serait intéressant de sonder ces OBV sur les raisons pour lesquelles ils participent d'année en année ;
- certains organismes de bassins versants ont réalisé le suivi de stations sans toutefois adhérer au programme SurVol. Par le fait même, les identifications des macroinvertébrés benthiques n'ont pas été validées et les données n'ont pas été compilées dans la base de données du G3E ;
- la mise en place d'un coût d'adhésion a probablement été un frein ;
- un atelier donné dans le cadre du Rendez-vous des OBV en 2015 nous a permis de constater que la pertinence de l'utilisation de bioindicateurs dans le suivi de la santé des cours d'eau n'était pas nécessairement bien comprise. En effet, plusieurs OBV ne voient pas l'utilité et la valeur ajoutée des bioindicateurs versus la qualité de l'eau.

d. Validation des stations d'échantillonnage

Résultats

256 échantillons ont été réalisés et envoyés au G3E à des fins de validation. Parmi ceux-ci, 33 ont été rejetés lors de la validation de l'identification et un autre suite à l'analyse de la base de données. Le pourcentage de rejet est donc assez faible (13%) (tableau 2).

Tableau 2 - Nombre et pourcentage de rejets d'échantillons dans le cadre du programme SurVol Benthos (2006-2015), en fonction du motif de rejet (tiré de Thériault, 2017)

Motifs	Échantillons rejetés	Échantillons rejetés (%)
Données insuffisantes (MIB)	10	29,5
Données incomplètes et non fiables	10	29,5
Erreurs d'identification	13	38
Environnemental (forte crue)	1	3
Total	**34**	**100**

Au final, 145 stations individuelles ont été retenues. Celles-ci sont réparties au niveau de 106 cours d'eau comptabilisant 222 échantillons distincts. Parmi ceux-ci, 44 ont été prélevés plus d'une année, soit de deux à six années consécutives.

Éléments de discussion

- Le pourcentage de rejet reste relativement faible mais près de 60% sont dus à des erreurs de méthodologie et de prise de données. La mise en place d'un protocole plus rigoureux pour la validation des rapports en ligne, autant pour le participant que pour le G3E, réduirait fort probablement ces erreurs.
- L'identification reste la partie où le plus grand taux de rejet a lieu (38%) ; démontrant ainsi toute l'importance qu'il faut accorder à ce volet durant la formation.
- La rétroaction est un élément important suite à la validation. Il serait donc important de développer un processus formel en ce sens.

e. Gestion

Contrairement aux autres points abordés dans le bilan organisationnel, la section sur la gestion ne comprend pas de résultats et d'éléments de discussion. La gestion étant un aspect difficilement quantifiable, et donc plus complexe à analyser, elle est traitée de manière distincte.

Le bilan de la première décennie du programme démontre que, malgré l'ampleur du travail et les ressources limitées au sein de l'organisme, le G3E a réussi à :

- Mettre en place le programme et son réseau provincial.
- Entretenir une étroite collaboration avec le MDDELCC.
- Développer des outils et des méthodologies essentiels au programme.
- Assurer un contrôle de qualité du programme.
- Promouvoir le programme.
- Adapter le programme à différents groupes cibles.

Cependant, le départ du coordonnateur de SurVol Benthos qui occupait ce poste depuis 10 ans (perte d'expertise) ainsi que la rédaction de l'essai de Thériault (2017) et du présent rapport ont mis en lumière certaines lacunes sur le plan de la logistique, lesquelles seront davantage discutées dans les recommandations.

Le manque de fonds (p.ex. : aucun financement statutaire, difficulté pour les participants d'assumer les frais d'adhésion, etc.) entraîne de réels problèmes, car les coûts inhérents à SurVol Benthos sont multiples :

- achat, entreposage, envoi et gestion du matériel ;
- validation des stations ;
- support des organisations participantes (questions sur le plan logistique, d'identification, etc.) ;
- diffusion et promotion du programme ;
- recherche de partenaires financiers pour en assurer la viabilité ;
- réalisation de rapports scientifiques et logistiques ;
- valorisation des données et du réseau ;
- gestion et diffusion des données (rapports en ligne, base de données, carte interactive, etc.) ;
- interprétation des données ;
- relations avec les partenaires ;
- gestion de base d'un programme provincial d'acquisition de données par des participants actifs à l'échelle du Québec ;
- coût de la réalisation de stations d'échantillonnage en soi par des organisations participantes.

L'absence d'un fonds récurrent pour assurer la logistique et la gestion du programme met en péril sa pérennité.

3.3. Recommandations

Après l'analyse des résultats et des éléments de discussion du bilan organisationnel et logistique, des recommandations peuvent être tirées afin de bonifier le programme. Dans un premier temps, nous reprenons les recommandations formulées lors du bilan 2006-2008 (G3E, 2010) afin de valider si ces dernières ont été prises en compte. Dans un deuxième temps, nous posons quelques recommandations à la lumière des résultats obtenus par l'essai de Thériault (2017).

a. Suivi des recommandations formulées lors du bilan 2006-2008 (G3E, 2010)

i. Poursuivre l'offre de formation

Bien qu'elle ait changé au cours des deux dernières années, la formation a été offerte chaque année et s'avère essentielle à la réussite du programme. Alors que l'identification occupe une partie importante de l'horaire, les ateliers entourant la logistique de la réalisation du programme ont quant à eux diminué au fil des ans, ayant pour impacts :

- une difficulté à définir une station de référence ;
- une mauvaise compréhension de ce qu'est un bioindicateur et des avantages à l'utiliser ;
- des envois non conformes des échantillons à valider ;
- une utilisation d'ancienne version de tableurs pour le calcul de l'indice, plutôt que l'utilisation de la base de données créée par le G3E dont le calcul de l'indice est à jour.

Pour les prochaines formations, tout en continuant à mettre l'accent sur le volet méthodologique et sur l'identification, il serait important de consacrer du temps à certains éléments dont :

- la logistique du programme (objectifs du programme, base de données, fonctionnement pour la validation) ;
- le choix des stations (références et testées) selon les objectifs des participants, la compréhension de ce qu'est une station de référence ;
- le bioindicateur MIB (les avantages d'utiliser les macroinvertébrés et l'utilité d'un tel suivi) ;
- la définition, par le participant, d'un objectif clair à son suivi afin de faciliter l'analyse des résultats obtenus.

Considérant le temps restreint de la formation annuelle, certains ateliers pourraient être réalisés en ligne, en préalable à la formation annuelle.

ii. Continuer l'accompagnement des organisations participantes

Au fil des ans, les accompagnements, moyennant un coût, ont été assumés en fonction des besoins et des demandes, et concernaient principalement le volet identification.

Pour les parcs et les OBV, bien que l'accompagnement d'une organisation étant à sa première participation soit pertinent, une formation adéquate et des outils de gestion clairs et faciles à utiliser peuvent palier à ce support plus personnalisé, et plus coûteux.

Cependant, dans le cas de stations réalisées avec des cégeps, nous recommandons un accompagnement tant sur le terrain qu'au laboratoire (ce dernier étant à privilégier lorsque les ressources sont limitées).

iii. Utiliser les nouvelles technologies / Élaborer une base de données

Le G3E a développé une base de données, un rapport en ligne et une carte interactive, des outils qui s'avèrent dorénavant indispensables à la gestion d'un programme d'acquisition de données comme SurVol Benthos. Après une dizaine d'années d'utilisation, le G3E coordonne actuellement une refonte complète de ces outils pour corriger des problèmes et des lacunes observés. Au terme de cette refonte, la base de données sera plus facile à utiliser par les organisations participantes, le processus de validation sera facilité, tout autant que les suivis et la logistique d'ensemble du programme.

iv. Concevoir un programme d'assurance et de contrôle de la qualité

Ce processus a été élaboré, mais il pourrait être raffiné pour inclure une validation du terrain, du tri et de la saisie de données. Une liste de points à cocher pourrait faciliter ce contrôle de qualité.

v. S'assurer de la qualité de l'identification

La majorité des recommandations émises en 2010 ont été suivies : lors de la formation, une attention particulière a été portée pour les ordres et les structures problématiques, les ateliers d'identification sont approfondis pour les anciens, etc. Toutefois, deux recommandations n'ont pas été complètement résolues, un effort sera donc investi en ce sens au cours de la prochaine année sur l'importance de :

- saisir adéquatement les résultats dans la base de données. L'essai de Thériault (2017) a identifié des problèmes dans la prise de données et la validité de certaines stations. La mise en place d'un contrôle de la qualité de la saisie des données se révèle essentielle et prioritaire ;
- trier un minimum de 200 macroinvertébrés benthiques pour chaque station. Dans les faits, 99% des stations des dernières années ont un minimum de 200 individus triés et identifiés. Cependant, l'essai de Thériault (2017) révèle un problème inverse à celui du début du programme ; plusieurs échantillons dépassent maintenant 300 individus, biaisant la valeur de l'indice en le surestimant (voir section 4.2). Considérant la complexité de construire un processus de raréfaction en parallèle à la base de données actuelle, il serait important de mettre en place des mesures réduisant le trop grand nombre d'individus identifiés pour une station. Des recommandations à ce sujet sont faites dans la section 4.2.

b. Nouvelles recommandations

i. Améliorer les outils de suivis des participants

L'ampleur de la gestion d'un réseau de surveillance provincial tel que SurVol Benthos reste un défi en soi. Le départ du coordonnateur de SurVol Benthos qui occupait ce poste depuis 10 ans (perte d'expertise), la vulnérabilité d'un programme géré par une seule personne ainsi que l'essai de Thériault (2017) ont dévoilé des lacunes dans la gestion et le suivi du programme et des participants : difficulté de ressortir certaines statistiques de participation, complexité au niveau de la gestion et de suivi des participants suite au départ du coordonnateur, transfert de l'expertise, outils éducatifs et scientifiques désuets encore utilisés, etc. En ce sens, il serait important d'accorder une importance particulière à la mise en place, à l'intérieur du G3E, d'un processus de gestion efficace du programme. La nouvelle base de données, qui devrait être finalisée à l'été 2017, apportera une aide considérable dans ce processus.

ii. Assurer le financement du programme

Les coûts fixés, tant pour la formation que pour l'adhésion, afin de permettre la survie du programme semblent être un frein à la participation, principalement pour les OBV. Sans nécessairement éliminer ces coûts, certaines mesures pourraient être envisagées telles que :

- Améliorer la compréhension de l'utilité des bioindicateurs dans le suivi de problématiques touchant les cours d'eau de leur territoire.
- Faire davantage les liens entre le programme et les Plans direction de l'eau (PDE) des OBV.
- Valoriser les avantages du programme SurVol Benthos, les outils en place, dont la base de données, ainsi que le travail du G3E.
- Réévaluer l'ensemble des coûts inhérents aux différentes étapes du programme et définir ces coûts selon des services rendus : identification de l'échantillon, validation de l'identification, accès à la base de données pour la saisie des résultats et l'obtention de l'indice, gestion du programme, etc.
- Déterminer les coûts exacts du programme SurVol Benthos, tant au niveau du G3E que pour les organisations participantes.
- Trouver un financement récurrent alloué uniquement à la gestion du programme;
- Développer une stratégie de diffusion et de partenariats pour aider au financement du réseau.

iii. Revoir les processus pour s'assurer de la qualité de l'identification

Le processus d'identification et la qualité de cette dernière sont des enjeux majeurs du programme. Ces enjeux sont d'autant plus complexes pour des OBV confrontés à un fort roulement de personnel. D'une part, les coûts investis pour former adéquatement une ressource sont un enjeu de taille. D'autre part, comme toute étude impliquant de l'identification, l'expertise de l'individu formé repose aussi sur son nombre d'heures de pratique. En ce sens, pour certains groupes participants ne faisant que quelques stations sur plusieurs années, l'identification reste un élément contraignant.

De plus, un équipement minimal (plateau de fractionnement, stéréomicroscope, etc.) est essentiel à l'identification, un achat qui n'est pas à la portée de tous les organismes participants.

La mise en place d'un groupe d'identificateurs possédant déjà une expertise dans le domaine et spécifiquement formés en ce sens, pourrait résoudre une partie de ce problème. Les organismes participants ne disposant pas des ressources humaines ou matérielles pourraient ainsi faire identifier leurs échantillons par l'une des personnes du groupe d'identificateurs, moyennant un coût.

Ce mode de fonctionnement augmenterait l'efficacité de l'identification et, parallèlement, le temps investi pour le processus de validation.

iv. Revoir les formations

Sans pouvoir établir de corrélation directe, il semble qu'un nombre restreint de personnes lors de la formation assure une meilleure réussite de la certification. Quelques recommandations pourraient être mises de l'avant telles que :

- Mettre en place un groupe d'identificateurs. Ce groupe restreint de personnes permettrait le maintien d'une expertise en taxonomie.
- Fixer un quota maximal de personnes par formateur. Considérant l'accès limité à des formateurs du MDDELCC et du G3E, il pourrait être envisagé de demander l'appui de personnes externes ayant une expertise dans l'identification (techniciens de la SEPAQ étant en charge de l'identification des échantillons des parcs, individus ayant une bonne expertise dans le domaine, etc.).
- S'assurer qu'un minimum de 2 employés du G3E aient une formation adéquate et soient certifiés pour l'identification afin de palier à tout départ ou indisponibilité de la personne ressource de SurVol Benthos.
- Revoir différents aspects liés à la logistique et aux terrains lors des prochaines formations. En effet, au fil des ans, ces volets ont été minimisés dans le cadre des formations : prise des coordonnées géographiques, nom du cours d'eau, importance des données de l'habitat, saisie dans la base de données, envoi des échantillons pour validation, etc. De plus, considérant le roulement de ressources humaines au sein des OBV, les outils de suivi sont essentiels.
- Donner certaines formations en ligne en préambule à la formation annuelle ou de façon ponctuelle selon les besoins et les sujets traités.

v. Processus d'assurance qualité pour l'ensemble des étapes du programme

Des efforts ont été investis dans la mise en place d'un processus d'assurance qualité et de contrôle de la qualité principalement au niveau de l'identification. Cependant, la réalisation de l'essai de Thériault (2017) et ce rapport ont permis de mettre en lumière certains manques au niveau des autres étapes que ce soit l'échantillonnage, la notation des données, le tri ainsi que la saisie des résultats dans la base de données. Ainsi, nous recommandons la mise en place d'un processus d'assurance qualité pour l'ensemble des étapes allant du choix de la station à la saisie des résultats dans la base de données. D'autre part, le processus de validation des échantillons et de rétroaction aux participants pourrait être bonifié. Une procédure à suivre devrait également être mise en place lorsqu'une organisation réalise plus d'une station et que celle validée n'est pas acceptée.

vi. Meilleure communication avec les participants

La mise en place d'un système de communication plus adéquat, autant entre le G3E et les participants qu'entre les participants eux-mêmes, permettrait de créer un sentiment d'appartenance au programme. À titre d'exemple, peu de liens sont actuellement faits entre les parcs et les OBV d'un même territoire. Certains outils et occasions pourraient être mis de l'avant tels que :

- la diffusion de bulletins internes;
- la participation à des évènements (rendez-vous des OBV, colloques et ateliers, etc.) pour favoriser le rapprochement entre les participants.



BILAN DE LA MÉTHODOLOGIE

4.1. Brève description de la méthodologie

Dans ce présent rapport, la méthodologie à suivre pour l'échantillonnage, le tri et l'identification des macroinvertébrés benthiques dans le cadre du programme SurVol Benthos est sommairement exposée. Le G3E réfère le lecteur au niveau 1 de complexité du Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier, (MDDEFP, 2013) pour une explication détaillée de celle-ci. Seul le calcul de l'indice SurVol Benthos (ISB_{SurVol}) est approfondi dans cette section.

a. Échantillonnage

Préalables à l'échantillonnage, le choix et la planification des stations de référence et de celles testées pour chaque rivière caractérisée, doivent être réfléchis. En effet, afin d'évaluer la dégradation ou non d'une station testée, il est suggéré de la comparer à une station de référence. Il s'agit d'une station où des communautés benthiques vivent dans des habitats comparables à la station testée, mais qui sont peu ou pas soumises à des agents stressant.

Suite au choix des stations, un repérage terrain est nécessaire afin de valider que les stations ciblées lors des recherches cartographiques répondent bien aux critères des cours d'eau recherchés (MDDEFP, 2013) par l'approche monohabitat, soit :

- un substrat grossier (gravier, galet, bloc) ;
- un petit cours d'eau marchable à écoulement rapide ;
- la présence de seuils et de rapides ;
- une superficie drainée en amont variant de 1 à 700 km^2 ;
- un ordre de Strahler variant de 1 à 4 ;
- une profondeur maximale de 1 mètre.

Le prélèvement des macroinvertébrés benthiques s'effectue préférablement à l'automne, aux mois de septembre et d'octobre (avant la chute des feuilles). Cette saison est privilégiée car on y trouve une plus grande richesse taxonomique et qu'elle reflète davantage les conditions estivales (MDDEFP, 2013). En effet, la saison estivale est la période au cours de laquelle les débits des cours d'eau atteignent de très bas niveaux et la température de l'eau est la plus élevée. Par conséquent, la composition physicochimique et la qualité bactériologique de l'eau sont plus susceptibles d'affecter la vie aquatique.

L'échantillonnage s'effectue de l'aval vers l'amont de la station, à l'aide d'un filet troubleau d'une largeur de 30 cm avec une maille d'ouverture de 600 µm. Pendant 30 secondes, une personne déloge les macroinvertébrés benthiques avec les mains, sous l'eau, sur une distance de 0,5 m en amont du filet troubleau, pendant que le collègue tient fermement le filet. À chaque un ou deux coups de filet, idéalement après chaque coup, le contenu du filet troubleau est vidé dans un seau à fond grillagé. Les débris collectés avec les macroinvertébrés peuvent grandement endommager ces derniers, ce qui complexifie l'identification par la suite (surtout pour les espèces fragiles comme les éphéméroptères). Lorsque les 20 coups de filet troubleau sont terminés et que leur contenu est entièrement vidé dans le seau à fond grillagé, les plus gros débris sont rincés puis retirés de l'échantillon.

L'échantillon est par la suite transféré dans des contenants et conservés dans de l'alcool à 95%. La quantité d'alcool doit être d'au moins 70 % en comparaison au volume d'eau et ce, pour garantir la conservation des macroinvertébrés benthiques jusqu'au tri et à l'identification. Le nom des stations est lisiblement écrit sur chacun des contenants et sur une étiquette ajoutée à l'intérieur même du contenant. Il est formé de quatre lettres désignant le nom de la rivière, du numéro de la station (deux chiffres) et de l'année en cours (deux chiffres). Par-exemple, la station FERR0216 correspond à la rivière Ferrée, la station no. 2 qui a été réalisée en 2016.

b. Tri et identification

Pour chaque station :

- nettoyage de l'échantillon sur un tamis de 600 µm ;
- rinçage à l'eau et étalement uniforme de l'échantillon sur la surface du plateau de fractionnement (24 cm x 30 cm). Ce dernier est séparé en 24 carrés d'une même superficie ;
- à l'aide d'une feuille de nombres aléatoires allant de 1 à 24, on réalise le choix d'un carreau qui sera trié et identifié;
- le plateau grillagé est sorti de l'eau et le matériel de ce carreau est isolé avec un emporte-pièce d'une grosseur de 6 cm x 6 cm. Le sous-échantillon est récolté et conservé dans un contenant auquel de l'eau est ajouté.

L'ensemble du carreau est par la suite transféré, petit par petit, dans un plateau Bogorov pour en observer le contenu sous une loupe binoculaire. Les macroinvertébrés benthiques trouvés sont retirés du plateau Bogorov et placés dans des plats de pétri avec séparations. Selon les connaissances du professionnel à l'œuvre, les macroinvertébrés benthiques peuvent être triés en fonction de leur ordre ou de leur famille, facilitant de beaucoup l'étape d'identification. Chaque plateau Bogorov est inspecté au moins deux fois, ou jusqu'à ce qu'un maximum de trois nouveaux individus soient trouvés. Il est nécessaire de trier autant de carreaux que nécessaire afin d'avoir un minimum de 200 macroinvertébrés benthiques à identifier pour chaque station. À noter qu'il est obligatoire de terminer le tri de chaque carreau même si le nombre de 200 individus est déjà atteint. C'est ce qui explique que, pour certaines stations, le nombre total de macroinvertébrés benthiques identifiés varie et dépasse parfois les 200 individus.

En utilisant la Clé d'identification visuelle des macroinvertébrés benthiques (G3E, 2015) et le Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec (Moisan, 2010), les spécimens sont regroupés et identifiés jusqu'à l'ordre, puis jusqu'à la famille pour la plupart[1]. Enfin, les individus de chaque taxon sont comptés et mis dans des flacons à scintillation remplis d'alcool.

[1] Pour l'indice SurVol Benthos, certaines familles plus difficiles à identifier sont regroupées. Par exemple, c'est le cas des éphéméridés et des polymitarcyidés, ces deux familles d'éphéméroptères forment le groupe 1.1

c. Indice de santé du benthos – variante volontaire (ISB_{SurVol})

La pollution d'un cours d'eau réduit généralement le nombre d'espèces ou la diversité de macroinvertébrés benthiques présents dans un milieu. En effet, seul un petit nombre d'espèces peut survivre dans un environnement pollué : ce sont des espèces tolérantes. Dans un tel milieu, on trouve donc un grand nombre d'individus provenant de peu d'espèces, tandis que dans un milieu sain, on trouve un nombre moyen d'individus, mais une grande diversité d'espèces. Comme des organismes sensibles et tolérants peuvent tous deux se retrouver dans des milieux sains, c'est donc l'absence des groupes sensibles et la présence des groupes tolérants qui indiquent que l'écosystème étudié subit un stress. Ces considérations constituent les bases de l'indice de santé du benthos - variante volontaire (ISB_{SurVol}) pour le programme SurVol Benthos.

La tolérance des macroinvertébrés benthiques à la pollution varie selon le niveau taxonomique visé (les ordres, les familles, les genres, etc.) ; alors que certains sont très sensibles aux agents stressants extérieurs, d'autres y sont plus tolérants. Une cote de tolérance à la pollution est ainsi associée à chaque groupe de macroinvertébrés benthiques. Cette cote se situe entre 0 et 10, 0 signifiant que l'individu est intolérant, et 10 qu'il est très tolérant. Ainsi, lorsque la majorité des individus identifiés pour une station ont une cote de 8 (très tolérant), cela peut signifier que le milieu étudié subit un stress notable. Au contraire, la caractérisation d'une station où la cote de la majorité des macroinvertébrés benthiques récoltés est de 3 (intolérant) tend plutôt à démontrer que le milieu est en santé.

L'ISB_{SurVol} est l'une des deux variantes issues de l'indice de base de santé du benthos pour les cours d'eau à substrat grossier (ISB_g) utilisé par le MDDELCC (MDDEFP, 2013). Cette variante volontaire de l'indice de base, est adaptée pour la surveillance volontaire, soit le niveau 1 d'identification présenté dans Moisan (2010). Lorsque cette variante volontaire de l'indice de santé du benthos est utilisée dans le cadre du programme SurVol Benthos, qui comporte une formation et une certification, l'indice porte l'appellation ISB_{SurVol}, sinon l'appellation est ISB_{vol} (MDDEFP, 2013). Les valeurs de référence de chaque variable ont été obtenues à partir des données de suivi du benthos acquises entre 2003 et 2008 par le MDDELCC sur le territoire des basses-terres du Saint-Laurent, du piémont appalachien et du piémont laurentien (tableau 3). Au préalable, le niveau taxonomique au genre de ces données a été ajusté au niveau 1 du guide (Moisan 2010). La corrélation entre les deux indices ISB_{SurVol} et ISB_g s'est avérée très élevée (R^2 : 0,98) avec une légère surestimation du niveau d'intégrité (L. Pelletier, communication personnelle, DGSEE 17 mai 2107). Suite à ce constat, il a été décidé d'établir seulement trois classes de qualité avec une valeur seuil de 75 au lieu de 72,7 (MDDEFP, 2013).

Tableau 3 - Valeurs de référence pour les variables ou les indices de l'ISB_{SurVol} (MDDEFP, 2013)

Variable ou indice (X)	Valeur de référence	Formule de standardisation
Nombre total de taxons	22	(X ÷ 22) x 100
Nombre de taxons EPT	13	(X ÷ 13) x 100
% EPT sans hydropsychidés	72,6	(X ÷ 72,6) x 100
% de chironomidés	4,1	[(100 – X) ÷ (100 – 4,1)] x 100
% des deux taxons dominants	32,7	[(100 – X) ÷ (100 – 32,7)] x 100
FBIv	3,03	[(10 – X) ÷ (10 – 3,03)] x 100

Les valeurs de référence de l'ISB_g et de ses variantes pourraient être ajustées si elles s'avéraient mal adaptées à certaines régions du Québec (MDDEFP, 2012a). L'indice pourrait alors avoir des variantes régionales. Une telle adaptation demande cependant d'avoir un jeu de données suffisantes issues de la région en question.

L'ISB_{SurVol} se calcule en tenant compte de six variables de la communauté.

1. Le nombre total de taxons, c'est-à-dire le nombre total de familles ou de regroupements de familles identifiés.
2. Le nombre total de taxons EPT, c'est-à-dire le nombre total de familles ou de regroupements de familles qui appartiennent aux ordres suivants : éphéméroptères, plécoptères, trichoptères (des familles généralement sensibles à la pollution).
3. Le pourcentage d'EPT, c'est-à-dire le pourcentage de l'abondance de ces taxons sur le nombre total de macroinvertébrés benthiques identifiés.
4. Le pourcentage de chironomidés (famille généralement plus tolérante), c'est-à-dire le pourcentage de l'abondance de ce taxon sur le nombre total de macroinvertébrés benthiques identifiés.
5. Le pourcentage des deux taxons dominants, c'est-à-dire le pourcentage de l'abondance des deux taxons comptant le plus grand nombre d'individus sur le nombre total de macroinvertébrés benthiques identifiés.
6. L'Indice Hilsenhoff, lequel repose sur les cotes de tolérance de chacun des macroinvertébrés benthiques triés et identifiés pour une station donnée. La tolérance des macroinvertébrés benthiques à la pollution varie selon les ordres et les familles; alors que certains sont très sensibles aux agents stressants extérieurs, d'autres sont plus tolérants. Une cote de tolérance à la pollution est ainsi associée à chaque groupe de macroinvertébrés benthiques. Cette cote se situe entre 0 et 10, 0 signifiant que l'individu est peu tolérant, et 10 qu'il est très tolérant.

   L'indice Hilsenhoff se calcule en multipliant le nombre d'individus du taxon Y (nY) par sa cote de tolérance (tY), que l'on divise ensuite par le nombre total de macroinvertébrés de l'échantillon (N). Plus le résultat de l'indice est élevé, plus le milieu à l'étude risque d'être touché par un agent stressant. En effet, plus les taxons tolérants à la pollution sont nombreux (cote de tolérance élevée), plus l'indice sera élevé. L'échelle des valeurs varie de 0 à 10.

   Calcul de l'indice Hilsenhoff : $\sum nY\ tY / N$

   Dans le cas de SurVol Benthos, puisque l'identification est de niveau 1 (identification à la famille et aux groupements de familles), l'indice Hilsenhoff utilisé est une variante qui porte l'appellation de FBIv. L'indice initial, le HBI, considère les cotes de tolérance au genre, nécessitant une identification plus poussée.

L'ISB_{SurVol} d'une station représente la moyenne des six variables sélectionnées, qui ont préalablement été standardisées avec des valeurs de référence sur une échelle commune de 0 à 100. Ainsi, l'ISB_{SurVol} varie de 0 à 100, 100 étant la meilleure intégrité.

Pour l'ISB_{SurVol}, trois classes d'intégrité (tableau 4) ont été établies : mauvaise (0 - 45), précaire (46 - 74) et bonne (75 - 100). Le seuil de bon état est atteint lorsque la valeur de l'indice est égale ou supérieure à 75.

Tableau 4 - Classes de qualité pour l'ISB_{SurVol} (MDDEFP, 2013)

0-45	46-74	75-100
Mauvaise	Précaire	Bonne

d. Indice de qualité de l'habitat (IQH) et indice de qualité de la bande riveraine (IQBR)

La qualité de l'habitat est intimement liée à la biodiversité de la faune benthique ; plus l'environnement du milieu caractérisé respecte les conditions optimales d'un espace en santé, plus les communautés du benthos établies dans ledit milieu tendent à être diversifiées et représentatives d'un environnement sain (plus forte présence d'espèces sensibles p. ex.). D'autre part, une bande riveraine en santé joue le rôle de tampon pour certains polluants, tout en limitant l'érosion et en fournissant des abris intéressants à la faune aquatique.

L'indice de qualité de l'habitat (IQH) de SurVol Benthos se base sur l'évaluation de dix paramètres adaptés de Barbour *et al.* (1999). La cote qui en résulte (valeur maximale de 30) permet de mettre en évidence les causes d'une dégradation de l'habitat (MDDEFP, 2013). Des données d'habitat sont prises pour chacune des stations, sur une distance de 100 m. Le G3E réfère le lecteur à la section 3.3 - Description de l'habitat, niveau 1 du Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier, 2013 – (MDDELCC, 2013) pour une explication détaillée des dix paramètres sur lesquels repose l'IQH.

L'indice de qualité de la bande riveraine (IQBR) est une adaptation de l'indice développé par Saint-Jacques et Richard (1998) et nous renseigne sur la condition écologique de l'habitat riverain (MDDEFP, 2013). Sa valeur maximale est de 100.

e. Base de données du G3E

L'ISB_{SurVol}, l'IQH et l'IQBR sont calculés via la base de données (BD) du G3E. Des rapports en ligne sont complétés dans la section réservée du site Internet de l'organisation. Les données issues du tri et de l'identification des macroinvertébrés benthiques sont compilées dans un chiffrier (individus par taxon), et l'indice est automatiquement calculé. L'ISB_{SurVol} et ses principales variables sont par la suite disponibles. Une fois les données vérifiées et validées, chaque station réalisée avec les protocoles de SurVol Benthos apparaît sur la carte interactive du G3E. L'IQH et l'IQBR sont également calculés dans cette base de données.

4.2 Résultats et discussions

L'ensemble des résultats présentés dans cette section sont tirés de l'essai de Thériault (2017). Nous vous en présentons les principaux résultats accompagnés d'une courte discussion.

a. Raréfaction

Résultats

Comme mentionné précédemment, les valeurs de référence utilisées pour élaborer l'ISB_{SurVol} ont été calibrées en se basant sur une abondance de 200 individus. Dans le cas des stations où l'abondance est plus élevée (où un nombre plus élevé que 200 individus a été trié et identifié), un processus de raréfaction est recommandé dans le guide de surveillance pour recalculer l'abondance des taxons pour chacun des échantillons afin de la ramener à 200 organismes. Elle permet ainsi d'optimiser la comparaison des variables associées à la richesse taxonomique (MDDEFP, 2013). Or, contrairement au MDDELCC qui utilise les données raréfiées dans le calcul de l'indice, l'ISB_{SurVol} calculé dans la base de données du G3E est réalisé à partir des données brutes. En tenant compte d'une différence de plus ou moins 40 individus (recommandation dans le guide de surveillance), 60% des 222 stations échantillonnées depuis 2006 dans le cadre de SurVol Benthos avaient plus de 240 individus. Afin d'évaluer l'impact que peut avoir un nombre plus élevé d'individus sur l'indice calculé, une raréfaction des données de SurVol Benthos a été réalisée par le MDDELCC (figure 3). Avec un nombre d'individus qui varie de 202 à 240, on constate que la surestimation est généralement inférieure à 5 unités ; mais dépassé 260 individus, la surestimation augmente et peut même aller jusqu'à 14 unités. Considérant que l'ISB_{SurVol} (raréfié) surestime légèrement le niveau d'intégrité par rapport à l'ISB_g, cette surestimation pourrait être amplifiée.

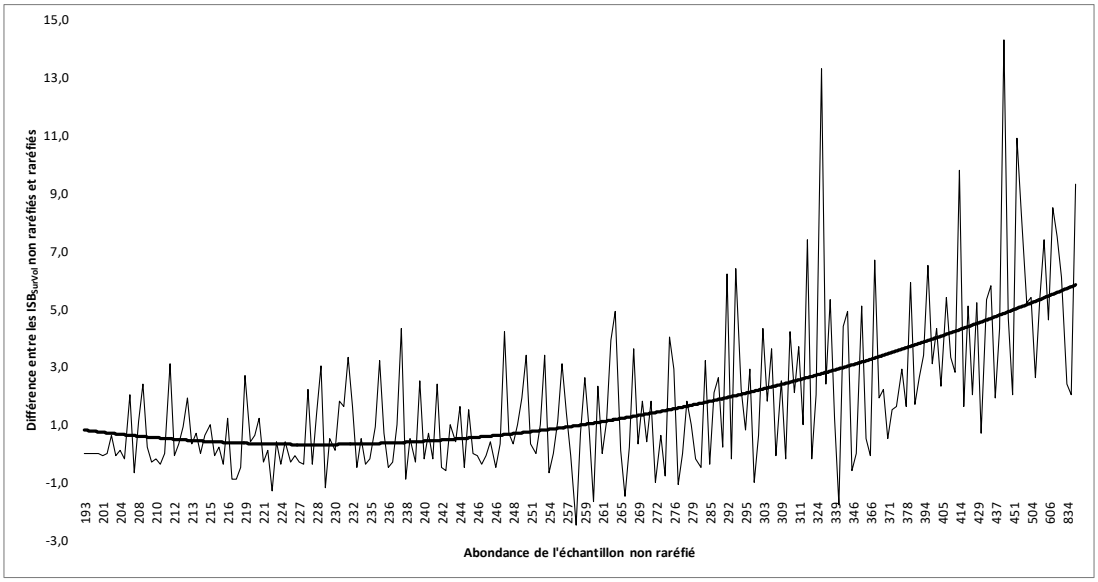


Figure 3 - Relation entre l'abondance des MIB des échantillons non raréfiés en fonction de la différence entre les valeurs de l'ISB_{SurVol} obtenues à partir des données non raréfiées et raréfiées à 200 (tirée de Thériault, 2017)

Le tableau 5 compare les valeurs de l'ISB_{SurVol} obtenues à partir des données non raréfiées et raréfiées en fonction de leurs classes de qualité. Suite à l'application de cette procédure, 18 échantillons évalués avec l'ISB_{SurVol} (données non raréfiées) ont migré dans une classe de qualité inférieure.

Tableau 5 - Nombre et pourcentage d'échantillons dans chaque classe de qualité pour l'ISB_{SurVol} issus des données non raréfiées et raréfiées (tiré de Thériault, 2017)

Classe	ISB non raréfié	ISB non raréfié (%)	ISB raréfié	ISB raréfié (%)
Bonne	117	52,7	104	46,8
Précaire	92	41,4	100	45,0
Mauvaise	13	5,9	18	8,1

- IMPORTANT -

Prendre note que les données utilisées pour la suite de ce rapport sont celles raréfiées

Éléments de discussion

- L'utilisation de données non raréfiées pour calculer l'indice surestime généralement ce dernier, et par le fait même le niveau d'intégrité. Cette surestimation est plus marquée avec des abondances supérieures à 260 individus.
- Les données raréfiées à 200 organismes doivent être conservées dans une banque de données qui leur est propre pour assurer la constance des résultats du calcul des variables de l'indice.
- Le développement d'une telle base de données en parallèle à celle actuellement en place au G3E serait un processus complexe, exigeant en temps et en ressources humaines. Il serait donc difficile que l'indice raréfié apparaisse automatiquement dans les fiches bilans des stations réalisées dans le cadre de SurVol Benthos.
- Tel que mentionné précédemment, puisque l'ISB_{SuVol} surestime déjà l'intégrité biotique des cours d'eau par rapport à celle de l'indice de base ISB_g du MDDELCC, il est souhaitable de raréfier les données lorsque l'abondance de MIB est supérieure à 240. Sinon, l'écart entre les valeurs de l'ISB_{SurVol} et l'ISB_g sera augmenté, et donc également la surestimation de l'intégrité biotique d'un cours d'eau.

b. Validation du nom des cours d'eau et des stations

Résultats

L'essai de Thériault (2017) a mis en lumière certaines disparités dans le nom des cours d'eau : mauvaise appellation, inversion du nom, traduction du nom, etc. (tableau 6). Actuellement, chaque responsable d'organisation participante est libre de nommer le cours d'eau qu'il échantillonne et d'entrer cette information dans la base de données du G3E.

Tableau 6 – Exemples de problématiques reliées au nom du cours d'eau ressorties dans l'essai de Thériault (2017)

Nom dans la BD du G3E	Nom officiel devant être utilisé	Type d'erreurs
Rivière Nadeau	Nadeau, rivière	Inversion
Rivière du Golf	Peuvret, Ruisseau	Mauvais nom
Rivière Rouge	Rouge, ruisseau	Mauvais type de plan d'eau
Rivière aux Rats-Musqués	Muskrat, Rivière	Traduction
Cours d'eau Walsh	Walsh, Cours d'eau	Type de plan d'eau non spécifié

D'autre part, Thériault (2017) a également constaté que deux stations ou plus sur un même cours d'eau, portaient exactement le même nom, malgré qu'elles aient des coordonnées géographiques différentes. Par exemple, deux stations s'intitulaient JAUN04 mais dans les faits, elles avaient des coordonnées géographiques différentes et l'une d'elles aurait dû se nommer JAUN05.

Éléments de discussion

- Le fait qu'un même cours d'eau puisse avoir plusieurs noms différents peut causer des problèmes lors de certaines analyses et biaiser le nombre réel de cours d'eau touchés par le programme.
- Un même nom pour deux stations différentes et à l'inverse, une même station portant deux noms différents faussent les comparaisons annuelles et interannuelles.
- La vérification de la conformité des noms est un travail assez complexe à réaliser à postériori.

c. Validation des coordonnées géographiques des stations

Résultats

L'essai de Thériault (2017) a fait ressortir certains problèmes au niveau du positionnement des stations. Compte-tenu que plusieurs stations sont échantillonnées année après année, il serait normal de penser que les coordonnées de ces dites stations soient les mêmes. Dans les faits, en validant les données, la grande majorité des stations faites annuellement avaient très rarement les mêmes coordonnées, malgré le fait qu'elles portaient le même nom.

Éléments de discussion

- Même s'il semble logique de penser qu'une station faite sur une base annuelle doive avoir exactement les mêmes coordonnées, à aucun moment des processus ont été mis en place pour s'assurer de cette conformité (p. ex. : rien n'est mentionné dans les formations, les protocoles terrain, la base de données). Dans les faits, il est demandé à l'organisation, à même les fiches terrain, de prendre les coordonnées géographiques de chaque échantillonnage. Dans le cas où une organisation retourne échantillonner une station déjà suivie par le passé, à aucun endroit il est mentionné dans la documentation d'aller exactement aux mêmes coordonnées géographiques et surtout de ne pas prendre de nouvelles coordonnées sauf pour des raisons exceptionnelles qui nécessitent un déplacement significatif de cette station.

- Un travail colossal a donc été fait dans le cadre de l'essai de Thériault (2017) afin d'octroyer une seule coordonnée géographique par station qu'importe l'année d'échantillonnage. Cet exercice était nécessaire avant d'effectuer toute comparaison de résultats.

4.3. Recommandations

a. Suivi des recommandations formulées lors du bilan 2006-2008 (G3E, 2010)

i. Trier un minimum de 200 macroinvertébrés

Au cours des premières années de SurVol Benthos, certaines stations ont été rejetées puisque le nombre minimal de 200 individus n'était pas respecté. De façon générale, le nombre minimal de macroinvertébrés nécessaire au calcul de l'indice est maintenant respecté. Peu de stations dans les dernières années ont été rejetées par manque d'individus.

b. Nouvelles recommandations

i. Viser un nombre de 200 à 240 organismes identifiables

Comme le démontre le point 4.2.a, l'ISB_{SurVol} calculé en tenant compte d'un grand nombre d'individus surestime généralement l'indice. Quelques mesures pourraient être prises afin de diminuer le nombre de macroinvertébrés identifiés sans toutefois mettre en place une base de données parallèle hébergeant les données raréfiées.

- Présentement, seul un emporte-pièce de 6 cm x 6 cm est utilisé pour sortir un sous-échantillonnage lors du fractionnement. Si pour une station, un deuxième sous-échantillonnage est requis, l'utilisation d'un emporte-pièce plus petit (3 cm x 3 cm) ou d'une pièce pouvant séparer en quatre parties égales l'emporte-pièce de 6 cm x 6 cm est recommandée.
- Pour des stations échantillonnées annuellement, pour lesquelles une grande abondance avait été notée les années passées, débuter le sous-échantillonnage avec le plus petit emporte-pièce (3 cm x 3 cm).
- Bien que très subjective comme recommandation, après avoir étalé l'échantillon dans le fractionneur, il serait important de faire une première évaluation à l'œil de la quantité d'individus afin d'utiliser la grosseur d'emporte-pièce la plus adéquate, minimisant ainsi l'identification d'un trop grand nombre d'individus.

ii. S'assurer d'une uniformité dans le nom des cours d'eau et des stations

Considérant les biais que peuvent amener des erreurs au niveau de l'appellation des cours d'eau et des stations, il serait important de prévoir des mesures pour s'assurer d'une uniformité dans cette étape.

- Développer une fiche de vérification s'adressant aux participants afin de valider les informations de base servant à identifier la station.
- Référer le responsable de la station à la Commission de toponymie du Québec pour qu'il s'assure de la bonne appellation de son cours d'eau.
- Valider le choix du nom du cours d'eau et de la station lors de la validation de la station par le G3E.
- S'assurer qu'aucune autre station réalisée sur un cours d'eau ne porte déjà le nom choisi par l'organisation participante.

iii. S'assurer de la concordance au niveau des coordonnées géographiques des stations

Afin de pallier à ce problème, quelques mesures pourraient être mises en place afin d'éviter cette situation à l'avenir.

- Former adéquatement les organisations participantes au niveau des informations générales à saisir pour chaque station et leur importance.
- S'assurer que la personne responsable de SurVol Benthos dans un organisme connaisse l'emplacement des stations réalisées jusqu'à présent, et ce en raison du roulement du personnel dans certains organismes.
- Développer une fiche précisant certaines modalités à suivre lors de la réalisation d'une station SurVol. Cette fiche assurera pour une station pluriannuelle que l'échantillonnage soit réalisé exactement au même endroit (mêmes coordonnées).
- Instaurer, à même la base de données, un processus permettant à une organisation de choisir un nom de station déjà saisie dont les coordonnées sont validées.



BILAN DES RÉSULTATS

5.1 Présentation de la couverture spatiale des stations échantillonnées de 2006 à 2015

La figure 4 présente la répartition des 145 stations individuelles échantillonnées de 2006 à 2015 sur 106 rivières peu profondes à substrat grossier. Ces 145 stations comptabilisant un total de 222 échantillons (certaines de ces stations ont été échantillonnées plus d'une année). Elles sont dispersées dans 25 zones de gestion intégrée de l'eau par bassin versant (ZGIEBV), et dans 46 bassins versants différents. Trente-cinq stations se situent sur le territoire d'un parc de la SEPAQ.

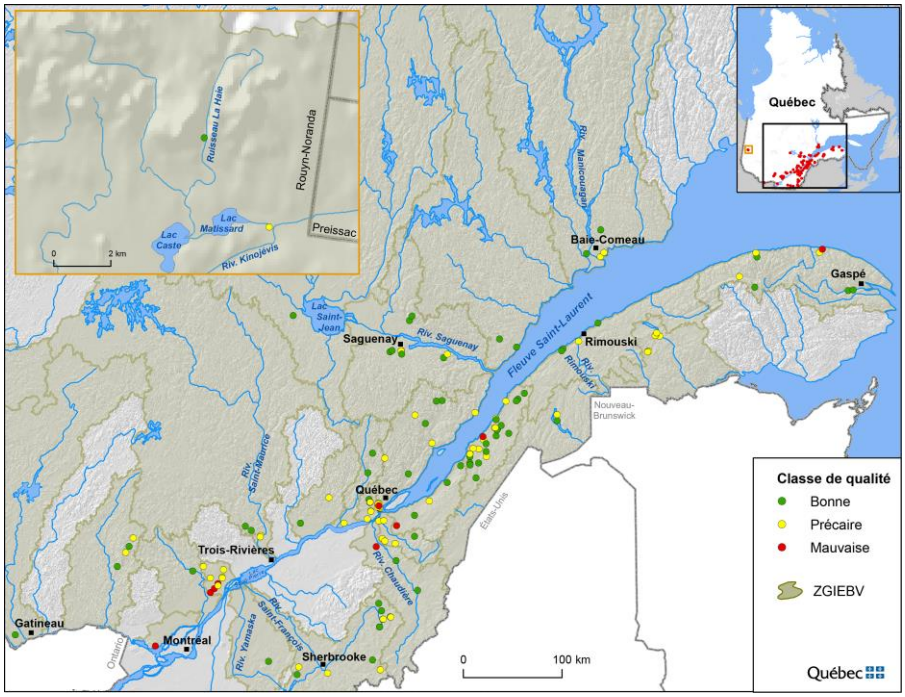


Figure 4 – Localisation des stations d'échantillonnage SurVol Benthos (2006-2015)

La figure 5 présente le suivi des macroinvertébrés benthiques réalisé par le MDDELCC. Entre 2003 et 2015, 115 stations ont été échantillonnées dans les cours d'eau à substrat grossier.

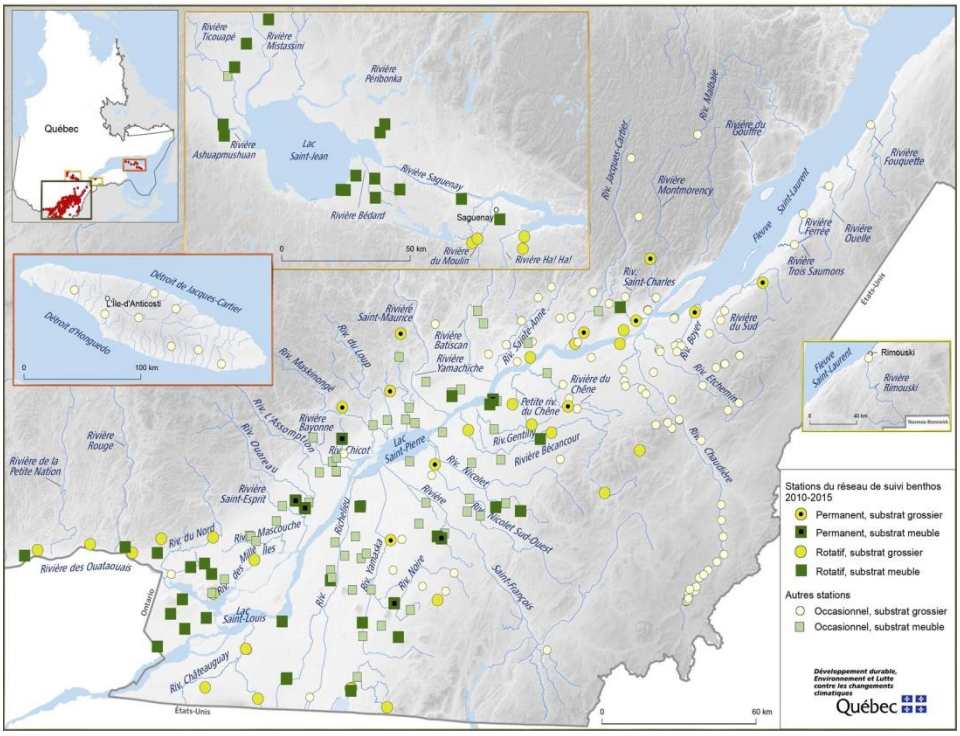


Figure 5 – Localisation des stations d'échantillonnage du MDDELCC (2003-2015). Tirée de http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/suivi_mil-aqua/cartes/benthos_allege_suivi.pdf

5.2 Résultats et discussions

L'ensemble des résultats présentés dans cette section sont tirés de l'essai de Thériault (2017). Nous vous en présentons les principaux résultats accompagnés d'une courte discussion.

De façon générale, les analyses réalisées dans le cadre de cet essai ont permis de faire ressortir des divergences quant au choix des objectifs selon les organisations participantes. Les OBV choisissent à priori une station de référence et par la suite, des stations avec des problématiques particulières de leur bassin versant. Dans le cas des parcs de la SEPAQ, le choix de la station de référence diffère de ce qui est prescrit dans la méthodologie. L'objectif du programme de suivi de l'intégrité écologique de la SEPAQ est de déterminer si le niveau d'intégrité écologique s'est modifié avec le temps, le niveau de référence dans ce cas-ci étant la situation qui prévalait au début des suivis (SEPAQ, 2011). Cette disparité dans les objectifs et le choix des stations selon l'organisation participante a rendu l'analyse plus complexe.

a. Couverture spatiale des stations SurVol Benthos

Résultats

71% des 222 échantillons ont été prélevés dans deux provinces naturelles, soient les Appalaches (93 échantillons) et les basses-terres du Saint-Laurent (65 échantillons). Les autres échantillons se répartissent dans les basses-terres de l'Abitibi (2 échantillons), les Laurentides centrales (23 échantillons) et les Laurentides méridionales (39 échantillons).

Éléments de discussion

SurVol Benthos a permis de :

- Étendre la couverture spatiale du suivi du benthos au niveau provincial par l'acquisition de données dans le Bas Saint-Laurent, la Gaspésie, l'Abitibi, le Témiscamingue et la Côte-Nord (voir figures 4 et 5).
- Augmenter les connaissances sur la santé globale des petits cours d'eau de la province par l'ajout de 145 stations aux 115 stations du MDDELCC.
- Mettre en évidence la pertinence et l'apport d'un programme de science citoyenne pour le suivi de la santé des petits cours d'eau.

Il y a actuellement peu de stations SurVol Benthos réalisées au Centre du Québec et en Montérégie, les cours d'eau de ces régions étant surtout constitués de substrat meuble. En effet, le protocole d'échantillonnage volontaire n'est pas adapté à l'approche multihabitats du MDDELCC pour les cours d'eau à substrat meuble (Moisan et Pelletier, 2011, MDDEFP, 2012b).

b. Portrait global de l'intégrité biologique des cours d'eau échantillonnés dans le cadre de SurVol Benthos (2006-2015)

Résultats

Les valeurs de l'ISB_{SurVol} obtenues aux 222 stations se répartissent majoritairement dans les classes de qualité « bonne » et « précaire », dans des proportions respectives de 46,8% et 45,0%. Les stations de mauvaise qualité représentent moins de 10 % de l'ensemble des stations (tableau 7).

Tableau 7 - Taux de distribution des classes de qualité pour l'ISB_{SurVol} des stations d'échantillonnage (2006-2015)

Classe de qualité	Nombre de stations	Taux de distribution (%)
Bonne	104	46,8
Précaire	100	45,0
Mauvaise	18	8,1

À une exception près, les stations de mauvaise qualité se trouvent toutes dans la province naturelle des basses-terres du Saint-Laurent (Figure 6). La province naturelle des basses-terres de l'Abitibi comporte un nombre insuffisant de stations (n=2) pour dresser un portrait de la qualité globale des cours d'eau de cette région.

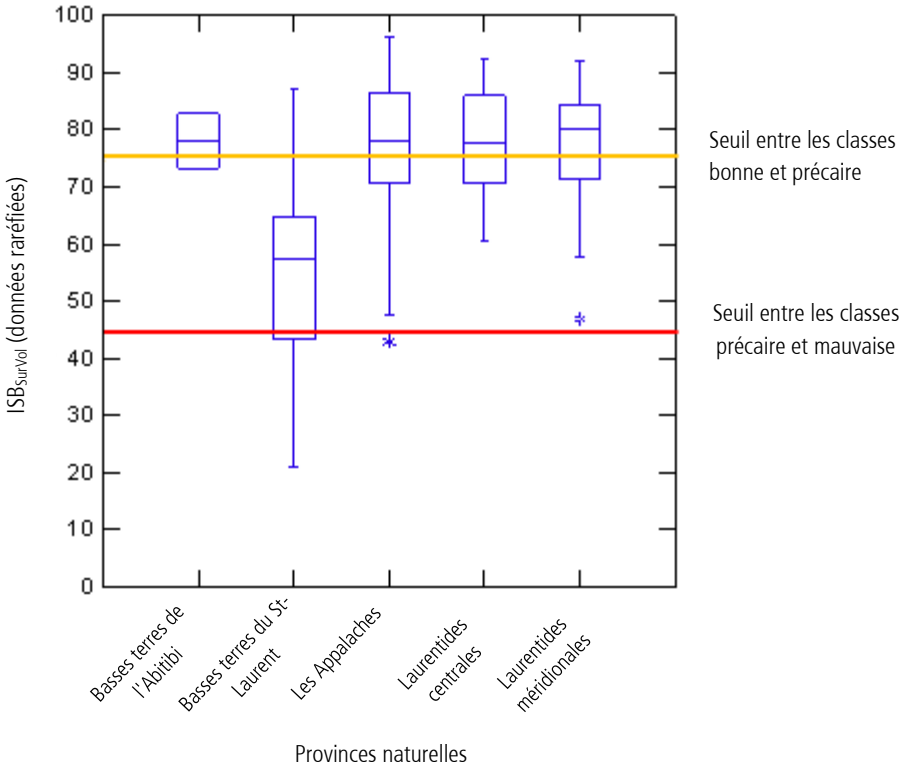
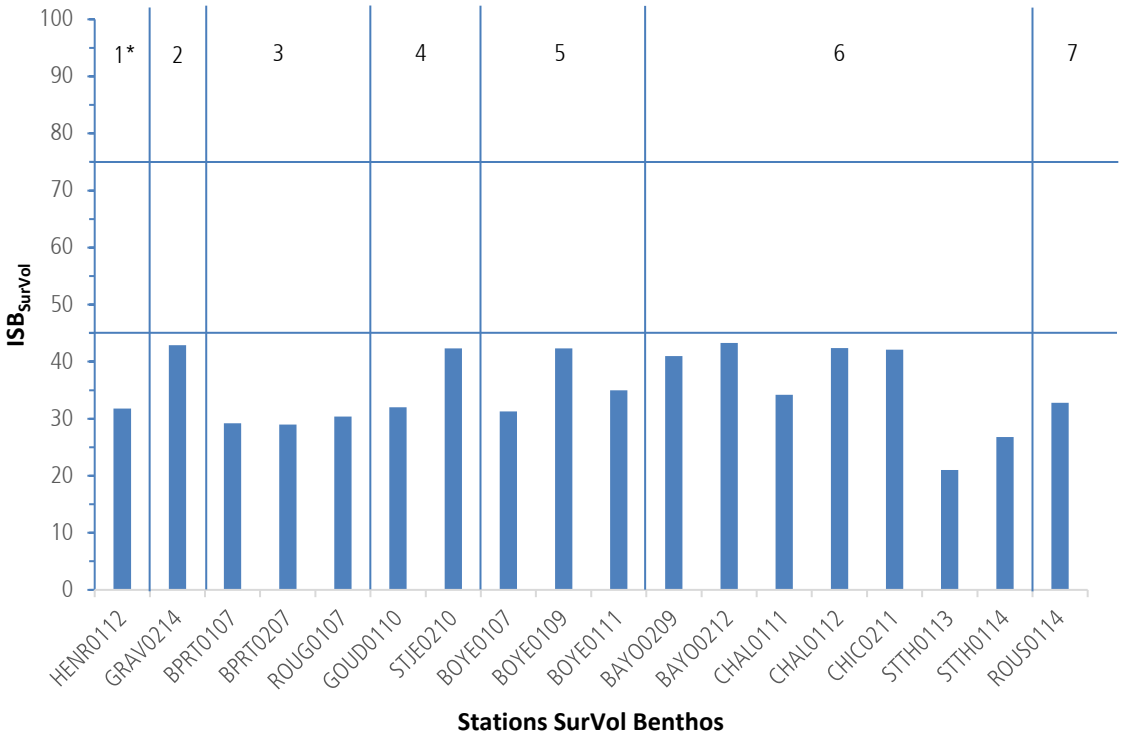


Figure 6 - Distribution des valeurs de l'ISB_{SurVol} des stations échantillonnées entre 2006 et 2015 en fonction des provinces naturelles

La figure 4 permet de constater qu'un grand nombre des stations dégradées (de précaire à mauvaise) se situent dans la zone de gestion intégrée de l'eau par bassins versants (ZGIEBV) de la Bayonne, sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec ainsi qu'en aval des bassins versants situés dans la région de Chaudière-Appalaches.

Les stations de mauvaise qualité se trouvent plus spécifiquement dans les ZGIEBV de la Chaudière, de la Bayonne, de la Capitale, de la Côte-du-Sud, de Kamouraska, L'Islet, Rivière-du-Loup et des Mille-Îles (figure 7). Bien que surprenant, une station se retrouve également dans la ZGIEBV de la Gaspésie-Nord. Un rapport de caractérisation réalisé par le Conseil du Nord de la Gaspésie (Ratté, 2016) met la lumière sur les causes possibles de la cote de la station (ISB_{SurVol} = 42,9). La station GRAV0214 se situe en aval de résidences isolées et de zones agricoles ; des problématiques de rejets et de fosses septiques non conformes ont été notées. En comparaison, la station GRAV0114, située en amont de ces perturbations anthropiques, obtient un indice de 73,5.



* 1. Chaudière | 2. Gaspésie-Nord | 3. Capitale | 4. Kamouraska, L'Islet, Rivière-du-Loup | 5. Boyer | 6. Bayonne | 7. Mille-Îles

Figure 7 - ISB_{SurVol} des stations d'échantillonnage de mauvaise qualité (< 45) regroupées par zones de gestion intégrée de l'eau par bassin versant (ZGIEBV)

Les milieux agricole et anthropique (principalement urbain) occupent une portion importante du territoire de ces ZGIEBV (tableau 8) d'autant plus que les stations se localisent principalement dans ces milieux perturbés (Figure 4).

Tableau 8 – Occupation du territoire des ZGIEBV dans lesquelles se situent les stations de mauvaise qualité

ZGIBV	Milieu forestier	Milieu agricole	Milieu anthropique	Milieu humide	Autres
Bayonne	38,3	50,21	7,89	2,34	1,27
Capitale	49,93	8,65	38,21	1,64	2,57
Chaudière	65,42	20,07	3,77	5,96	4,78
Côte-du-Sud	61,35	27,38	3,43	3,61	4,23
Kamouraska-L'Islet, du Loup	59,42	21,33	4,1	6,86	8,28
Mille-Îles	24,85	43,67	24,27	2,58	4,63

Dans le cadre de l'étude réalisée par le MDDEFP (2012a), les rivières Boyer et Beauport ont été échantillonnées. Il est intéressant de noter la similitude entre les résultats obtenus dans cette étude et ceux obtenus dans le cadre de SurVol Benthos pour des stations se situant dans le même secteur. Des résultats similaires sont notés pour la station du ruisseau Rousse également échantillonné par le MDDELCC en 2011.

Les stations de la ZGIEBV de la Capitale sont les seules situées dans un milieu fortement urbanisé (plus de 36%) tandis que celles de la ZGIEBV Côte-du-Sud sont un exemple intéressant de stations en milieu agricole. Prenons l'exemple des stations de la rivière Beauport (BPRT01 et 02) et de la rivière Boyer (BOYE01). Comme dans l'étude du ministère, les communautés benthiques de ces stations sont en mauvaise état. De plus, tant pour les stations de la rivière Beauport que celles de la rivière Boyer, l'IQH ainsi l'IQBR montrent des stations en bon état (tableau 9). Rappelons que l'évaluation de l'IQH ainsi l'IQBR est réalisée à la station, sur une distance de 100 mètres soulignant probablement l'impact de l'utilisation du territoire à plus grande échelle.

Tableau 9 – ISB_{SurVol}, IQH et IQBR pour des stations des rivières Beauport et Boyer ainsi que le ruisseau Rousse

	BPRT0107	BPRT0207	BOYE0107	BOYE0109	BOYE0111	ROUS0114
ISB_{SurVol}	29,2	29	31,3	42,3	35	32,8
Nombre total de taxons	7	6	10	11	15	3
Nombre de taxons EPT	2	2	4	4	9	1
% EPT sans hydropsychidés	1,6	3,3	5,2	4,9	16,5	0
% de chironomidés	14	7,3	73,8	45,6	74,7	13,3
% des deux taxons dominants	93,4	94,4	80	60,7	82,1	92
FBIv	7,74	7,7	6,77	5,79	6,74	4,85
IQH (sur 30)	25	19,5	25	20,5	26	20,5
IQBR (sur 100)	79,4	85,2	69	76,4	74,3	73

Dans le cas des stations de la rivière Beauport, les communautés benthiques ont une faible diversité et on y trouve que deux taxons EPT. Les oligochètes, très tolérants à la pollution, dominent dans les deux stations. Ce constat va dans le même sens que l'étude du ministère (MDDEFP, 2012a) et confirme qu'au-delà du niveau d'urbanisation de 10 à 20 %, les répercussions sur l'intégrité biotique sont importantes (Wang et collab., 1997). En effet, ce cours d'eau draine un territoire fortement urbanisé et imperméabilisé où les sources de contamination sont multiples (apports urbains, usines, terrains de golf, carrières, etc.). D'autre part, la forêt en tête de bassin n'occupe que 40% du territoire (MDDEP, 2012 ; MDDEFP, 2012a). La bande riveraine perd plusieurs de ses fonctions dues à des pollutions ponctuelles (Saint-Jacques et Richard, 1998) auxquelles sont soumises ces deux stations. Le territoire fortement imperméabilisé influence le débit de la rivière (MDDEFP, 2013) et les fortes pluies en gonflent immédiatement le débit (CVRB, 2006). Dans sa revue de littérature, Grenier (2014) note que les inondations et les crues jouent un rôle important pour déterminer la structure des communautés de macroinvertébrés.

Les cours d'eau qui subissent des crues régulières, tels que la rivière Beauport, sont caractérisés par des taxons davantage tolérants aux perturbations. Ces taxons opportunistes ont des temps de génération courts, une maturation rapide, une grande mobilité et des adaptations comportementales caractéristiques des milieux fréquemment perturbés. Les cours d'eau affectés par des crues récurrentes sont caractérisés par des taxons immatures et pionniers (Grenier, 2014).

Dans le cas des stations de la rivière Boyer, bien que la diversité soit plus grande que dans celles de la rivière Beauport, les chironomidés, taxon tolérant, dominent dans les trois stations. À la station du ruisseau Rousse, réalisée par un parc de la SÉPAQ, le territoire est dominé à 43,67% par l'agriculture, principalement de l'agriculture maraîchère et de la pomiculture. Les communautés benthiques ont une très faible diversité (3 taxons), les hydropsychidés dominent et les taxons EPT (excluant les hydropsychidés) sont absents. Comme pour les stations de la rivière Boyer, l'habitat est relativement bon. Les insecticides, les pesticides et les engrais utilisés en milieu agricole pourraient expliquer la faible valeur de l'ISB_{SurVol} (Giroux, 2014).

Éléments de discussion

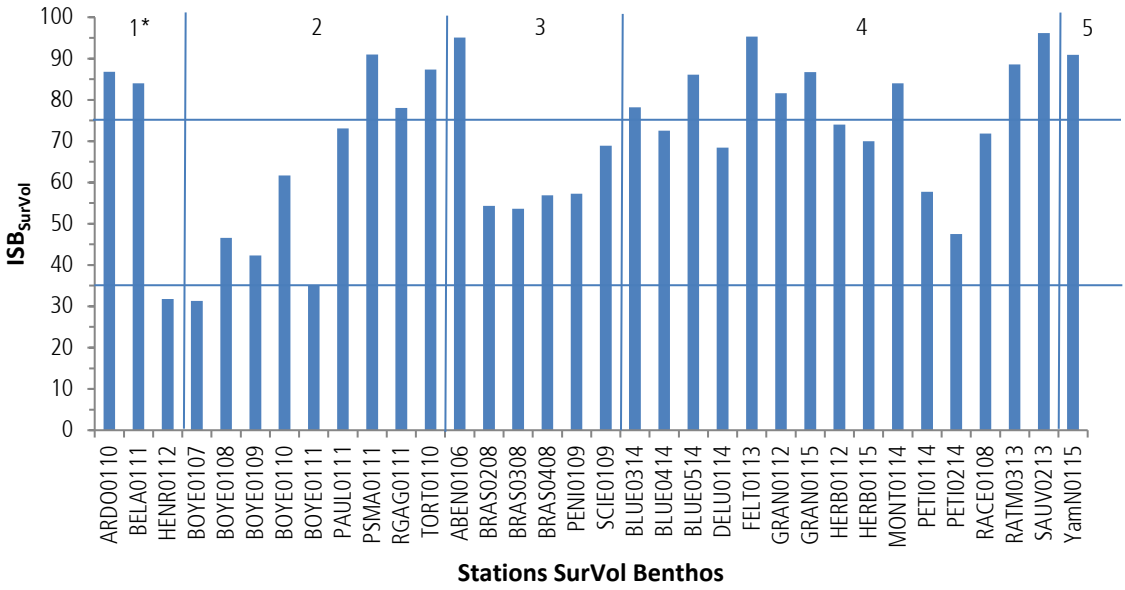
- Les résultats obtenus suite à l'échantillonnage des stations tendent à démontrer l'impact négatif de l'agriculture et de l'urbanisation sur l'intégrité biotique des cours d'eau. Ces activités anthropiques sont en effet importantes dans les ZGIEBV dans lesquelles se trouvent les 18 stations de mauvaise qualité.
- Certaines provinces naturelles sont peu ou pas couvertes par un suivi malgré la présence d'organismes de bassins versants. Notons, entre autres, les basses-terres de l'Abitibi ainsi que le plateau de la Basse-Côte-Nord.
- 47% des stations ont un ISB_{SurVol} qui se classe dans la catégorie « bonne ». Étant donné que le but premier d'un OBV participant à SurVol était d'identifier une station de référence, ceci explique ce pourcentage. À cet effet, l'essai de Thériault (2017) montre que dans chacune des ZGIEBV, se trouve au moins une station de bonne qualité, laquelle peut être considérée comme une station de référence.

c. Exemple de comparaisons de stations situées dans la zone de gestion intégrée de l'eau du bassin versant Saint-François

Résultats

L'objectif est de présenter le portrait d'une zone de gestion et l'intérêt d'un partage des données. Pour l'analyse plus détaillée de chacune des zones touchées par le programme SurVol Benthos, nous référons le lecteur à l'essai de Thériault (2017).

Prenons l'exemple de la ZGIEBV St-François (section 4 de la figure 8) où, de 2008 à 2015, 13 stations ont été réalisées par les parcs de la SÉPAQ sur 10 cours d'eau différents totalisant 15 échantillons. Cinq stations se trouvent dans deux parcs de la SÉPAQ (Mont Orford et Frontenac) soit : FELT, GRAN, HERB, RATM, SAUV.



* 1. Chaudière | 2. Côte-du-Sud | 3. Etchemin | 4. St-François | 5. Yamaska

Figure 8 - ISB_{SurVol} des stations d'échantillonnage de la ZGIEBV St-François (section 4)

Éléments de discussion

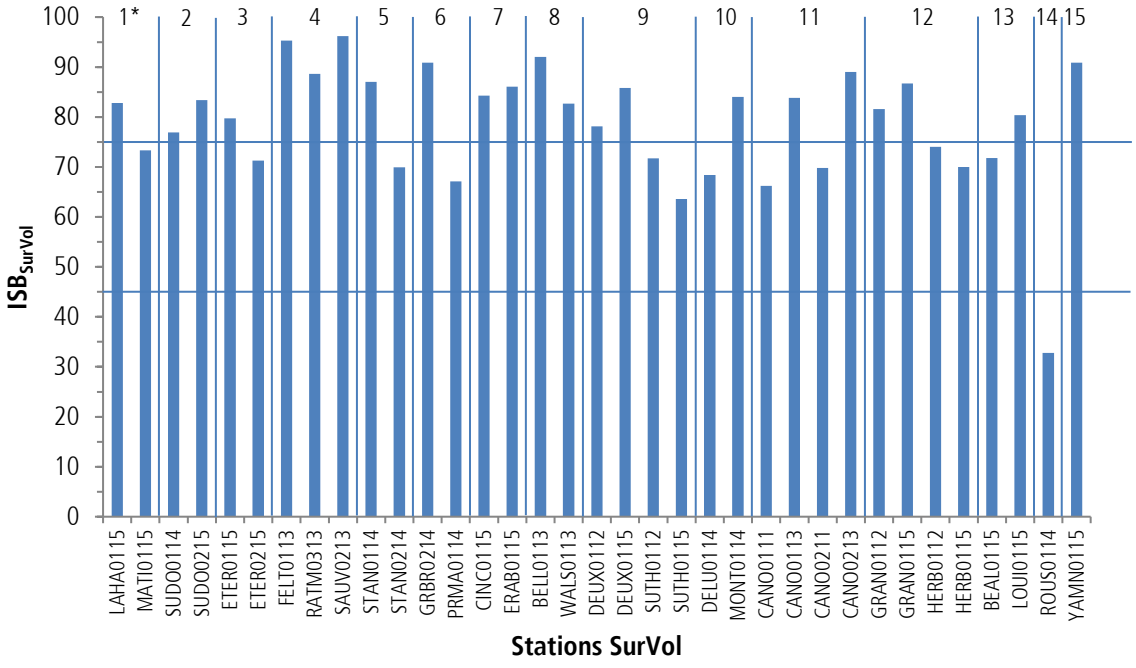
- Dans la ZGIEBV St-François, les stations ayant obtenu les valeurs de l'ISB_{SurVol} les plus élevées se situent dans le parc Frontenac (FELT0113 et SAUV0213). Ces dernières peuvent donc être considérées comme les stations de référence auxquelles d'autres stations de cette région pourraient être comparées.
- La station PETI0214, située à l'extérieur du parc, est la plus dégradée de cette zone. Elle se trouve à proximité de la station du parc Frontenac (FELT0113) et peut ainsi être considéré comme son référentiel. Ceci démontre donc l'intérêt et l'importance du partage des résultats de l'ensemble des stations obtenus pour une zone de gestion.

d. Applicabilité de l'indice SurVol Benthos

Résultats

Considérant que les stations des parcs se trouvent dans des aires naturelles protégées (c.-à-d. des territoires subissant généralement de faibles pressions anthropiques), nous trouvions intéressant de faire ressortir certaines données afin de discuter de l'applicabilité de l'indice et du choix des stations de référence.

À l'exception du parc d'Oka, tous les parcs ont au moins une de leurs stations se trouvant dans la classe de bonne qualité. Ces stations ont des valeurs de l'indice supérieures à la valeur seuil de 75, qualifiant ainsi ces stations de référence (Figure 9).



* 1. Aiguebelle | 2. Bic | 3. Fjord-du-Saguenay | 4. Frontenac | 5. Gaspésie | 6. Grands-Jardins | 7. Hautes-Gorges | 8. Jacques-Cartier | 9. Lac-Témiscouata | 10. Mont Mégantic | 11. Mont-Valin | 12. Mont-Orford | 13. Mont-Tremblant | 14. Oka | 15. Yamaska

Figure 9 - ISB_{SurVol} des stations d'échantillonnage localisées dans les 15 parcs de la SEPAQ à l'étude

Certains parcs ont des stations dont les valeurs de l'ISB_{SurVol} se rapprochent de la valeur seuil de bon état, tels que les parcs Aiguebelle, Bic, Fjord-du-Saguenay. Avec le faible nombre de stations sur ces territoires, il est difficile de déterminer s'il est possible d'avoir des valeurs plus élevées. À titre d'exemple, la station LAHA0115, située dans

le parc d'Aiguebelle, en Abitibi, a obtenu un ISB_{SurVol} de 82,8. Bien que supérieur à la valeur seuil de 75 et qualifiant une bonne intégrité, l'analyse des variables de cet indice révèle un écart entre les valeurs de référence établies par le MDDELCC pour le calcul de l'ISB_{SurVol} et les valeurs obtenues pour chaque variable de cette station ; cinq de ces variables ont des valeurs qui s'écartent des valeurs de référence prescrites (tableau 10) par le Ministère.

Tableau 10 – Comparaison des données des indices de l'ISB_{SurVol} de la station LAHA0115 du Parc d'Aiguebelle aux valeurs de référence

Variable ou indice	Réponse prédite selon l'augmentation des perturbations	Valeurs de la station LAHA0115 du parc d'Aiguebelle	Valeur de référence
Nombre total de taxons	↓	14	22
Nombre de taxons EPT	↓	9	13
% EPT sans hydropsychidés	↓	66,8	72,6
% de chironomidés	↑	12,4	4,1
% des 2 taxons dominants	↑	45,5	32,7
FBIv	↑	3,05	3,03

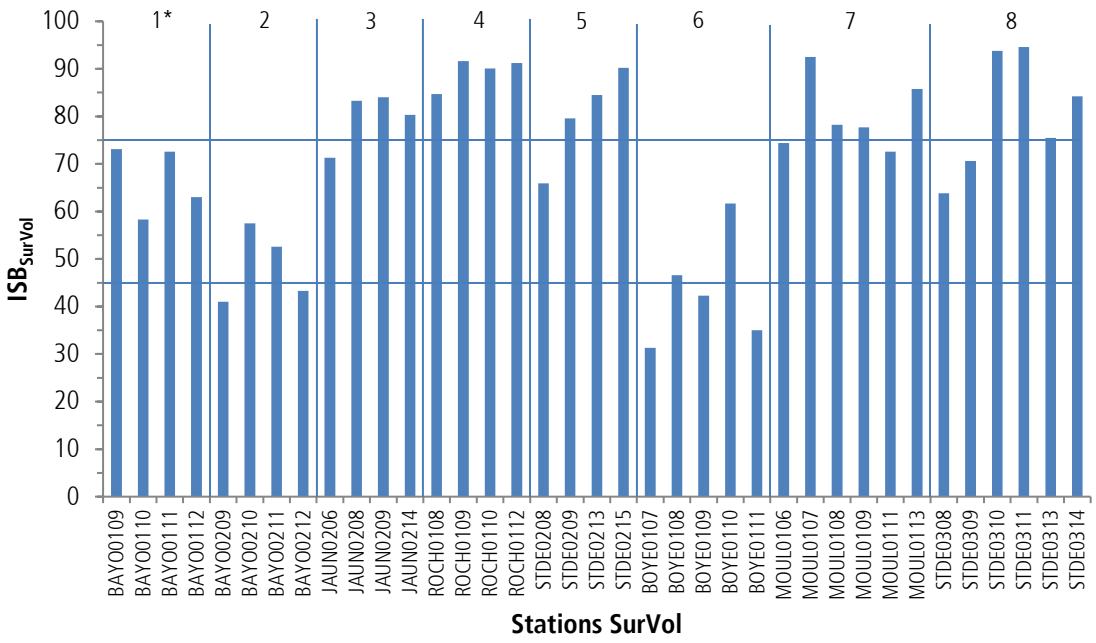
Éléments de discussion

- L'exemple du parc national d'Aiguebelle (ISB_{SurVol} de 82,8), avec seulement deux stations dans cette région amène des interrogations à savoir si la valeur atteinte par l'échantillonnage de l'année 2015 est la valeur maximale pouvant être atteinte dans cette région. La station est située en milieu forestier et ne semble pas soumise à des perturbations d'origine anthropique. L'IQBR est très élevé (94,6) et l'IQH de 27 correspond à une qualité de milieu optimal. En regardant les six variables non standardisées composant l'ISB_{SurVol}, les résultats s'écartent de leurs valeurs de référence caractérisant un milieu non perturbé (MDDEFP, 2013). En augmentant le nombre de stations sur le territoire et en implantant un suivi temporel sur deux à trois années consécutives, il deviendra possible d'évaluer l'applicabilité de l'indice et des valeurs de référence de l'ISB_{SurVol}.
- C'est en 2012 que le MDDELCC a déterminé les valeurs de référence de l'indice SurVol Benthos, suite à une imposante étude à partir de soixante-quatre stations (83 échantillons) situées dans les provinces naturelles des basses-terres du Saint-Laurent, des Appalaches et du piedmont laurentien. Or, plusieurs régions dont la Gaspésie, le Fjord-du-Saguenay, la Haute-Côte-Nord et l'Abitibi n'étaient pas couverte par cette étude. Le développement du suivi des stations de benthos dans ces régions permettra ainsi de documenter la structure des communautés de ces territoires et de vérifier si l'ISB_{SurVol} est applicable sur ces territoires. Avec davantage de stations, ce dernier pourrait être calibré régionalement afin d'intégrer les particularités des communautés benthiques (p. ex. : la forte présence de diptères tels que les chironomidés en région nordique).

e. Comparaisons interannuelles

Résultats

Depuis 2006, huit stations ont été échantillonnées de 4 à 6 années, de façon consécutive ou non. À l'exception de la station ROCH01, les sept autres stations montrent une variabilité quant à l'indice, amenant même un changement de classe pour certaines années (Figure 10).



* 1. Bayonne | 2. Bayonne | 3. G3E et Cégep Ste-Foy | 4. OBAKIR | 5. OBAKIR et Cégep de La Pocatière | 6. Côte-du-Sud | 7. Saguenay et Cégep de Chicoutimi | 8. OBAKIR et Cégep de La Pocatière

Figure 10 - ISB_{SurVol} de chaque station individuelle, échantillonnée quatre, cinq ou six années consécutives (ou non) ; par une ou plusieurs organisations, sur l'ensemble du territoire à l'étude

Pour des stations présumées de référence telles que les stations ROCH, la variation interannuelle est faible, l'ISB demeurant dans la même classe (constat similaire au rapport du MDDEFP (2012a)). Cependant, dans des stations dégradées, cette variation interannuelle est plus importante (p. ex. : BOYE01). Dans ce cas précis, ce cours d'eau traversant des zones agricoles, cette variation pourrait être causée par les divers aménagements en lien avec les pratiques agricoles (MDDEFP, 2012a). Ce même constat pourrait fort probablement s'appliquer pour les stations de la ZGIEBV Bayonne (BAYO01 et 02), traversées également par des terres agricoles. Plusieurs cours d'eau ont été fortement transformés pour un drainage plus efficace pour des fins d'agriculture. D'autre part, les bandes riveraines sont restreintes sinon absentes, réduisant la capacité au maintien d'une grande biodiversité. Ces diverses transformations ont modifié les caractéristiques physiques et le débit du cours d'eau. Ainsi, selon les conditions météorologiques, la qualité et la quantité des habitats aquatiques peuvent varier d'une année à l'autre, expliquant la variation dans les stations en milieu agricole (MDDEFP, 2012a).

Une amélioration de l'intégrité biotique semble amorcée à la station STDE02 entre 2008 et 2015. Par contre, pour la station STDE03, bien qu'une augmentation importante du niveau d'intégrité soit observée en 2010 et en 2011, une baisse du niveau d'intégrité est visible les deux années suivantes, tout en demeurant dans la classe de bon état. Une analyse plus poussée des données de MIB et des autres données accessoires (habitat aquatique et riverain, qualité de l'eau, occupation du territoire, événements météorologique, débit, etc.) pourrait amener des éléments de compréhension de ces variations. Soulignons également, qu'à l'exception des années 2008 et 2009, les données ont été acquises lors de formation d'étudiants dans un cadre scolaire. Les possibilités d'erreurs sont plus élevées que lorsque seulement quelques personnes sont impliquées. Bien que l'identification des spécimens ait été validée, l'étape du tri est cruciale. S'il n'est pas bien effectué, la valeur de l'indice peut être affectée. Pour les stations réalisées par ou en collaboration avec les Cégeps, ce facteur pourrait être analysé plus en profondeur particulièrement lorsque de si grandes variations annuelles sont constatées.

Éléments de discussion

- Dans le cas des parcs de la SEPAQ, le suivi interannuel est à la base de leur étude. Par ce suivi, il leur est possible de déterminer les changements au niveau de l'intégrité écologique en se basant sur une situation de référence et ainsi faire un suivi de l'évolution de l'état de santé des cours d'eau.
- Une comparaison annuelle peut être pertinente pour :
    - Évaluer l'impact de mesures de restauration.
    - Suivre l'évolution de l'intégrité d'un cours d'eau dans le temps.
    - Évaluer l'impact d'activités anthropiques.
    - Documenter l'impact des changements climatiques et des évènements extrêmes qui peuvent survenir.
    - Documenter la réhabilitation d'un écosystème suite à un évènement perturbateur.
    - Vérifier la variabilité naturelle de l'indice dans des sites de référence.

f. Utilisation et partage des données issues du programme SurVol Benthos

Résultats

Les données résultant du programme SurVol Benthos ont été utilisées à quelques reprises dans le cadre de suivis officiels ou d'études tels que :

i. le programme de suivi de l'intégrité écologique de 15 parcs de la SEPAQ ;
ii. l'acquisition de données pour la réalisation des plans directeurs de l'eau des OBV ;
iii. l'étude sur le suivi de l'intégrité biotique des cours d'eau – programme SurVol Benthos (Thériault, 2017) – essai de maîtrise - Université Laval ;
iv. la caractérisation de huit rivières de la Côte-de-Beaupré et de l'île d'Orléans (territoire de la CMQ) (rapport disponible en juin 2017) ;
v. étude sur les traits fonctionnels de communautés benthiques (Dodier, 2016) – stage de maîtrise - Université de Montréal ;
vi. recherche sur les services des écosystèmes riverains pour aider à l'aménagement futur et aux stratégies de conservation de ces habitats (Hanna, en cours) – étude de doctorat – Université McGill ;
vii. partage des données de benthos au Fonds mondial pour la nature dans le cadre de leur projet sur les bassins versants du Canada – 2015 (http://watershedreports.wwf.ca/fr/#intro).

Dans d'autres cas, ce sont la méthodologie et l'indice qui ont été utilisés :

i. l'étude sur l'accident ferroviaire de Lac-Mégantic qui évaluait l'impact du déversement de pétrole brut et des travaux de nettoyage sur les communautés de macroinvertébrés benthiques de la rivière Chaudière (Grenier, 2014) ;
ii. l'étude de la *Tragédie ferroviaire de Lac-Mégantic – Évaluation de l'intégrité biotique des communautés de macroinvertébrés benthiques de la rivière Chaudière, automnes 2013 et 2014* (MDDELCC, 2016).

D'autre part, les données acquises par le programme SurVol Benthos sont partagées avec la Direction générale du suivi de l'état de l'environnement (DGSEE) du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC).

Éléments de discussion

- En plus de permettre l'acquisition de données sur l'intégrité écologique de plusieurs cours d'eau du Québec, il est intéressant de constater que le programme est utilisé dans le cadre de nombreuses études ; que ce soit la méthodologie, l'indice ou les données acquises.
- Dans les dernières années, quelques recherches universitaires ont utilisé les données de SurVol Benthos démontrant ainsi toute la pertinence scientifique et l'engouement d'un programme de suivi utilisant le benthos.
- Les demandes des dernières années pour le partage des données tendent à montrer que le benthos semble être un bioindicateur de plus en plus utilisé. Depuis déjà plusieurs années, il est entre autre, largement utilisé aux États-Unis et en Europe (Dion, 2009).

5.3 Recommandations

a. Suivi des recommandations formulées lors du bilan 2006-2008 (G3E, 2010)

i. Créer un indice volontaire de santé biologique adapté au Québec

En 2008, un indice a été développé, validé et mis en place (ISVB). Cet indice multimétrique était basé sur celui de la Virginie occidentale, élaboré par la West Virginia Division of Environmental Protection et adapté pour la surveillance volontaire par la West Virginia Save (Moisan et Pelletier, 2008). En 2013, l'ISVB a été légèrement modifié et est devenu l'ISB_{SurVol}. Ces modifications concernent deux variables : le pourcentage de EPT (% EPT) est devenu le pourcentage de EPT (% EPT) sans hydropsychidés tandis que le pourcentage des deux taxons dominants a été tenu en compte plutôt qu'uniquement le pourcentage du taxon dominant. L'ISB_{SurVol} a également été calibré avec les données du Québec (MDDEFP, 2013). L'ISB_{SurVol} est une variante volontaire de l'ISB_g. L'ISB_g est utilisé dans le suivi biologique du MDDELCC.

Cet indice qualifie bien une grande partie des régions du Sud du Québec. Cependant, une validation serait à faire pour des régions plus au nord comme l'Abitibi, le Témiscamingue et la Côte-Nord où, de façon naturelle, il y a prédominance de certains taxons de l'ordre des diptères et que moins de taxons semblent présents. Certaines valeurs de référence ne pourraient donc pas être atteintes (p.ex. : nombre total de taxons et de taxons EPT) ou être dépassées largement (p. ex. : % de chironomidés) ce qui pourrait amener à une sous-estimation de l'indice.

Pour valider l'applicabilité de l'ISB_{SurVol} dans ces régions peu documentées, il est nécessaire d'acquérir davantage de données dans le cadre du programme SurVol Benthos ou du suivi benthos réalisé par le MDDELCC.

b. Nouvelles recommandations

i. Mieux définir les objectifs et les buts visés dans le choix des stations

L'essai de Thériault (2017) et ce rapport ont permis de faire ressortir la difficulté d'analyser et d'interpréter les résultats des stations et ce, même si elles sont réalisées sur un même territoire par une seule organisation. En effet, à titre d'acteur externe, il est impossible de déterminer les raisons ayant guidé le choix des stations sans connaître les objectifs initiaux poursuivis. Les stations des parcs sont un bon exemple : leur station de «référence» ne correspond pas nécessairement aux critères, définis dans le guide de surveillance, d'une station de référence tels que prescrit par le programme, leur objectif étant différent.

Considérant le roulement de personnel au sein des OBV, il peut être difficile pour une personne reprenant le suivi de comprendre les raisons qui ont guidé le choix des stations de son prédécesseur. Il devient donc complexe pour l'organisation de pouvoir faire une analyse cohérente de ses résultats. En ce sens, pour aider à la compréhension des résultats, quelques mesures pourraient être prises telles que :

- Prévoir, à même la base de données et le rapport du G3E, une section afin que l'organisation explique le choix de chacune de ses stations.
- Prévoir, pour la station de référence, une case à cocher ainsi que la liste des critères qui décrivent normalement une telle station (à cocher ou à décrire).
- Prévoir une section afin que l'organisation mentionne l'objectif de son étude, son hypothèse et les stations qui en feront partie.

ii. Agrandir la couverture spatiale actuelle du programme

SurVol Benthos a permis d'acquérir des données pour des territoires non couverts par le suivi du benthos au MDDELCC. Tout en continuant le suivi des stations réalisées actuellement, certaines mesures pourraient être entreprises pour agrandir la couverture territoriale du suivi telles que :

- Mettre en place des stations dans les régions peu ou pas couvertes par le projet dont l'Abitibi, la Côte-Nord, le sud de la Gaspésie et l'Outaouais avec la collaboration avec les OBV locaux.
- Valider avec le MDDELCC les régions où des données seraient requises.

iii. Instaurer des suivis interannuels et annuels (stations permanentes)

Des suivis annuels et interannuels sont forts intéressants. Il serait donc judicieux de les promouvoir et de les réaliser. Pour ce faire, il est essentiel d'en assurer leurs financements. Pour de tels suivis, il serait important de :

- Bien identifier les buts et les objectifs de l'étude afin d'établir la pertinence de répliquer le suivi dans le temps et le pas d'échantillonnage à adopter. Par exemple, pour mieux comprendre les effets de certaines perturbations sur le milieu, un suivi annuel à l'aide de bioindicateurs est pertinent. Dans le cadre du suivi de l'intégrité écologique comme pour les parcs, les suivis interannuels sont indispensables.
- Valider les éléments qui devront être suivis dès le départ et s'assurer d'acquérir l'ensemble des données nécessaires à l'étude.
- Choisir adéquatement les sites d'étude en concertation avec des acteurs du milieu.
- Aider les organisations participantes en documentant le processus à appliquer pour définir les stations à sélectionner afin de répondre à leur hypothèse de départ.
- Évaluer avec le MDDELCC, la mise en place d'un réseau de stations permanentes et établir l'intervalle de temps de ce suivi.

iv. Mettre en place un réseau de stations permanentes afin de suivre et de comprendre l'impact des changements climatiques sur les petits cours d'eau

Les changements climatiques représentent une perturbation anthropique importante qui engendrera des impacts sur les écosystèmes aquatiques et leur biodiversité. À l'heure actuelle, il y a un manque de données permettant de prédire adéquatement l'effet de ces changements sur ces milieux naturels. Dans une vision à long terme, afin de documenter ces impacts, il serait intéressant de mettre en place un réseau permanent de stations à l'échelle du territoire québécois (voir conclusion pour plus de détails).

v. Promouvoir le partage des données entre les organisations

Que ce soit dans une même ZGIEBV ou à l'externe dans le cadre d'études particulières, le partage de données élargit les possibilités du programme. Ce partage donne accès à des données couvrant un territoire plus vaste. Les comparaisons entre les ZGIEBV réalisées par Thériault (2017) dans le cadre de son essai en démontrent toute la pertinence et les possibilités. Il serait donc intéressant de mettre en place des mesures permettant de faciliter ce partage comme :

- Instaurer un processus de partage de données entre les organisations prêtes à y adhérer.

- Faciliter l'extraction des données brutes de la base de données du G3E.
- Présenter, lors des formations annuelles de SurVol Benthos, le portrait d'une ZGIEBV qui inclut les stations provenant de plusieurs organisations dont les parcs.
- Évaluer la possibilité que le MDDELCC puisse également partager les données de son suivi benthos aux organisations qui en auraient besoin.

vi. Outiller les organisations pour faciliter l'analyse des données

Actuellement, à part pour le suivi réalisé par les parcs, il est difficile d'évaluer l'utilisation que les organisations font des données récoltées grâce au programme SurVol Benthos. Bien que les analyses aient été réalisées à l'échelle du territoire et des zones de gestion (grande échelle), l'essai de Thériault (2017) montre les nombreuses possibilités quant à l'analyse des données à une plus petite échelle (pour un bassin versant voir un sous-bassin par exemple). À l'heure actuelle, l'analyse des données et l'interprétation ne sont aucunement encadrées. Afin de faciliter ce processus, des mesures pourraient être mises en place :

- S'assurer que les organisations se fixent dès le départ des objectifs à leur suivi, facilitant l'interprétation des données qui en résulteront.
- S'assurer de la bonne compréhension des différents indices qui découlent du programme.
- Développer une fiche pour guider les organisations participantes dans l'analyse des données et l'intégrer au rapport produit par la base de données du G3E.
- Présenter un exemple concret d'utilisation des données lors de la formation annuelle;
- Présenter l'utilité des données accessoires telles que l'habitat aquatique et riverain, la physicochimie et la bactériologie, l'occupation du territoire, etc.
- Faciliter l'extraction des données brutes.



CONCLUSION

Les dix premières années de programme SurVol Benthos ont permis l'acquisition de données sur la santé globale de 106 rivières du Québec. Ce sont ainsi 222 échantillons sur 145 stations qui ont été échantillonnés, doublant le suivi du benthos réalisé par le MDDELCC. 41 organisations ont pris part au programme : organismes de bassins versants, cégeps techniques et parcs du réseau de la SEPAQ. Principalement visés dans les débuts de projet, le nombre d'organismes de bassins versants participant a diminué au fil des années. Le manque de financement, le grand roulement de personnel dans les OBV, une mauvaise compréhension de l'utilité des bioindicateurs dans le suivi de la santé des cours d'eau ainsi que la mise en place d'un coût d'adhésion dès 2010 peuvent expliqués cette décroissance. Cependant, l'intégration du réseau des parcs de la SEPAQ et l'utilisation des protocoles dans leur programme de suivi de l'intégrité biologique démontre la pertinence du programme SurVol Benthos.

Le bilan a permis de faire ressortir la qualité des outils tant scientifiques, éducatifs que logistiques mis en place. Après 10 ans de roulement, il y a évidemment lieu de revoir et mettre à jour certains éléments dont : 1. l'emphase sur le volet méthodologique du programme tout en continuant à pousser l'identification des macroinvertébrés, 2. l'amélioration des outils de suivi et de gestion par le biais, entre autres, de la base de données, 3. la mise en place d'un groupe d'identificateurs dédié au volet taxonomique permettant d'assurer une plus grande qualité de l'identification et 4. l'instauration d'un processus d'assurance qualité pour l'ensemble des étapes du programme.

Au fil des années, la méthodologie et les protocoles développés en étroite collaboration avec le MDDELCC ont été éprouvés et raffinés. L'ISB_{surVol}, variante volontaire de l'ISB_g qui est utilisé par le MDDELCC, a été élaboré et il qualifie la santé des cours d'eau en trois classes d'intégrité. Il répond adéquatement dans la grande majorité des cas. Cependant, lorsque le nombre de macroinvertébrés dépasse 240 individus identifiés, l'indice surestime généralement le niveau d'intégrité. Cette surestimation devient problématique lorsque la cote obtenue approche la valeur seuil entre deux classes. Huit pourcents des échantillons ont ainsi changé de classe suite à un processus de raréfaction. Un effort sera investi pour mettre en place des mesures afin d'obtenir des sous-échantillons dont l'abondance est de 200 à 240 organismes à identifier.

Diverses problématiques sont ressorties au niveau de la nomination des stations et de leurs coordonnées géographiques. Un processus de validation sera établi afin de s'assurer de l'uniformité des noms des cours d'eau et des stations. De plus, des efforts seront investis, tant au niveau de la formation qu'à même la base de données du G3E, pour s'assurer de la concordance des coordonnées géographiques des stations.

La caractérisation des 222 échantillons (145 stations) montre que 46,8% des cours d'eau échantillonnés sont en bon état et 45,0%, en état précaire. 18 stations (8,2%) se retrouvent dans la classe de mauvaise qualité. À l'exception d'une station, 3 stations se retrouvent en milieu fortement urbanisé tandis que les 14 autres se situent en milieu agricole. Sans être une étude exhaustive, ce bilan nous permet de confirmer l'impact de l'urbanisation sur l'intégrité biotique. Le territoire forestier n'occupe que la tête du bassin, le reste du territoire étant fortement imperméabilisé. Les taxons pionniers davantage retrouvés dans ces stations urbaines témoignent de l'impact du débit important lors de fortes pluies et des crues récurrentes qui s'y déroulent.

L'ISB qui résulte des 14 stations en milieu agricole confirme l'impact de l'agriculture sur l'intégrité biotique. Bien que pour certaines de ces stations, l'habitat semble adéquat, l'utilisation du territoire majoritairement occupé par l'agriculture et les pratiques agricoles qui en découlent (c.-à-d. la fertilisation, l'utilisation de pesticides et d'insecticides, le redressement ou de la reconfiguration des cours d'eau) influent négativement sur les communautés benthiques.

L'ISB_{SurVol} est performant et peut être utilisé pour évaluer la santé globale de petits cours d'eau à substrat grossier. Cependant, afin de valider son applicabilité dans les régions plus au Nord, caractérisées par une moins grande diversité et une prédominance de certains taxons du groupe des diptères, il est suggéré d'acquérir davantage de données.

Malgré certaines améliorations à apporter, ce bilan décennal permet de faire ressortir toute la pertinence du programme de science citoyenne SurVol Benthos que ce soit pour l'agrandissement du territoire couvert par le suivi du benthos, ou pour l'importance de l'implication citoyenne dans la recherche scientifique. Ce rapport n'avait pas pour objectif de faire une analyse exhaustive des données. Cependant, considérant la qualité et la quantité de données acquises ainsi que de la poursuite du programme, il serait intéressant d'approfondir davantage l'analyse pour certaines situations (p. ex. : stations en milieu urbain et agricole, comparaisons interannuelles, etc.). Des associations avec des universités pourraient permettre la réalisation de telles études.

L'un des plus grands défis du programme SurVol Benthos est sans nul doute son financement et sa pérennité. La baisse au niveau de la participation des OBV au cours des dernières années en témoigne. De plus, le financement actuel ne permet pas au G3E d'assurer une gestion efficace et efficiente du programme, ni un développement adéquat. La mise en œuvre par le G3E d'un nouveau projet triennal « Des rivières surveillées : s'adapter pour l'avenir! », dans lequel les protocoles et le réseau de SurVol Benthos s'inscrivent, permettra de poursuivre le programme. Ce projet a pour objectif de mettre en place un réseau permanent de suivi des cours d'eau afin de documenter l'impact des changements climatiques sur les écosystèmes riverains. Reposant sur la science et la mobilisation citoyenne, le projet a pour objectif d'informer, de sensibiliser et d'éduquer les jeunes, les citoyens et les acteurs du milieu à la vulnérabilité des cours d'eau face aux changements climatiques. Ils seront à même de s'engager dans ce réseau pour que collectivement, ils puissent acquérir de meilleures connaissances sur l'impact des changements climatiques sur les sources d'eau et les écosystèmes riverains. Ces données en main, les principaux acteurs du milieu seront ainsi mieux outillés pour développer des stratégies afin de s'adapter aux diverses perturbations qu'amèneront les changements climatiques.



RÉFÉRENCES

BARBOUR, M. T., J. GERRITSEN, B.D. SNYDER ET J.B. STRIBLING, 1999. *Rapid bioassessment protocols for use in wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish, 2e edition.* Washington, DC, US. Environmental Protection Agency, Office of water. EPA841-B-99-002. 11 chapitres, 4 annexes.

COMITÉ DE VALORISATION DE LA RIVIÈRE BEAUPORT (CVRB), 2005. *Suivi du macrofaune benthique : comparaison de trois méthodes*. Rapport réalisé pour Environnement Canada. Québec. 46 p. 5 annexes.

COMITÉ DE VALORISATION DE LA RIVIÈRE BEAUPORT (CVRB), 2006a. *Suivi du macrofaune benthique : comparaison statistique d'outils d'identification des macroinvertébrés benthiques*. Rapport réalisé pour Environnement Canada. Québec. 36 p. 5 annexes.

COMITÉ DE VALORISATION DE LA RIVIÈRE BEAUPORT (CVRB), 2006b. *Compte rendu des formations de l'automne 2005 dans le cadre de l'élaboration d'un programme de surveillance écologique des petits cours d'eau avec les macroinvertébrés benthiques*. Québec. Présenté au MDDEP. 26 p.

COMITÉ DE VALORISATION DE LA RIVIÈRE BEAUPORT, 2006. *Plan directeur d'aménagement de la rivière Beauport*. CVRB. Québec.

DION, M., 2009. *Le suivi de l'intégrité écosystémique sur le territoire québécois : emplacement et avancement sur l'échiquier environnemental international*. Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement en vue de l'obtention du grade de maître en environnement – Université de Sherbrooke. 148 p. 4 annexes.

DODIER, E, 2016. *Do functional traits of macroinvertebrate communities vary along a regional latitude gradient?* Rapport de stage de maîtrise – Université de Montréal, pavillon des sciences biologiques. 29. 4 annexes.

GANGBAZO, G., 2011. *Guide pour l'élaboration d'un plan directeur de l'eau : un manuel pour assister les organismes de bassin versant du Québec dans la planification de la gestion intégrée des ressources en eau*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

GIROUX, Isabelle, 2014. *Présence de pesticides dans l'eau au Québec- Zones de vergers et de pommes de terre, 2010 à 2012*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction du suivi de l'état de l'environnement ISBN 978-2-550-71747-8 (PDF), 55 p. 5 annexes.

GRENIER, M. 2014a. *Accident ferroviaire de Lac-Mégantic : Revue de la littérature portant sur l'impact des déversements d'hydrocarbures et des travaux de nettoyage sur les communautés de macroinvertébrés benthiques*. Rapport préparé pour le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) par CIMA+, 35 p.

GRENIER, M, 2014b. *Accident ferroviaire de Lac-Mégantic : Impact du déversement de pétrole brut et des travaux de nettoyage sur les communautés de macroinvertébrés benthiques de la rivière Chaudière-automne 2013*. Rapport préparé pour le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP). 72 pages. 4 annexes.

GROUPE D'ÉDUCATION ET D'ÉCOSURVEILLANCE DE L'EAU (G3E), 2010. *SurVol Benthos – Bilan 2006-2008 dans le cadre de la mise en place d'un programme de surveillance volontaire des petits cours d'eau basée sur les macroinvertébrés benthiques*. Québec. Rapport présenté au MDDEFP. 45 p. 1 annexe.

GROUPE D'ÉDUCATION ET D'ÉCOSURVEILLANCE DE L'EAU (G3E), 2012a. *Rapport technique - Comparaison entre la méthode IBGN utilisée par la Société des établissements de plein air du Québec (SEPAQ) et la méthode SurVol Benthos*. Québec. Rapport présenté au MDDEP. 22 p. (rapport interne)

GROUPE D'ÉDUCATION ET D'ÉCOSURVEILLANCE DE L'EAU (G3E), 2012b. *Guide des concepts et protocoles - Programmes J'adopte un cours d'eau et SurVol Benthos - Volet collégial*. G3E. Québec. ISBN : 978-2-9811966-6-9. 255 p.

GROUPE D'ÉDUCATION ET D'ÉCOSURVEILLANCE DE L'EAU (G3E), 2017. Caractérisation de huit rivières de la Côte-de-Beaupré et de l'île d'Orléans (territoire de la CMQ). Rapport technique présenté à la Communauté métropolitaine de Québec.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP), 2012a. *Indice d'intégrité biotique basé sur les macroinvertébrés benthiques et son application en milieu agricole – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier*. Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-55066035-4 (PDF). 72 p. 7 annexes.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP), 2012. *Portrait de la qualité des eaux de surface au Québec 1999 – 2008.* Québec, Direction du suivi de l'état de de l'environnement. ISBN 978-2-550-63649-6 (PDF), 97 p.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA FAUNE ET DES PARCS (MDDEFP), 2012b. *Élaboration d'un indice d'intégrité biotique basé sur les macroinvertébrés benthiques et mise en application en milieu agricole – Cours d'eau peu profonds à substrat meuble*. Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-65630-2 (PDF), 62 p. 10 annexes.

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, 2013*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN 978-2-550-69169-3 (PDF), 2e édition, 88 p. 6 annexes.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2016. *Tragédie ferroviaire de Lac-Mégantic – Évaluation de l'intégrité biotique des communautés de macroinvertébrés benthiques de la rivière Chaudière, automnes 2013 et 2014*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 31p. 9 annexes. ISBN978-2-550-75636-1.

WANG, L., J. LYONS, P. KANEHL et R. GATTI, 1997. *Influences of watershed land use on habitat quality and biotic integrity in Wisconsin streams*, Fisheries, vol. 22, n° 6, p. 6-12.

MOISAN, J. et L. PELLETIER, 2008. *Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier, 2008*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN 978-2-550-53591-1, 86 p. 6 annexes.

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 (version imprimée). 82 p. 1 annexe.

MOISAN, J., ET L. PELLETIER, 2011. *Protocole d'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat meuble 2011*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 39 p. ISBN 978-2-550-61166-0 (version PDF).

RATTÉ, T., 2015. *Caractérisation de deux stations SurVol Benthos dans la rivière Grande-Vallée, automne 2014*. Conseil du Nord de la Gaspésie, 32 p. 2 annexes.

SAINT-JACQUES N. et Y. RICHARD, 1998. *Développement d'un indice de qualité de la bande riveraine : application à la rivière Chaudière et mise en relation avec l'intégrité biotique du milieu aquatique p. 6.1-6.41. dans ministère de l'Environnement et de la Faune (éd.), Le bassin de la rivière Chaudière : l'état de l'écosystème aquatique, 1996*. Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, envirodoq no EN980022.

SEPAQ. 2011. *Programme de suivi de l'intégrité écologique*. Réseau parcs Québec, [en ligne]. [www.sepaq.com/dotasset/26261.pdf]