



MISSION BIODIVERSITÉ POUR LE LAC TROIS-MILLES



Partie 1 :
Évaluation biologique de la
qualité du
lac Trois-Milles

Été 2013



Association
pour la **Protection**
de l'**Environnement**
du **Lac trois milles**



Document réalisé par :

Benjamin Gourlin
biologiste, M. Env
stagiaire chargé de
projet pour l'APEL3M



Credit photo : Benjamin Gourlin, 2013

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
1. Méthodologie de travail.....	2
2. Obtention et traitement des données.....	3
2. 1. Macrophytes.....	3
2. 1. 1. Méthodologie d'inventaire	3
2. 1. 2. Analyse des données	3
2. 2. Macroinvertébrés benthiques	6
2. 2. 1. Méthodologie d'inventaire	6
2. 2. 2. Analyse des données	7
2. 3. Périphyton.....	11
2. 3. 1. Méthodologie d'inventaire	11
2. 3. 2. Analyse des données	12
2. 4. Mesures physico-chimiques sur l'eau.....	13
3. Analyse des stress potentiels	18
3. 1. Résidus chimiques de synthèse.....	18
3. 2. Apport de sédiments	19
3. 3. Apport de matière organique	19
4. Recommandations	22
4. 1. Suivi biologique de la qualité du lac.....	22
4. 2. Autres recommandations	23
Conclusion.....	25
Références	26
Annexe 1 : Valeurs 2013 de l'évaluation biologique de la qualité des affluents principaux du lac trois-milles	28
Annexe 2 : Protocole de mesure du périphyton.....	29
Annexe 3 : Protocole de mesure de la transparence de l'eau	30
Annexe 4 : Échéancier des activités recommandées pour l'année 2017	31

TABLE DES FIGURES

Figure 2.1. Teneur en dioxygène dissous dans le lac Trois-Milles aux étés 2012 et 2013.....	14
Figure 2.2. Turbidité du lac Trois-Milles aux étés 2012 et 2013	15
Figure 3.3. Schéma synthèse des effets et conséquences des différents stress considérés comme potentiellement nuisible pour le lac Trois-Milles	21

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 2.1. Variables basées sur les macrophytes et retenues pour l'évaluation de la qualité biologique du lac Trois-Milles (adapté de <i>Lake and Reservoir Bioassessment and Biocriteria : Technical Guidance Document</i> [U.S. EPA, 1998])	4
Tableau 2.2. Variables basées sur les macroinvertébrés benthiques et retenues pour l'évaluation de la qualité biologique du lac Trois-Milles (adapté de <i>Lake and Reservoir Bioassessment and Biocriteria : Technical Guidance Document</i> [U.S. EPA, 1998])	8
Tableau 2.3. Variables basées sur le périphyton et retenues pour l'évaluation de la qualité biologique du lac Trois-Milles.....	12
Tableau 2.4. Paramètres physico-chimiques retenus pour l'évaluation de la qualité biologique du lac Trois-Milles	13

Remarque : en complément à ce rapport, sont fournis à l'APEL3M les documents suivants :

- Fichier Excel de saisie des mesures physico-chimiques récurrentes (2014-2017_Mesures_lac3M.xlsx)
- Fichier Excel de saisie des données d'inventaire du périphyton (2013-2015_Périphyton_lac3M.xlsx)
- Fichier Excel des données brutes des inventaires 2013 du périphyton et des macroinvertébrés benthiques (2013-2015_Périphyton_lac3M.xlsx, 2013_Macroinvertébrés benthiques.xlsx)
- Fichier Excel des mesures physico-chimiques brutes prises en 2013 sur le lac (2013_Secchi_T°C_hauteur lac.xlsx)
- Couches SIG avec les points géoréférencés d'inventaire du périphyton et des macroinvertébrés benthiques (Périphyton.shp, Benthos.shp)

ACRONYMES

APEL3M : Association pour la protection de l'environnement du lac Trois-Milles

BDTQ : Banque de données du territoire du Québec

MDDEFP : Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs

MRN : Ministère des Ressources Naturelles

RAPPEL : Regroupement des associations pour la protection de l'environnement et des lacs

RSVL : Réseau de surveillance volontaire des lacs

U.S. EPA : United States environmental protection agency

INTRODUCTION

L'Association pour la Protection de l'Environnement du Lac Trois-Milles (APEL3M) est une association à but non lucratif des plus impliquée pour la préservation des usages liés à la ressource en eau, et donc par extension à la protection de l'environnement. Soucieuse de la crédibilité de ses actions, l'association fait appel à des organisations scientifiques et à des ressources universitaires spécialisées pour engranger des connaissances relatives au territoire du bassin versant du lac et se faire conseiller sur les actions optimales à envisager chaque année pour préserver le lac Trois-Milles.

En 2013, l'APEL3M a embauché un biologiste candidat à la maîtrise en environnement de l'Université de Sherbrooke pour une mission orientée autour de la biodiversité présente au sein du bassin versant du lac Trois-Milles. Trois livrables différents viennent clôturer cette expérience :

1. Évaluation biologique de la qualité du lac Trois-Milles – 2013
2. Stratégie de mise en valeur de la biodiversité sur le bassin versant du lac Trois-Milles – inventaires ornithologiques, botaniques, et des amphibiens.
3. Caractérisation de la présence de castors aux abords du lac Trois-Milles.

Le présent document constitue le premier livrable dudit stagiaire pour l'été 2013. Il a été convenu que les autres livrables seront livrés avant la fin de l'année 2013.

Une première partie de ce document présente sommairement la méthodologie appliquée pour l'évaluation biologique du lac avant de présenter l'analyse des données sélectionnées. Enfin, une analyse des principaux stress potentiels précède la section des recommandations pour effectuer le suivi de l'évaluation biologique du lac Trois-Milles.

1. MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

L'évaluation biologique de la qualité d'un milieu naturel se base sur l'étude du « bios », soit l'étude des formes vivantes qui occupent le milieu en question. Le caractère systémique de l'environnement naturel induit la notion selon laquelle, dans des conditions abiotiques (milieu inerte : terre, eau, air) similaires, les mêmes espèces vivantes seront présentes. C'est ainsi qu'il est possible d'utiliser les espèces vivantes comme bio-indicateur, c'est-à-dire comme des indicateurs de la qualité du milieu. Certains bio-indicateurs répondent aux moindres variations de la qualité du milieu, permettant ainsi d'identifier les plus faibles perturbations environnementales (ou « stress »). D'autres bio-indicateurs sont moins sensibles, mais leur étude permet tout de même de dégager la tendance de l'évolution du milieu naturel étudié. Usuellement, l'évaluation biologique de la qualité d'un milieu est utilisée pour identifier d'éventuels problèmes, caractériser les conséquences de perturbations environnementales, évaluer l'efficacité de mesures instaurées et optimiser les usages de l'eau en fonction de l'environnement (U.S. EPA, 1998).

L'évolution d'un milieu peut être négative (dégradation de l'environnement), positive (amélioration de la qualité de l'environnement) ou stable. Pour définir l'évolution du milieu considéré, il est d'usage de comparer les données biologiques récoltées à intervalle régulier (suivi biologique triennal ou quinquennal usuellement) à un état de référence défini. Le présent document se veut dresser le portrait biologique du lac en 2013 (les données similaires concernant les principaux affluents du lac se trouvent en annexe 1) ; ce portrait relativement exhaustif sera utilisé en référence pour le suivi biologique de la qualité du lac Trois-Milles les années ultérieures.

Pour une évaluation biologique aussi fine que possible de la qualité d'un lac, il est préconisé d'utiliser plusieurs bio-indicateurs (U.S. EPA, 1998). Il a été décidé que le suivi biologique de la qualité du lac Trois-Milles soit basé sur les bio-indicateurs suivants :

- Macrophytes
- Macroinvertébrés benthiques
- Périphyton

Les variables physico-chimiques sont ajoutées à l'état de référence, car elles complètent l'évaluation biologique de la qualité du milieu aquatique considéré (U.S. EPA, 1998). Dans le cas présent, les variables physico-chimiques incluses à l'état de référence sont celles pour lesquelles les données sont disponibles soient :

- Oxygène dissous
- Turbidité
- Température
- Teneur en Phosphore
- Teneur en chlorophylle a
- Carbone organique dissous

2. OBTENTION ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Les sous-sections suivantes présentent les différents bio-indicateurs ainsi que les variables physico-chimiques retenus pour dresser ce portrait 2013 de la qualité du lac.

2. 1. Macrophytes

Par le terme « macrophytes », on comprendra ici toutes les plantes aquatiques vascularisées (ne comprend pas les algues et le phytoplancton). La présence de macrophytes dans un lac est normale ; on en trouve souvent sur les berges, là où la lumière atteint le substrat et où la température est plus chaude. Ces plantes procurent un habitat apprécié de la faune aquatique, car elles produisent de l’oxygène via la photosynthèse, fournissent un support pour le développement des macroinvertébrés benthiques (voir 2.3) et répondent aux besoins de diverses espèces de poissons, que ce soit pour la reproduction ou la prédation (par exemple les brochets). Les macrophytes peuvent cependant octroyer certaines nuisances à la population et limiter les usages potentiels du plan d’eau. En effet, la prolifération de plantes aquatiques entraîne une augmentation de matière organique au fond du lac et contribue à combler ce dernier, elle limite le déplacement en embarcation à moteur et la baignade sans oublier que cette modification profonde du milieu affecte bien entendu la pêche : « piégeage » des lignes dans la végétation, modification des espèces de poisson présentes en diversité et en nombre, etc. (U.S. EPA, 1998)

Les macrophytes sont considérés comme bio-indicateurs, car le cortège qu’ils forment varie en diversité et en importance (variation du poids total ou biomasse) selon les caractéristiques physico-chimiques du milieu (U.S. EPA, 1998).

2. 1. 1. Méthodologie d’inventaire

L’inventaire des macrophytes a été réalisé par le Rappel en 2004 et en 2011. Il n’a pas été jugé pertinent de mettre à jour cet inventaire en 2013 étant donné qu’aucun événement majeur ne semble avoir affecté le lac depuis 2011. De fait le lecteur est invité, s’il souhaite en connaître davantage sur la méthodologie appliquée ou sur les résultats bruts obtenus, à consulter *Diagnostic environnemental global du bassin versant du lac Trois-Milles* (Desautel et autres, 2005) et *Caractérisation du littoral – Lac Trois-Milles* (Guérin et autres, 2012).

Remarque : cet indicateur ne s’utilise pas dans l’état de référence des cours d’eau. Il n’en est donc fait aucune mention dans les annexes relatives à l’état de référence pour les principaux affluents du lac (annexes 1).

2. 1. 2. Analyse des données

D’après l’U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency), il y a sept (7) variables à considérer lorsque l’on veut se servir des macrophytes comme bio-indicateur. Ces variables fortement susceptibles de varier en cas de stress sont présentées au tableau 2.1 suivant. Seules les données les plus récentes ont été utilisées pour dresser le portrait biologique de référence, soit celles recueillies par le RAPPEL en 2011. Le texte qui fait suite au tableau vient expliquer et commenter les valeurs qui seront considérées en référence lors des futures campagnes d’évaluation biologique de la qualité du lac Trois-Milles.

Variable	Réponse au stress par rapport à l'état de référence considéré	Valeurs en 2011
Proportion totale occupée (% du littoral)	Diminue ou augmente	60 %
Proportion d'espèces végétales envahissantes (% de la quantité totale de végétaux)	Augmente	Non applicable
Nombre total d'espèces végétales envahissantes	Augmente	1
Densité moyenne de végétation là où il y a des macrophytes	Diminue ou augmente	26,5 %
Nombre total d'espèces	Diminue	25
Dominance de certaines espèces (% de la quantité totale de végétaux)	Augmente	Non applicable
Profondeur maximale de développement des plantes (m)	Faible si enrichissement, profond si acidification	Plus de 3 mètres

Tableau 2.1. Variables basées sur les macrophytes et retenues pour l'évaluation de la qualité biologique du lac Trois-Milles (adapté de *Lake and Reservoir Bioassessment and Biocriteria : Technical Guidance Document* [U.S. EPA, 1998])

Proportion totale du littoral occupée par les macrophytes

Dans le cadre de la caractérisation du littoral menée par le RAPPEL en 2011 (Guérin et autres, 2012), le pourcentage de recouvrement des plantes aquatiques a été évalué par classe (0 à 10 %, 10 à 25 %, 25 à 50 %, 50 à 75 % et 75 à 100 %) pour chaque relevé réalisé. En considérant le littoral tel qu'il a été considéré dans le document précédemment mentionné et en appliquant la valeur inférieure des classes de recouvrement à chaque relevé, la proportion totale du littoral occupée par les macrophytes est de 60 %. Dans le rapport sur le littoral du lac Trois-Milles (Guérin et autres, 2012), il est mentionné que le littoral a été considéré à l'aide d'un logiciel SIG sans tenir compte de la bathymétrie du lac. Le document ne précise pas non plus la largeur du littoral, soit la distance séparant le début du « large » et la ligne des hautes eaux du lac. Lors du suivi de l'évolution des macrophytes du littoral, il sera important de connaître ces données. Un biais pourrait être amené si, lors du suivi, le littoral n'était pas considéré similairement (même largeur et même profondeurs).

Proportions d'espèces végétales envahissantes et nombre total d'espèces végétales envahissantes

Il est important de faire la distinction entre la notion de caractère envahissant d'une espèce (faculté de l'espèce dominer en proportion les autres espèces végétales sur un territoire donné) et le terme « espèce envahissante ». Ce dernier désigne les espèces végétales qui sont particulièrement dangereuses, car là où elles sont présentes, très rares sont les autres espèces qui peuvent subsister ; les espèces végétales envahissantes portent préjudice à la biodiversité... Ces espèces, le plus souvent exotiques, s'acclimatent particulièrement bien là où les autres espèces ont plus de difficulté à subsister, notamment suite à un stress (on dit de ces espèces qu'elles sont ubiquistes). Le réseau de surveillance des plantes exotiques envahissantes de l'*Union Saint-Laurent Grands Lacs* a réalisé une liste avec

toutes ces espèces potentiellement présentes sur le bassin versant du fleuve Saint-Laurent, et il est à remarquer qu'une seule espèce reconnue envahissante (le Myriophylle à épis) a été relevée en 2011 sur le littoral du lac Trois-Milles. Cette espèce, bien que mentionnée comme présente dans la caractérisation du littoral du lac, ne s'est vu octroyé ni un pourcentage de zones où elle est dominante, ni un pourcentage de relevé où elle est avérée présente. De fait, il n'est pas possible de définir la proportion de plantes envahissantes par rapport à la quantité totale de plantes relevées (ou biomasse).

Densité de végétation sur les zones du littoral où il y a des macrophytes

Comme il a été mentionné précédemment, dans le cadre de la caractérisation du littoral menée par le RAPPEL en 2011 (Guérin et autres, 2012), le pourcentage de recouvrement des plantes aquatiques a été évalué par classe pour chaque relevé réalisé. En appliquant la valeur inférieure des classes de recouvrement à chaque relevé et en faisant la moyenne sur l'ensemble du littoral inventorié, on obtient une moyenne de recouvrement de 26,5 % pour chaque relevé où la présence de macrophytes a été évaluée à au moins 10 %.

Nombre total d'espèces relevées

En 2011, 25 espèces végétales aquatiques (ou macrophytes) ont été recensées sur le littoral du lac Trois-Milles.

Dominance de certaines espèces

L'unité pour décrire cette variable est le pourcentage d'espèces dominantes par rapport à la quantité totale de végétaux relevés (ou biomasse). La caractérisation du littoral (Guérin et autres, 2012) disponible ne fournit pas les informations nécessaires pour mener à une telle donnée. En effet, la densité de macrophytes dans chaque zone où apparaît une espèce dite dominante n'est pas disponible et le terme « espèce dominante » n'est pas suffisamment précis pour connaître l'abondance de ladite espèce dans le relevé considéré (il aurait fallu faire des relevés phytosociologiques où chaque plante identifiée se serait vu octroyer un taux de recouvrement sur la longueur du transect). Ainsi il n'est pas possible de fournir la proportion en termes de biomasse des espèces dominantes sur le littoral du lac.

Profondeur maximale de développement des plantes

L'étude des plantes aquatiques menée en 2011 par le RAPPEL (Guérin et autres, 2012) s'est focalisée sur la zone littorale du lac. Des végétaux ont pu être identifiés jusqu'à trois (3) mètres de profondeur, mais l'absence de données en deçà de 3 mètres n'indique nullement l'absence de macrophytes.

2. 2. Macroinvertébrés benthiques

L'expression « macroinvertébrés benthiques » ou « benthos » désigne l'ensemble de la faune invertébrée pouvant être piégée dans un filet de 200 à 500 micromètres et habitant le substrat des zones aquatiques pendant une partie de leur cycle vital; on y retrouve notamment des insectes aux stades larvaires et nymphaire. Les macroinvertébrés benthiques sont reconnus être d'excellents bio-indicateurs ; leur présence en abondance et en diversité dépend de caractéristiques physiques et chimiques précises du milieu aquatique. Étant une source trophique importante des poissons carnivores de premier degré tels les salmonidés, ils sont aussi bio-indicateurs de la qualité de l'habitat du poisson. La plupart des macroinvertébrés benthiques sont à la base du processus menant à la minéralisation de la matière organique morte dans les milieux aquatiques (les autres sont des prédateurs). Certains broient la matière organique (les broyeurs), d'autres vont filtrer les particules résiduelles (les filtreurs), d'autres encore vont décoller la matière organique collée aux roches, etc.

2. 2. 1. Méthodologie d'inventaire

L'inventaire des macroinvertébrés benthiques nécessite de prélever des individus au travers d'échantillonnages. L'emphase de l'inventaire a été portée autour du lac Trois-Milles, incluant l'embouchure des rivières principales : Rivière Noire, Médé et Lacroix. L'échantillonnage du lac (milieu lentique) a été mené selon les directives d'Environnement Canada « *Protocole de mesure de la biodiversité – les macroinvertébrés benthiques dulcicoles* » (Rosenberg et autres, non daté) tandis que l'échantillonnage de l'embouchure des cours d'eau principaux (milieu lotique) a été réalisé selon la méthodologie mise au point par le MDDEFP « *Indice d'intégrité biotique basé sur les macroinvertébrés benthiques et son application en milieu agricole – cours d'eau peu profonds à substrat grossier* » (MDDEFP, 2012).

L'échantillonnage, qu'il soit réalisé en cours d'eau ou en milieu lacustre, doit faire l'objet d'une planification. Pour ce faire, le chargé d'études a utilisé le logiciel Quantum GIS, les données de la BDTQ et de l'APEL3M (bathymétrie) pour situer les endroits où seront effectués les relevés. Le biologiste responsable de l'inventaire a affiné le positionnement des différents points d'échantillonnage directement sur le terrain en fonction des caractéristiques de celui-ci. De manière générale, un seul échantillonnage au filet troubleau (ou benne Ekman lorsque les sédiments étaient trop meubles) a été réalisé dans le substrat grossier à l'aval de chaque affluent permanent du lac (apparaissant en tant que tel dans les données de la BDTQ), quelques dizaines de mètres avant qu'il ne rejoigne le bassin lacustre. Pour le lac, différents types d'échantillonnages ont été réalisés :

- Échantillonnage en profondeur à l'aide d'une benne Ekman (quinze échantillonnages à profondeur comprise entre 1,5 et 4,5 m, un seul dans la fosse du lac)
- Échantillonnage manuel de plages rocheuses par retournement de rochers et décrochage du benthos y étant accroché (quinze sites d'échantillonnage à raison de quarante minutes de recherche par site)
- Échantillonnage des plages à sédimentation fine à l'aide d'un filet troubleau (13 sites), complété par un rapide inventaire des insectes volants se trouvant dans la végétation rivulaire (filet à insectes en journée et piège à lumière la nuit)
- Échantillonnage nocturne à l'aide d'un chalut vertical (neuf échantillonnages)

Remarques : le fichier compilant les données brutes de chaque échantillonnage ainsi que la couche SIG sur laquelle figurent les emplacements précis des différents types d'échantillonnage est fourni en complément à ce rapport. Le matériel utilisé pour effectuer l'inventaire du benthos a été emprunté auprès du département de biologie de l'Université de Sherbrooke (contact : Claude Déry) et auprès du MDDEFP – direction régionale de l'Estrie (contact : René Houle)

Dans un souci de représentativité des échantillonnages, les sites d'inventaires du benthos rivulaire ont été sélectionnés sur le terrain de manière à maximiser la diversité : variations dans l'exposition au vent, le type de rives (aménagées et naturelles), la végétation rivulaire, le substrat sous l'eau, etc. L'inventaire du benthos est reconnu optimal au dégel printanier ou tardivement à l'automne. L'étude des insectes volants rivulaires (à l'aide d'un filet à insectes de jour et d'un piège à lumière la nuit) permet de compenser le biais formé par l'échantillonnage hors dates optimales, car ils sont la forme adulte des larves qui étaient partie intégrante du benthos au dégel printanier (Rosenberg et autres, non daté). Dans le cas présent, bien que l'effort mis à compenser ce biais ne peut être considéré comme suffisant (seulement deux (2) types d'échantillonnage des insectes volants rivulaires), on considérera que l'inventaire du benthos réalisé entre le 17 juin 2013 et le 27 juin 2013 (sans compter l'identification en laboratoire) est suffisamment exhaustif relativement aux objectifs recherchés.

Pour information : D'après les lois québécoises sur la gestion de la faune, un échantillonnage du benthos nécessite l'obtention préalable d'un permis de gestion (permis SEG) délivré par le Ministère des Ressources Naturelles (MRN). Le numéro de permis ayant autorisé ledit échantillonnage sur le lac Trois-Milles et ses affluents est le suivant : 2013-06-12-115-05-G-F.

2. 2. 2. Analyse des données

L'utilisation des macroinvertébrés benthiques en tant que bio-indicateur est reconnue au Québec comme étant très pertinente pour l'évaluation biologique de la qualité des eaux de surface (MDDEFP, 2012). Cependant, s'il a déjà réalisé une méthodologie pour évaluer la qualité biologique des cours d'eau en fonction du benthos, le MDDEFP n'a pas encore publié la méthodologie adaptée aux milieux lacustres. De fait, l'analyse des données de macroinvertébrés benthiques du lac Trois-Milles est inspirée directement du modèle en place aux États-Unis (U.S. EPA, 1998) tandis que l'analyse des données provenant des principaux affluents dudit lac a suivi les recommandations du MDDEFP (MDDEFP, 2012).

D'après l'U.S. EPA, il y a treize (13) variables à considérer lorsque l'on veut se servir des macroinvertébrés benthiques en tant que bio-indicateurs de la qualité d'un lac. Ces variables fortement susceptibles de varier en cas de stress sont présentées au tableau 2.2 suivant. Les données utilisées pour dresser l'état de référence du benthos ont été générées sur le terrain en 2013 selon la méthodologie décrite précédemment. Le texte qui fait suite au tableau vient expliquer et commenter les valeurs qui seront considérées en référence lors des futures campagnes d'évaluation biologique de la qualité du lac Trois-Milles.

Variable	Réponse au stress par rapport à l'état de référence considéré	Valeurs en 2013
Nombre total de taxons	Diminue	41
Nombre moyen d'individus par taxon	Diminue ou augmente	84
Dominance de certains taxons (% d'individus des 2 taxons dominants)	Augmente	42,58 %
Indice de Shannon et Weaver	Diminue	3,71
Proportion des taxons intolérants (côte de tolérance < 4) (%)	Diminue	28,57 %
Proportion d'oligochètes (% du nombre total d'individus)	Augmente si enrichissement en matière organique	0,13 %
Proportion d'éphéméroptères, de trichoptères et d'odonates (% du nombre total d'individus)	Diminue si enrichissement ou baisse d'oxygène dissous	34 %
Proportion de non-insectes (% du nombre total d'individus)	Diminue	27 %
Quantité de taxons de crustacés et de mollusques	Diminue si l'acidité augmente	7
Proportion de crustacés et de mollusques (% du nombre total d'individus)	Diminue si l'acidité augmente	11 %
Moyenne de tolérance des taxons présents	Diminue	4,79
Proportion de filtreurs (% du nombre total d'individus)	Diminue	7 %
Proportion de broyeurs (% du nombre total d'individus)	Diminue si enrichissement	13 %

Tableau 2.2. Variables basées sur les macroinvertébrés benthiques et retenues pour l'évaluation de la qualité biologique du lac Trois-Milles (adapté de *Lake and Reservoir Bioassessment and Biocriteria : Technical Guidance Document* [U.S. EPA, 1998])

Nombre total de taxons

En moyenne, 70 % des macroinvertébrés benthiques que l'on rencontre sont des insectes aux stades larvaires ou nymphaires (stade intermédiaire avant la mue vers le stade adulte [Marshall, 2006]). À ce stade, les espèces sont très difficilement identifiables, parfois même les genres sont non-différenciables. C'est pourquoi on parle de taxon : un taxon correspond à un niveau quelconque de la classification des êtres vivants.

Afin d'homogénéiser les niveaux taxonomiques d'identification entre l'état de référence et les suivis, il est nécessaire que les mêmes ouvrages de détermination soient utilisés. L'identification des taxons lors de la présente étude du benthos s'est basée sur « *Insects, their natural history and diversity* » (Marshall, 2006) et sur le « *Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec* » (Moisan, 2010).

Lors de l'inventaire 2013 du benthos, une collection d'individus de 40 des taxons présents a été réalisée (pour les taxons en suffisamment bon état). En cas de doute sur l'identification de macroinvertébrés benthiques lors du suivi biologique, il sera pertinent que le biologiste alors responsable de l'étude se réfère à cette collection.

Comme il a été mentionné dans la méthodologie, quatre (4) séries d'échantillonnages différents ont été réalisées pour inventorier le benthos du lac. Il est cependant possible que certaines espèces n'aient pas été observées alors qu'elles sont bien présentes dans le lac. En effet, les écrevisses par exemple, ne sont que très rarement récoltées en utilisant le matériel d'échantillonnage standard. Il aurait fallu poser des nasses à vairons avec des appâts à l'intérieur pour vérifier leur présence, mais malheureusement ce matériel n'a pas pu être emprunté ni fabriqué pendant la période d'échantillonnage. Bien qu'il soit intéressant de savoir quelles espèces de macroinvertébrés benthiques pourraient être découvertes dans le lac en utilisant d'autres méthodes d'échantillonnage, il est important que le suivi biologique du benthos se fasse selon la méthodologie énoncée plus haut.

Nombre moyen d'individus par taxons

Le nombre moyen d'individus par taxon est calculé en divisant le nombre total d'individus (tous taxons confondus) par le nombre de taxons présents. Il est deux biais plus ou moins négligeables à considérer : le tamis utilisé avec la benne Ekman pour dégrossir les échantillonnages réalisés dans le fond du lac (où le substrat est constitué en grande majorité de boue) avait des mailles de 425 micromètres ; il n'est pas impossible que certains petits macroinvertébrés benthiques soient passés au travers du tamis (peu probable). Le tri des échantillons réalisés à la benne Ekman dans le fond du lac a été très long étant donné l'importance de matière organique morte dont ils se composaient ; il est probable que plusieurs individus n'aient pas été vus et isolés pour identification. Lors de l'étude 2013, de manière à homogénéiser l'effort accordé au tri des échantillons, le chargé d'étude s'est permis des périodes de tri d'environ deux (2) heures et demie par échantillon récolté à la benne Ekman. Dans le cadre du suivi biologique, il sera important de respecter cette limite temporelle.

Dominance de certains taxons

Avec la méthodologie d'échantillonnage appliquée, deux taxons ont été observés très régulièrement et dominant nettement en nombre sur les autres taxons identifiés : il s'agit des *Chironomidae* (famille des diptères) et des *Leptoceridae* (famille des trichoptères).

Indice de Shannon et Weaver

L'indice de Shannon et Weaver est un outil de plus utilisé pour évaluer la biodiversité présente sur un territoire donné. Plus l'indice est élevé, plus la biodiversité est importante. La valeur de cet indice en 2013 traduit une bonne biodiversité en macroinvertébrés benthiques (il est rare que la valeur de l'indice de Shannon et Weaver dépasse 4,5).

Proportion de taxons intolérants

On dit d'un taxon qu'il est intolérant aux stress environnementaux s'il a une côte de tolérance supérieure à 4. Ces taxons, relativement rares, traduisent par leur présence une bonne qualité du milieu

aquatique. On utilise les côtes de tolérance définies par Hilsenhoff (voir les références précédées de « * » à la fin du document).

Remarque : Attention, on calcule cette variable en considérant les taxons ; on ne tient pas compte du nombre d'individus!

Proportion d'oligochètes

Cette valeur est étonnement faible pour l'état de référence alors que le lac Trois-Milles est reconnu riche en matière organique morte (Desautel et autres, 2005). Selon les résultats des inventaires de suivi qui seront réalisés, il faudra veiller à juger de la représentativité de cette variable et ne pas hésiter à la définir comme aberrante si elle seule varie fortement par rapport à l'état de référence. Il a été décidé de laisser le choix d'évincer ou non cette variable aux chargés d'étude qui s'assureront du suivi du benthos, car ils seront plus à même de juger de la pertinence de garder une telle variable pour évaluer la qualité du lac.

Proportion d'individus d'éphéméroptères, de trichoptères et d'odonates

Les éphéméroptères, trichoptères et odonates sont des familles d'insectes rencontrés aux stades larvaires dans l'eau. Les individus de ces familles sont pour la plupart considérés comme intolérants aux stress environnementaux et donc absents des milieux fortement dégradés (d'après les coefficients d'Hilsenhoff qui sont attribués aux taxons de ces trois familles). Ils représentent 34 % de la macrofaune benthique du lac Trois-Milles.

Proportion d'individus non-insectes

Les macroinvertébrés benthiques n'appartenant pas à la classe des insectes rentrent dans les classes des crustacés et des araignées ou dans les phylums (embranchement taxonomique de la classification des espèces) des annélides, des mollusques, des hydracariens, des nématodes, etc. Comme il a été mentionné précédemment, très peu d'oligochètes (phylum des annélides) ont été recensés dans le lac Trois-Milles ; dans le cas où la variable « proportion d'oligochètes » serait évincée de l'évaluation biologique de la qualité du lac lors des suivis, il faudrait réfléchir à la pertinence de garder les autres variables et tout particulièrement « proportion d'individus non-insectes » qui se trouve indirectement affectée du peu d'oligochètes recensés.

Quantité de taxons de crustacés et de mollusques et proportion de crustacés et de mollusques

Tous les crustacés et les mollusques recensés dans le lac Trois-Milles lors de l'inventaire 2013 du benthos pour dresser l'état de référence, ont des côtes de tolérance supérieures à 4 ; ils sont donc à considérer comme généralement tolérants aux perturbations environnementales. Ces taxons sont cependant peu tolérants aux variations d'acidité. On a dénombré 7 taxons de crustacés/mollusques, représentant 11 % (en proportion d'individus) de la faune benthique inventoriée.

Moyenne de tolérance des taxons présents

Un léger biais a pu s'immiscer dans le calcul de cette variable. En effet, certains groupes taxonomiques ne sont pas attirés d'une côte de tolérance fixe, mais d'une échelle de valeur de

tolérance. Cela est dû au fait que les sous-taxons de ces groupes taxonomiques ont des tolérances différentes. Par exemple, « *Chironomidae* » est un nom de genre regroupant différentes espèces dont les côtes de tolérances varient entre 6 et 8. Étant donné qu'il était impossible pour le chargé d'étude de différencier les espèces au sein de ce groupe, il a pris la moyenne des côtes des espèces appartenant au même groupe taxonomique comme côte de tolérance globale (7 pour les *Chironomidae*).

Lors du suivi, un intérêt particulier devra être porté à suivre la même méthodologie de calcul.

Proportion de filtreurs et proportion de broyeurs

Les filtreurs sont des macroinvertébrés benthiques qui vont filtrer les particules organiques dans l'eau. Ils se nourrissent des plus petites particules et laissent les plus grosses en attendant que d'autres macroinvertébrés spécialisés viennent les déchiqeter en plus petits morceaux (les broyeurs). Les filtreurs et les broyeurs représentent respectivement 7 et 13 % de la faune benthique inventoriée en 2013.

2. 3. Périphyton

Le terme « périphyton » désigne à la fois les micro-organismes (algues, bactéries, protozoaires) et les détritrus qui s'accumulent à la surface des roches ou autres supports inertes dans l'eau. La caractérisation et le suivi du périphyton dans le littoral des lacs représentent un intérêt certain pour apprécier les apports en matières eutrophisantes dans le milieu lacustre. En effet, le lien démontrant l'abondance en périphyton et l'importance des apports en phosphore a été établi et, bien qu'aucune relation ne permette à ce jour de quantifier l'apport en matières eutrophisantes en fonction de l'étude du périphyton, l'abondance relative de ce dernier fournit tout de même une certaine idée de l'ampleur de l'apport eutrophe.

C'est ainsi qu'à l'été 2013, une première étude sur le périphyton a été menée sur le lac Trois-Milles.

2. 3. 1. Méthodologie d'inventaire

La méthodologie d'inventaire a suivi le protocole proposé par le Réseau de Surveillance Volontaire des Lacs (RSVL) et le MDDEFP au sein de la deuxième édition de la « *Trousse des lacs* » (CRE Laurentides, 2007) ; le protocole suivi est en annexe 2.

Étant donné la superficie du lac (environ 1 km²), 9 sites de mesure ont été choisis pour l'étude du périphyton ; la couche SIG avec la localisation des différents sites de mesure est fournie avec le présent rapport. À chaque site, 10 roches de plus de 10 cm de diamètre ont été sélectionnées et trois mesures d'épaisseur du périphyton ont été prises sur chacune d'elles. Les informations relatives à l'abondance et à la couleur des différentes formes de périphyton (tapis et filament) ont aussi été notées.

La période d'inventaire a suivi les recommandations indiquées dans la méthodologie suivie (du 29 juillet 2013 au 1er août 2013) cependant il est à noter que les conditions climatiques n'étaient pas optimales : nuageux, avec du vent et quelques averses. De manière à limiter la marge d'erreur dans la

caractérisation du périphyton, une lampe torche puissante et submersible a été utilisée, mais il n'est pas impossible qu'au moins l'appréciation de la couleur ai été biaisée.

Remarque : cet indicateur n'est pas utilisé ici dans l'état de référence des cours d'eau. Il n'en est donc fait aucune mention dans les annexes relatives à l'état de référence pour les principaux affluents du lac (annexes 1).

2.3.2. Analyse des données

Alors qu'il est connu une certaine corrélation entre l'abondance de périphyton et l'eutrophisation du milieu lacustre, les variables présentées au tableau 2.3 ont été proposées pour étudier l'évolution du périphyton. Il est à noter que l'analyse très succincte qui est présentée dans cette sous-section doit absolument être complétée par l'analyse que le RSVL se propose d'effectuer après une campagne de trois (3) années consécutives de prises de mesure. Dans le cas présent, étant donné que l'année 2013 aura été la première année de caractérisation du périphyton sur le littoral du lac Trois-Milles, une analyse plus poussée pourra être demandée auprès du RSVL après la campagne de caractérisation de 2015.

Le texte qui fait suite au tableau vient expliquer et commenter les valeurs qui seront considérées en référence lors de la future campagne d'évaluation biologique de la qualité du lac Trois-Milles.

Variable	Réponse au stress par rapport à l'état de référence considéré	Valeurs en 2013								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Valeur moyenne de recouvrement de type « tapis »	Augmente	11,6	11,57	8,87	5,97	4,33	11,19	11,87	9,87	8,80
Valeur moyenne de recouvrement de type « filament »	Augmente	9,17	25	13,9	13,6	6	32,33	24,22	76,1	7

Tableau 2.3. Variables basées sur le périphyton et retenues pour l'évaluation de la qualité biologique du lac Trois-Milles.

Valeur moyenne de recouvrement de type « tapis »

Le périphyton prend usuellement deux formes distinctes qui s'ajoutent l'une à l'autre : la forme « tapis » (recouvrement homogène relativement lisse) et la forme « filament » (présence de filaments soumis à oscillation par les courants dans l'eau). Il a été choisi ici de présenter les valeurs moyennes de recouvrement obtenues par site de prise de mesures ; la formule mathématique appliquée pour obtenir cette valeur unique par site de mesures est la suivante : MOYENNE (MOYENNE [épaisseur du périphyton pour chaque roche du site de prise de mesures] X coefficient de recouvrement de ladite roche).

Valeur moyenne de recouvrement de type « filament »

La formule mathématique appliquée pour mesurer ces valeurs (uniques par site de prise de mesures) est la suivante : MOYENNE (longueur maximale des filaments pour chaque roche du site de prise de mesures X coefficient de recouvrement des filaments pour ladite roche).

Remarques :

- *Le protocole proposé par le RSVL implique de prendre d'autres mesures que celles incluses dans la présente analyse (couleur dominante des différentes formes de périphyton, grosseur de chaque roche). Ne voulant se risquer à mal interpréter ces mesures complémentaires, le chargé d'étude 2013 s'en remet à l'analyse que fera le RSVL en 2015 pour compléter les résultats présentés ici.*
- *Remarque : le fichier compilant les données brutes de chaque site de prise de mesures ainsi que la couche SIG sur laquelle figurent les emplacements précis des différents sites sur lequel un suivi doit être fait est fourni en complément à ce rapport.*

2. 4. Mesures physico-chimiques sur l'eau

L'étude des paramètres physico-chimiques de l'eau permet de compléter l'étude biologique de la qualité de l'eau. En effet, il est aujourd'hui possible de déterminer l'impact des valeurs de plusieurs paramètres physico-chimiques sur le vivant et sur les usages anthropiques de l'eau (MDDEP, 2009).

Les mesures physico-chimiques disponibles sur le lac Trois-Milles et qui seront prises en référence pour l'année 2013 sont compilées dans le tableau 2.4 ; le texte qui y fait suite vient commenter le contenu du tableau :

Variable	Réponse au stress par rapport à l'état de référence considéré	Valeurs
Oxygène dissous	Diminue	Voir paragraphe correspondant
Turbidité	Augmente	Voir paragraphe correspondant
Teneur en phosphore	Augmente	14 µg/L (année 2011)
Teneur en Chlorophylle a	Augmente	4,8 µg/L (année 2011)
Carbone organique dissous	Augmente	8,1 mg/L (année 2011)

Tableau 2.4. Paramètres physico-chimiques retenus pour l'évaluation de la qualité biologique du lac Trois-Milles

Oxygène dissous

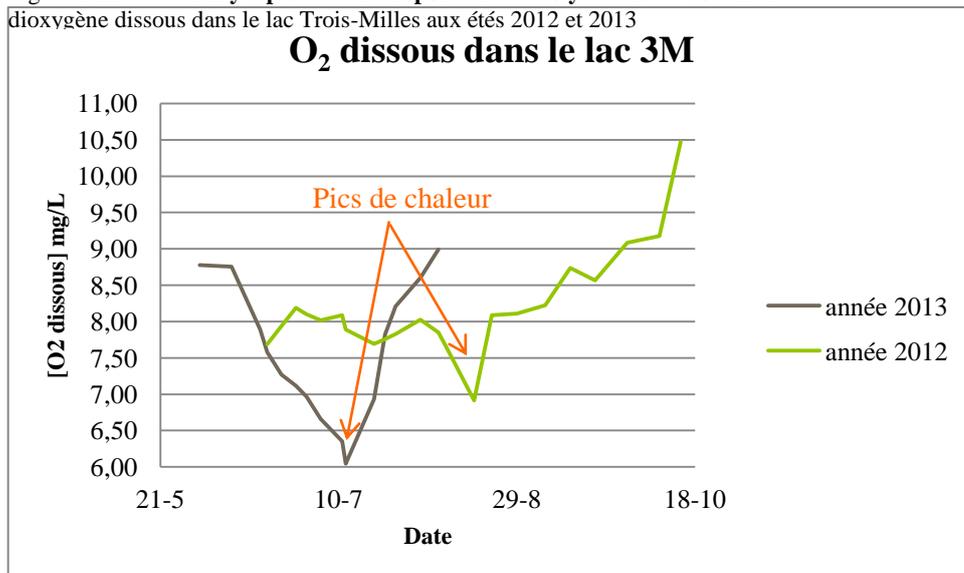
La concentration en oxygène (O₂) dissous indique le potentiel de vie que le lac Trois-Milles peut accueillir. L'oxygène présent dans l'eau provient majoritairement de source atmosphérique et sa dissolution dans l'eau est favorisée par l'agitation de l'eau. Une autre source d'oxygène dissous est la présence d'êtres photosynthétiques dans l'eau (phytoplancton et macrophytes). Cependant cette

contribution est faible, car si ces êtres pratiquent la photosynthèse en journée, ils respirent la nuit et consomment donc de l'oxygène (Olivier, 2012).

L'oxygène dissous est essentiel au métabolisme des êtres aquatiques non photosynthétiques (certains micro-organismes et la faune). Les micro-organismes dégradant de la matière organique morte sont les « premiers » à respirer, viennent ensuite les autres êtres, dont les macroinvertébrés benthiques et les poissons. De fait, lorsqu'un milieu aquatique est riche en minéraux issus de la biodégradation, qu'il est peu profond (favorise le réchauffement des eaux) et que les conditions climatiques sont optimales (soleil et chaleur), les êtres photosynthétiques vont se développer et apporter beaucoup de matière organique à dégrader une fois morts. C'est alors qu'une sérieuse lutte pour l'O₂ dissous se déroule dans le milieu : les micro-organismes (dont les cyanobactéries) vont proliférer et dangereusement abaisser la concentration en O₂ dans le lac, mettant en péril la faune la plus sensible (notamment les salmonidés). L'étude de l'O₂ dissous tout au long de l'été et au fil des années est donc importante, car elle permet de voir l'évolution du lac et de prévoir l'évolution possible des usages du lac à un horizon donné.

Le caractère dynamique de cette variable étant primordial, il a été choisi de présenter ici les données recueillies à l'été 2012 et à l'été 2013 (jusqu'au 7 août 2013) dans la fosse du lac ; la figure 2.1 présente ces données.

Figure 2. **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.** 1. Teneur en dioxygène dissous dans le lac Trois-Milles aux étés 2012 et 2013



Mis à part au fond du lac où règne un état presque anoxique (trop peu d'oxygène pour la vie aquatique, phénomène normal dans les lacs), l'oxygénation moyenne du lac en 2012 et 2013 est supérieure à 90 %, ce qui traduit de relativement bonnes conditions pour le développement de la faune.

Il est essentiel que le suivi se fasse selon les mêmes conditions que celles qui ont été suivies en 2012 et en 2013 : une mesure par semaine dans la fosse du lac (pour la situer, voir le document « *Bathymétrie du lac Trois-Milles* » [Morin, 2012]), lorsqu'il n'y a pas trop de vent et qu'il ne pleut pas. La mesure doit être prise à tous les 0,5 mètre ; pour ramener le tout à une seule valeur par date (tel que présenté

sur la figure précédente), il faut faire la moyenne de toutes les données excepté celles traduisant l'anoxie (très peu d'oxygène), phénomène normal au fond du lac.

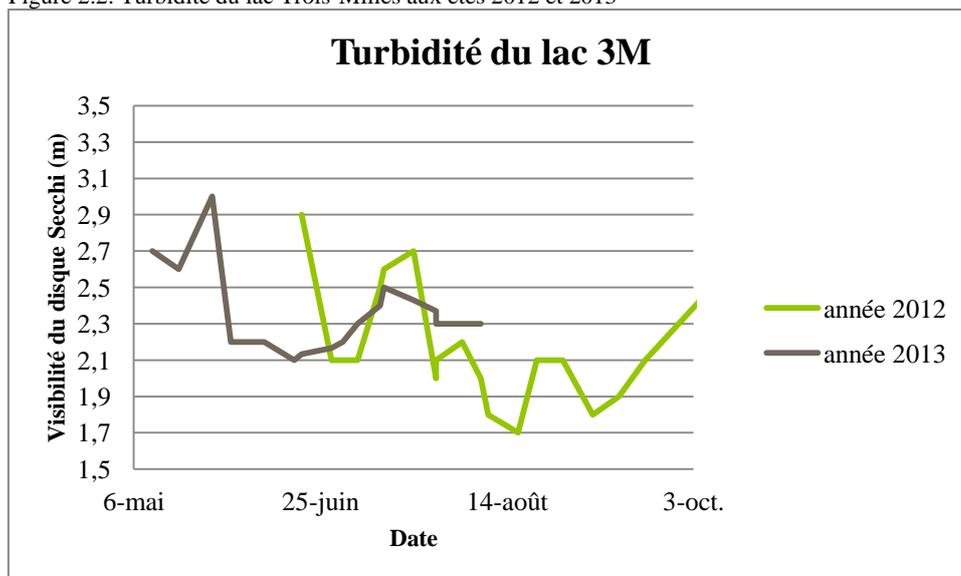
Turbidité

Le terme « turbidité » désigne le caractère trouble de l'eau. On mesure la turbidité du lac Trois-Milles à l'aide d'un disque de Secchi qu'il faut laisser plonger dans l'eau jusqu'au seuil où il devient impossible de le distinguer. On relève alors la profondeur à laquelle se situe le disque (voir annexe 3). Les conditions à respecter lors du suivi ultérieur sont similaires à la prise de mesures pour le suivi du dioxygène dissous (voir paragraphe précédent).

L'eau d'un lac peut se troubler pour différentes raisons cependant, en l'absence d'une perturbation environnementale d'origine climatique et/ou anthropique, la principale est directement corrélée au à la présence en grand nombre de micro-organismes (plancton, protozoaires, cyanobactéries, etc.). Ainsi, le suivi de la turbidité aide entre autres à évaluer l'importance de micro-organismes dans le lac. Une autre information apportée par l'étude de la turbidité d'un lac est le potentiel de développement des êtres photosynthétiques. En effet, plus la turbidité est élevée (faible visibilité du disque de Secchi), plus la lumière est absorbée avant d'atteindre le substrat sur lequel se développent les macrophytes, limitant ainsi le développement de certains d'entre eux. Outre cela, une turbidité trop élevée favorise l'augmentation de la température de l'eau (les particules absorbent le rayonnement) et peut nuire au développement de la faune aquatique, notamment les poissons (dont les salmonidés qui requièrent une eau très claire pour se développer). Finalement, une turbidité trop élevée nuit aux différents usages qu'il est possible aux humains de tirer d'un lac : pêche, baignade, etc. (MDDEP, 2009).

Le caractère dynamique de cette variable étant primordial, il a été choisi de présenter ici les données recueillies à l'été 2012 et à l'été 2013 dans la fosse du lac ; la figure 2.2. présente ces données.

Figure 2.2. Turbidité du lac Trois-Milles aux étés 2012 et 2013



Teneur en phosphore

Le phosphore est un composé chimique que l'on retrouve naturellement dans l'environnement comme en témoigne sa présence dans les os de la faune dite vertébrée. Ce composé est très apprécié des micro-organismes qui décomposent la matière organique. De fait, même s'il se retrouve naturellement dans les eaux lacustres, le phosphore peut devenir un facteur de nuisance. En effet, plus il y a de phosphore, plus les chances de retrouver des cyanobactéries ou autres micro-organismes potentiellement nuisibles sont élevées.

Les fortes doses de phosphore que l'on retrouve dans la majorité des lacs du Québec méridional sont surtout dues à la présence humaine et notamment : l'usage de lessives et savons aux phosphates, le drainage agricole et forestier, etc.

De manière empirique, il est d'usage de considérer qu'à partir d'une concentration de 20 µg/L de phosphore, il y a eutrophisation sérieuse du milieu (MDDEP, 2009). La valeur observée en 2011 (14 µg/L) se situant en dessous de ce seuil, il est à noter que le lac Trois-Milles ne semble pas subir un processus rapide d'eutrophisation même si celui-ci ne doit pas pour autant être négligé. En effet, la concentration en phosphore du lac en 2006 était de 12 µg/L, soit moins élevée qu'en 2011. Le suivi de cette variable permettra de suivre le processus d'eutrophisation du lac.

Teneur en chlorophylle a

La chlorophylle a est un composé permettant la photosynthèse. Étudier la teneur en chlorophylle a d'un milieu aquatique revient à étudier la concentration du milieu en micro-organismes photosynthétiques tels le phytoplancton. La photosynthèse est un processus permettant de produire de l'énergie en transformant de l'eau en dioxygène avec l'aide de l'énergie lumineuse. Les êtres photosynthétiques utilisent l'énergie produite pour se développer et assimiler les nutriments nécessaires à leur croissance. En conséquence, si le milieu est pauvre en nutriments, il y aura peu d'activité photosynthétique. Ainsi, l'étude de la teneur en chlorophylle a permet aussi, par extension, d'apprécier la teneur en nutriment (ou stade d'eutrophisation) du milieu lacustre considéré.

En 2006, la concentration de chlorophylle a (5,3 µg/L) était plus élevée qu'en 2011 (4,8 µg/L) ; l'évolution sur ces cinq (5) années a donc été positive.

Teneur en carbone organique dissous

Le carbone organique dissous, s'il peut être retrouvé naturellement dans l'environnement (c'est un produit dérivé de la biodégradation), est aussi issu des activités anthropiques. Une source anthropique de carbone organique dissous dans l'environnement découle de l'utilisation des produits phytosanitaires.

La présence de carbone organique dissous est, selon le MDDEP (Olivier, 2012), un indicateur de la pollution organique, soit de l'apport de matière organique en trop forte quantité pour la capacité de biodégradation du milieu considéré. Le fort attrait chimique des atomes de carbone pour les molécules de dioxygène (ensemble ils forment le CO₂) fait du carbone organique dissous un concurrent imbattable pour la consommation de dioxygène. Ainsi, la présence de carbone organique dissous peut devenir problématique pour la vie aquatique qui requiert le dioxygène pour respirer. La dynamique

d'oxygénation du lac fonctionnant bien, il est difficile de qualifier la présence de carbone organique dissous comme problématique à l'heure actuelle cependant, le suivi de cette variable est important, car il permettra d'identifier si les actions mises en place (pour limiter l'érosion notamment) portent les fruits escomptés ou non.

Remarque : en 2006, le carbone organique dissous était présent dans le lac Trois-Milles à raison de 6,1 mg/L, sa concentration a donc augmenté entre 2006 et 2011. Il est à espérer que les actions poursuivies par l'APEL3M depuis lors traduiront une baisse progressive du carbone organique dissous dans les prochaines années.

3. ANALYSE DES STRESS POTENTIELS

Étant donné la configuration du bassin versant du lac Trois-Milles, il est possible de supposer plusieurs stress (perturbation environnementale) pour la qualité biologique du lac. Cette section se veut dresser le portrait des principaux stress en question. La figure 3.1 (voir fin de cette section) présente les conséquences globales desdits stress sur le lac Trois-Milles.

3.1. Résidus chimiques de synthèse

Par résidus chimiques de synthèse, on entendra ici tous les éléments chimiques dont la présence et l'abondance résultent de l'utilisation de produits synthétisés par l'être humain (engrais, pesticides, huiles, etc.). La majorité des résidus chimiques de synthèse affectent directement la biodiversité.

Rémi Morin, salarié de l'APEL3M à l'été 2012 (Morin, 2012 b), indiquait dans son rapport de projet que les cours d'eau drainant les terres agricoles du bassin versant du lac Trois-Milles (rivière Lacroix notamment) concentrent proportionnellement plus de phosphore que les cours d'eau drainant uniquement des terres forestières. Les activités agricoles sur le bassin versant à l'étude contribuent donc sûrement, ne serait-ce que marginalement, au phénomène progressif d'eutrophisation affectant le lac Trois-Milles.

Les conséquences directes de l'utilisation d'automobiles sont multiples tel que l'illustre le tableau 3.1. S'il engendre de moindres frais d'entretien et limite les conséquences de l'imperméabilisation comparativement à l'asphalte, la gravelle (dont se composent les chemins d'accès au lac) favorise l'érosion. Le caractère momentanément volatile de la poussière de ce matériau facilite le transfert des différents résidus chimiques et particules organiques érodées vers l'environnement naturel (dont les masses d'eau en connexion avec le lac). Pour limiter ce phénomène, il est aujourd'hui d'usage d'utiliser des abats-poussière ; l'innocuité de ces derniers pour l'environnement reste encore à prouver.

Causes	Résidus de synthèse apportés à l'environnement
Fuites diverses	Hydrocarbures, huiles
Abrasion des surfaces en contact (asphalte et pneus)	Métaux lourds et hydrocarbures
Usure des freins	Métaux lourds
Retombée des gaz d'échappement	Hydrocarbures et microparticules cancérogènes
Utilisation de sels de voirie	Aucun résidu de synthèse, mais beaucoup de minéraux et particules organiques

Tableau 3.1. Conséquences potentielles de l'utilisation courante d'un véhicule thermique (Tiré de *Priority pollutants in urban stormwater* [Gaspéri et autres, 2012])

L'apport de résidus chimiques de synthèse par les riverains du lac est peu probable étant donné les textes législatifs qui interdisent notamment l'utilisation de fertilisants et herbicides. Cependant, il est probable que le lac soit légèrement affecté par la présence d'érablières exploitées sur le bassin versant du lac (mont Sainte-Cécile et bassin versant du cours d'eau Lacroix). En effet, il est possible qu'une partie des résidus des produits de nettoyage utilisés pour l'entretien du matériel d'exploitation atteigne le lac.

Enfin, l'exploitation d'une mine de granit sur le mont Sainte-Cécile participe potentiellement à l'acidification ponctuelle des eaux du lac. Si cela n'est pas dû à l'utilisation de produits de synthèse, ce phénomène résulte tout de même de l'action de l'homme sur le territoire. En effet, le lessivage des poussières de granit provoque la libération de protons H^+ (détermine l'acidité).

3. 2. Apport de sédiments

L'apport de sédiments au lac Trois-Milles est une des problématiques les plus sérieuses et ayant énormément endommagé le lac par le passé. La principale contribution de ce phénomène a été apportée par l'exploitation forestière intensive d'il y a quelques décennies. Celle-ci a particulièrement été pratiquée sur le bassin versant de la Rivière Noire qui est le principal affluent du lac. Les vestiges de cette époque (de nombreux drains forestiers dans le secteur en question) contribuent sûrement aujourd'hui encore à apporter des sédiments jusqu'au lac. L'établissement résidentiel sur le pourtour du lac est un autre type d'apport de sédiments jusqu'au lac, notamment à cause des voies de transport en gravelle qui en dépendent. Enfin, un risque (dont l'importance reste à apprécier) à évaluer pour l'apport en sédiments vers le lac réside dans la forte population de castors étant établie aux abords du lac et notamment sur le bassin versant de la Rivière Noire. Les nombreux barrages qui résultent de la présence du castor, s'ils contribuent aujourd'hui à retenir beaucoup de sédiments, représentent potentiellement une menace pour le lac de demain. En effet, les conséquences de bris de barrages pourraient être fatales pour le lac Trois-Milles (selon les pires scénarios envisagés). Relativement à cette question, le lecteur est invité à consulter le document « *Caractérisation de la présence du castor aux abords du lac Trois-Milles* », actuellement en préparation, mais qui sera disponible en 2014.

L'apport de sédiments vers le lac Trois-Milles contribue directement et indirectement à la perte de qualité du lac Trois-Milles : comblement des sites de fraie, développement surabondant de micro-organismes (cyanobactéries, algues et périphyton) et macrophytes indésirés et enfin perte de biodiversité.

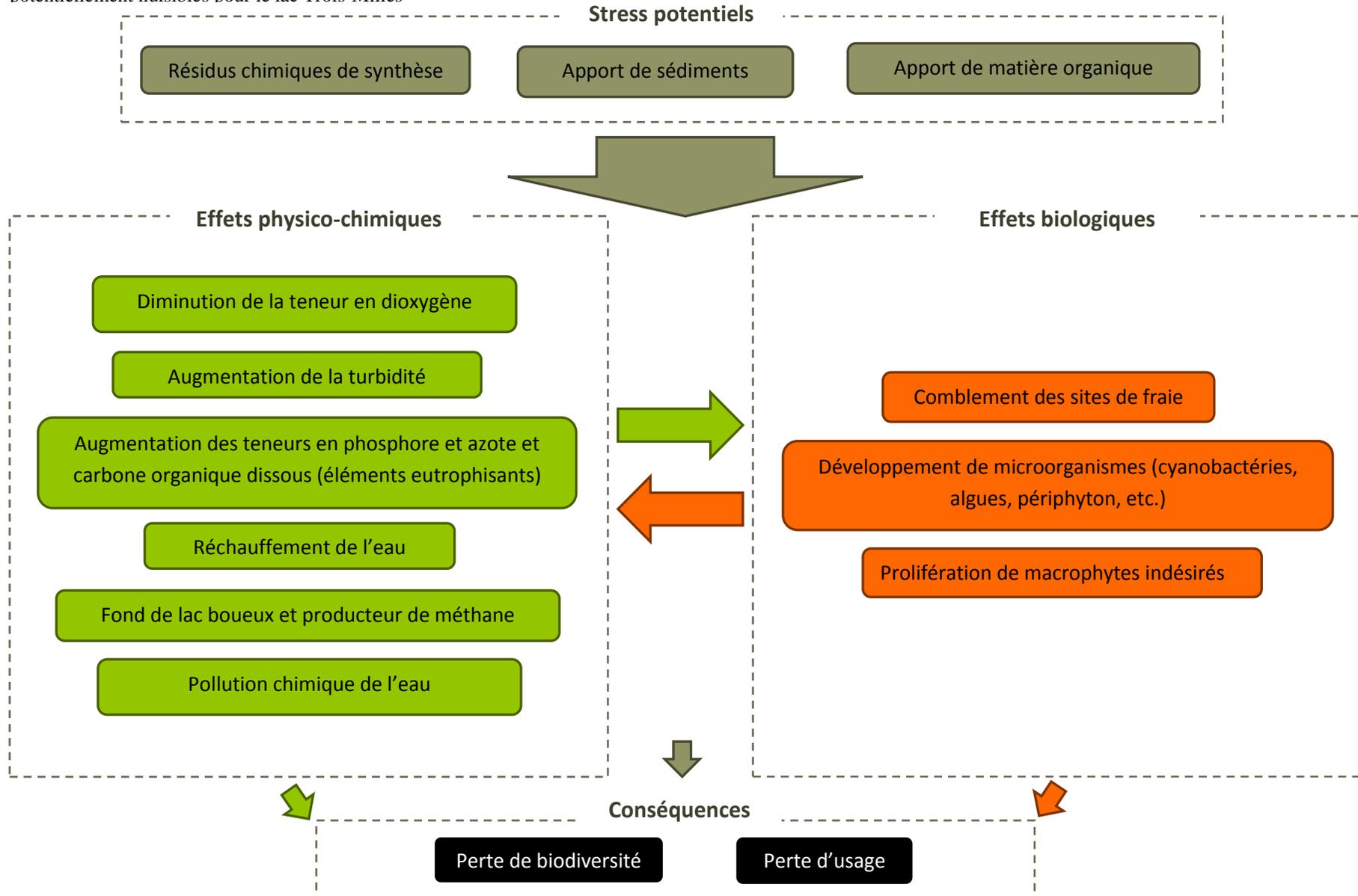
3. 3. Apport de matière organique

Le fond du lac Trois-Milles concentre un mélange de sédiments et de matière organique en lente décomposition anaérobie. Réalisée en absence d'oxygène, cette décomposition fait appel au processus de fermentation qui libère entre autres du méthane (gaz à effet de serre) en plus de rendre disponible les nutriments initialement contenus dans la matière dégradée. Ainsi, l'apport de matière organique dans le lac Trois-Milles constitue une menace sérieuse pour la santé de ce dernier, car elle contribue de manière non négligeable au phénomène d'eutrophisation et de vieillissement du lac.

Un apport important de matière organique est directement lié au caractère principalement forestier du bassin versant du lac Trois-Milles. En effet, que ce soit par l'érosion de l'humus, la chute des feuilles (arbres à feuilles caduques) ou encore la chute de branches et arbres, les cours d'eau et milieux aquatiques sont naturellement alimentés en matière organique. Il est aujourd'hui prouvé que l'exploitation forestière accentue ce phénomène naturel, car cette activité provoque une compaction des sols, rend disponible de plus petits fragments de matière organique (résidus de sciure) et favorise enfin le lessivage de matière organique vers les milieux aquatiques (Langevin, 2004).

Un autre type d'apport de matière organique au lac Trois-Milles est liée à la gestion des pelouses privées. Bien que la quasi-totalité des terrains riverains au lac soient dotés d'une bande riveraine conforme selon la réglementation en vigueur, il semble que cette dernière ne suffise pas partout et tout le temps à retenir l'herbe fraîchement tondue et laissée au sol. En effet, l'été 2013 aura permis d'observer occasionnellement des résidus de tonte flottants à la surface de l'eau. Cette contribution à l'apport de matière organique dans le lac Trois-Milles semble cependant mineure.

Figure 3 **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**3. Schéma synthèse des effets et conséquences des différents stress considérés comme potentiellement nuisibles pour le lac Trois-Milles



4. RECOMMANDATIONS

Cette section présente les recommandations proposées à l’APEL3M pour la suite de ses activités. La première sous-section se veut présenter les actions à mener pour suivre l’évolution biologique de la qualité du lac relativement au portrait 2013 dressé dans ce document. La deuxième sous-section présente quant à elle les recommandations relatives à d’autres études qu’il pourrait être intéressant à mener pour approfondir les connaissances sur le lac Trois-Milles et poser les actions les plus pertinentes.

4.1. Suivi biologique de la qualité du lac

Le présent document dresse le portrait biologique de la qualité du lac Trois-Milles en 2013. Afin de caractériser au mieux l’évolution de ce dernier, il est proposé à l’APEL3M de suivre le calendrier présenté au travers du tableau 4.1. :

Période	Actions recommandées
Fin de l’été 2013 (du 15 août au 5 octobre 2013)	Prise de température, O ₂ dissous et turbidité dans la fosse du lac, relevé du niveau d’eau dans le lac
Printemps et étés 2014, 2015	<ul style="list-style-type: none"> - Prise de température, O₂ dissous et turbidité dans la fosse du lac, relevé du niveau d’eau dans le lac - Inventaire du périphyton suivant le protocole utilisé pour l’inventaire en 2013 ; envoi des données au MDDEFP à la fin de l’inventaire 2015
Printemps et été 2016	Prise de température, O ₂ dissous et turbidité dans la fosse du lac, relevé du niveau d’eau dans le lac
Printemps et été 2017	<ul style="list-style-type: none"> - Prise de température, O₂ dissous et turbidité dans la fosse du lac, relevé du niveau d’eau dans le lac - Inventaire des macroinvertébrés benthiques - Inventaire des macrophytes - Prise de mesures de phosphore, de carbone organique dissous et de chlorophylle a - Analyse de l’ensemble des données (incluant celles prises de 2014 à 2016) suivant le même modèle que le document « Évaluation biologique de la qualité du lac Trois-Milles, été 2013 » ; comparaison avec l’évaluation 2013 - Proposer un nouveau calendrier pour la période de 2018 à 2021

Tableau 4.1. Calendrier qu’il est proposé à l’APEL3M de suivre pour les activités à effectuer pendant la période fin d’été 2013 à fin d’été 2017 relativement au suivi biologique de la qualité du lac Trois-Milles

La « prise de température, O₂ dissous et turbidité dans la fosse du lac, relevé du niveau d’eau dans le lac » est une action à réaliser de manière hebdomadaire chaque année (de mi-mai à mi-octobre) dans le suivi de la qualité du lac. L’analyse rapide de ces données permettra de comprendre l’évolution biologique de la qualité du lac entre le portrait biologique 2013 et sa future édition proposée pour l’année 2017. La prise de ces données physico-chimiques ne requiert pas l’embauche d’un salarié, car elle ne mobilise que 45 minutes (en moyenne) par semaine pour une personne. Il est important que les données soient saisies dans un fichier informatique directement après les prises de mesure sur le terrain afin d’éviter de mauvaises surprises en 2017, lors de l’analyse pour le nouveau portrait

biologique de la qualité du lac Trois-Milles ; un fichier *Excel* « 2014-2017_mesures_lac3M » est fourni avec ce rapport pour la saisie des données durant la période 2014-2017.

L'« inventaire du périphyton suivant le protocole utilisé pour l'inventaire en 2013 » est une action à réaliser durant trois (3) années consécutives à chaque cinq (5) ans. Ainsi la campagne commencée en 2013 finira en 2015 et la future campagne triennale commencera en 2020. Cette action requiert idéalement deux (2) personnes durant deux (2) à quatre (4) jours entre le 20 juillet et le 10 août ; le choix précis des journées devra être fait selon le climat (les plus belles journées). L'inventaire du périphyton en tant que tel ne requiert pas l'embauche d'un biologiste, car le protocole réalisé par le RSVL et le MDDEFP a été adapté pour pouvoir être suivi par des personnes non biologistes. Étant donné que le protocole suivi est celui réalisé par le RSVL et le MDDEFP, il est important que les données soient envoyées et analysées par des biologistes appartenant à cette structure. Il est important que les données soient saisies dans un fichier informatique directement après les prises de mesure sur le terrain afin d'éviter de mauvaises surprises à la fin de l'inventaire 2015, lors de l'envoi au MDDEFP pour analyse ; un fichier *Excel* « 2013-2015_périphyton_lac3M » est fourni avec ce rapport pour la saisie des données durant la campagne 2013-2015.

Les actions recommandées pour l'année 2017 requièrent l'embauche d'un biologiste autonome et disposant d'un minimum de compétences pour effectuer les tâches dont il est question. L'embauche d'une ressource universitaire disposant d'un baccalauréat en biologie serait une opportunité des plus intéressantes pour l'APEL3M et pour l'étudiant embauché qui n'aurait aucune difficulté à valoriser un tel stage pour son futur professionnel. Un échéancier simplifié des actions à effectuer au cours de la saison 2017 est proposé en annexe 4.

4. 2. Autres recommandations

De manière à optimiser le présent rapport, il pourrait être pertinent d'effectuer un inventaire ichtyologique (poissons) sur le lac Trois-Milles. Cet inventaire se justifie par l'atteinte de deux (2) buts : affiner l'évaluation biologique de la qualité du lac Trois-Milles (les poissons sont de bons bio-indicateurs) et caractériser le potentiel actuel de fraie du poisson et de pêche au sein du bassin versant du lac Trois-Milles. Un tel inventaire requiert du matériel et des ressources spécialisées, mais aussi une bonne préparation afin d'adapter les protocoles standards aux buts de l'étude. L'embauche d'un biologiste est une option intéressante ; l'idéal serait de pouvoir associer cette embauche à un partenariat avec une structure possédant le matériel et l'expertise pour soutenir le biologiste embauché.

Remarque : un premier contact avec le MDDEFP – direction régionale de l'Estrie a été effectué à l'été 2013 (contact René Houle). Un tel partenariat pourrait éventuellement être envisagé ; il faudrait y travailler plusieurs mois avant le début prévisionnel de l'inventaire ichtyologique.

La santé du lac Trois-Milles dépendant en grande partie de l'implication des riverains, il est recommandé à l'APEL3M de rendre accessible au public l'ensemble des connaissances dont elle dispose actuellement sur le bassin versant du lac ainsi que toute autre information susceptible d'intéresser les riverains relativement au bassin lacustre (guide ministériel de reconnaissance des

cyanobactéries, etc.). Il pourrait être intéressant de vulgariser cette information afin de la rendre plus accessible et de se servir du portail internet de l'APEL3M comme véhicule d'information.

CONCLUSION

Ce document dresse un portrait biologique de la qualité du lac Trois-Milles. La méthodologie appliquée a impliqué trois (3) bio-indicateurs en plus de variables physico-chimiques.

L'étude des macrophytes, des macroinvertébrés benthiques et du périphyton en tant que bio-indicateurs fournit une bonne image de l'état du lac en 2013. L'étude de certains paramètres physico-chimiques (O₂ dissous, turbidité, carbone organique dissous, chlorophylle a et teneur en phosphore) vient, quant à elle, donner indications complémentaires sur la qualité globale du lac. Le suivi régulier de ces paramètres tant biologiques que physico-chimiques permettra d'apprécier la réalité de l'évolution de la qualité du lac et de prendre les mesures optimales pour le futur du lac Trois-Milles.

RÉFÉRENCES

- Blondel, J., Ferry, C. et Frochet, B. (1981). Point counts with unlimited distance. *Studies in avian biology*, n° 6, p. 414-420.
- *Bode, R.W., Novak, M.A., Abele, L.E., Heitzman, D.L. et Smith, A.J. (2002). *Quality Assurance Work Plan for Biological stream monitoring in New York state*. Albany, NY, NYS Department of environmental conservation, 122 p.
- *Bode, R.W., Novak, M.A. et Abele, L.E. (1991). *Quality Assurance Work Plan for Biological stream monitoring in New York State*. Albany, NYS Department of environmental conservation, 92 p.
- CRE Laurentides (2007). *Trousse des lacs, des outils pour la santé des lacs*. Conseil régional de l'environnement des Laurentides, 367 p.
- Desautel, M. et Lapalme, J. (2005). *Diagnostic environnemental global du bassin versant du lac Trois-Milles*. Sherbrooke, Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la rivière Saint-François, 72 p.
- Gasperi, J., Zgheib, S., Cladiere M., Rocher, V., Moilleron, R. et Chebbo, G. (2012). *Priority pollutants in urban stormwater*. *Water research*, vol. 46, (p. 6693-6703).
- Guérin, A., Martel, J.F., Lanoix, R. et Le, T. (2012). *Caractérisation du littoral - Lac Trois-Milles*. Sherbrooke, Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la rivière Saint-François, 8 p.
- *Hilsenhoff, W.L. (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a Family-level Biotic index. *Journal of the North American Benthological Society*, vol. 7, n° 1, (p. 65-68).
- Hilsenhoff, W.L. (2001). Diversity and classification of insects and collembola. *In Academic Press, Ecology and classification of north american freshwater invertebrates* (p. 661-731).
- Langevin, R. (2004). *Importance au Québec des augmentations des débits de pointe des cours d'eau attribuables à la récolte forestière*. Québec, Québec, gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de l'environnement forestier, 13 p.
- Marshall, S.A. (2006). *Insects, Their Natural History and Diversity - with a photographic guide to insects of eastern North America*. 3^e édition édition, Richmond Hill, Ontario, Firefly Books Ltd, 732 p.
- Martel, J.F. et Dubois, M. (2011). *Délimitation des zones humides et érosion dans le bassin versant du lac Trois-Milles*. Sherbrooke, Regroupement des associations pour la protection des lacs et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la rivière Saint-François, 44 p.
- Meddour, R. (2011). *La méthode phytosociologique sigmatiste ou Braun-Blanqueto-Tüxenienne*. Tizi Ouzou, Université Mouloud Mammeri, 40 p.

- Ministère du Développement Durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) (2012). *Indice d'intégrité biotique basé sur les macroinvertébrés benthiques et son application en milieu agricole - cours d'eau peu profonds à substrats grossier*. Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 72 p. (ISBN 978-2-550-66035-4).
- Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2009). *Critères de qualité de l'eau de surface, Direction du suivi de l'état de l'environnement*, Québec, 442 p. et 12 annexes, <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/critere.pdf> (consulté le 8 mai 2009)
- *Moisan, J. (2010). *Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec - surveillance volontaires 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, 82 p. (ISBN: 978-2-550-58416-2).
- Morin, R. (2012a). *Bathymétrie du lac des Trois Milles 1/75*, Sainte-Cécile-de-Whitton, Association pour la Protection de l'Environnement du Lac Trois-Milles.
- Morin, R. (2012b). *À l'action pour le lac Trois-Milles – rapport de projet*, Association pour la Protection de l'Environnement du Lac Trois-Milles, 36p.
- Olivier, M.-J (2012). *Chimie de l'environnement*. 7^e édition, Québec, Les Productions Jacques Bernier. 444 p. (ISBN: 978-2-9810039-8-0).
- Règlement de contrôle intérimaire sur la protection des plans d'eau*, Municipalité Régionale de Comté du Granit, RCI n°2008-14.
- NatureServe (2013). In NatureServe. *NatureServe explorer: an online encyclopedia of life*. <http://www.natureserve.org/explorer> (Page consultée le 29 avril 2013).
- Rosenberg, D.M., Davies, I.J., Cobb, D.G. et Wiens, A.P. (non daté). *Protocoles de mesure de la biodiversité - Les macroinvertébrés benthiques dulcicoles*. University Crescent, Winnipeg, Manitoba, Ministère des Pêches et des océans, Institut des eaux douces, 47 p.
- *Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax (2013). Taxa tolerance values. In Chebucto community net of Halifax. <http://lakes.chebucto.org/ZOOBENTH/BENTHOS/tolerance.html> (Page consultée le 10 juillet 2013).
- Tanguy, A. et Gourdain, P. (2011). *Guide méthodologique pour les inventaires faunistiques des espèces métropolitaines "terrestres" - volet 2*. Muséum National d'Histoire Naturelle, 195 p. (Collection Atlas de la biodiversité dans les communes).
- United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA ; 1998). *Lake and Reservoir Bioassessment and Biocriteria: Technical Guidance Document*. Washington, DC, U.S. Environmental Protection Agency, 257 p.

ANNEXE 1 : Valeurs 2013 de l'évaluation biologique de la qualité des affluents principaux du lac trois-milles

Nom des cours d'eau concernés : Médé, Lacroix, Dupuis et Rivière Noire

Données disponibles : Macrophytes
 Macroinvertébrés benthiques (méthodologie pour cours d'eau à substrat grossier)
 Périphyton
 Oxygène dissous
 Turbidité
 Teneur en phosphore
 Teneur en chlorophylle a
 Carbone organique dissous

- *Macroinvertébrés benthiques* :

Variable	Réponse au stress par rapport à l'état de référence considéré	Valeurs en 2013			
		Médé	Lacroix	Rivière Noire	Dupuis
Nombre total de taxons (genre)	Diminue	15	20	non applicable	non applicable
Nombre de taxons d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères	Diminue	7	10	non applicable	non applicable
Pourcentage d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères sans les <i>Hydropsychidae</i>	Diminue	37,5 %	58,87 %	non applicable	non applicable
Pourcentage de <i>Chironomidae</i>	Augmente	25 %	3,23 %	non applicable	non applicable
Pourcentage des deux taxons dominants (famille)	Augmente	52,5 %	57,26 %	non applicable	non applicable
Indice biotique d'Hilsenhoff (genre)	Augmente	3,95	3,25	non applicable	non applicable

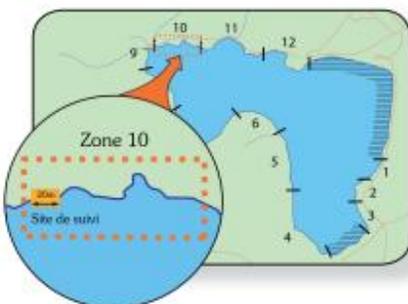
Tableau A1. Variables basées sur les macroinvertébrés benthiques et retenues pour l'évaluation de la qualité biologique du cours d'eau Médé (adapté de *Indice d'intégrité biotique basé sur les macroinvertébrés benthiques et son application en milieu agricole – cours d'eau peu profonds à substrat grossier* [MDDEFP, 2012])

- *Paramètres physico-chimiques*

Variable	Réponse au stress par rapport à l'état de référence considéré	Valeurs en 2012		
		Médé	Lacroix	Rivière Noire
Oxygène dissous	Diminue	9 mg/L	9,7 mg/L	6,4 mg/L
Turbidité	La visibilité diminue	Visibilité supérieure à 90 cm	Visibilité supérieure à 90 cm	Visibilité supérieure à 90 cm
Teneur en Phosphore	Augmente	0,005 mg/L	0,010 mg/L	0,010 mg/L

Tableau A2. Paramètres physico-chimiques retenus pour l'évaluation de la qualité biologique du lac Trois-Milles

Fiche de terrain Protocole de suivi du périphyton



- 1 Déterminez le nombre de sites de suivi et leur emplacement en vous référant aux consignes du protocole. Indiquez l'emplacement des sites sur une carte et sur la fiche d'information sur la localisation des sites de suivi, et inscrivez les coordonnées géographiques que vous obtiendrez à l'aide d'un GPS (près de la rive et au centre du site). Notez également la présence de points de repères.
- 2 Remplissez l'en-tête d'une fiche de collecte de données (une par site de suivi) avant d'effectuer les mesures et les observations demandées.
- 3 Rendez-vous à chacun des sites et effectuez les mesures. Prenez **30 mesures de l'épaisseur** du périphyton avec la règle (idéalement trois mesures par roche, sur 10 roches). Les mesures doivent être prises au millimètre (mm) près sur l'échelle de graduation. Pour chacune des roches sur lesquelles vous effectuez des mesures, faites les observations décrites aux étapes 4 à 6.

- 4 Déterminez la classe de **grosseur** de la roche.
- 5 Déterminez si le périphyton a l'apparence d'un **tapis-film**. Évaluez l'importance relative du recouvrement (classe de pourcentage) de la roche par le tapis-film et indiquez la couleur dominante ainsi que la couleur secondaire, s'il y a lieu.
- 6 Déterminez si le périphyton a l'apparence de **filaments**. Évaluez l'importance relative du recouvrement (classe de pourcentage) de la roche par les filaments et indiquez leur couleur dominante ainsi que leur couleur secondaire, s'il y a lieu. Mesurez également la longueur maximale des filaments (mm).
- 7 Prenez des photos (si possible) du périphyton présent sur les roches. Répétez les étapes 2 à 6 à tous les sites de suivi (idéalement 12 sites).

Suivi du périphyton - Fiche de collecte de données

Nom du plan d'eau : Lac Croissant Secteur : 1 Numéro du site : 10 Date et heure : 10 juillet 2011 / 10h00
Municipalité : Saint-Gédéon Nom des observateurs : Genevieve Beaurivage / Gilles Bakara
Numéro d'identification : 85V-240 Nom de l'organisme : Association du lac Croissant

ROCHES										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N° de mesures	Épaisseur du périphyton (mesure au millimètre près)									
	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
Grosseur des roches										
Classe	1 - 30 à 20 cm		2 - 20 à 10 cm		3 - 10 à 100 cm		4 - 1 à 100 cm			
Classe	3									
Apparence du périphyton										
Classe de % de recouvrement: 1 - 1 à 25 % 2 - 25 à 50 % 3 - 50 à 75 % 4 - 75 à 100 %										
Tapis-film	Si présent, noter la classe de recouvrement et inscrire D ou S pour indiquer la couleur dominante (D et secondaire (S))									
Classe de recouvrement	4									
Couleur	Vari	D								
Classe de filaments	Si présent, noter la classe de recouvrement, la longueur maximale (mm) et inscrire D ou S pour indiquer la couleur dominante (D et secondaire (S))									
Classe de filaments	1									
Longueur maximale	4,2									
Couleur	Vari	S								
Photos	Pris(e) le 10/07/2011 à 10h00									

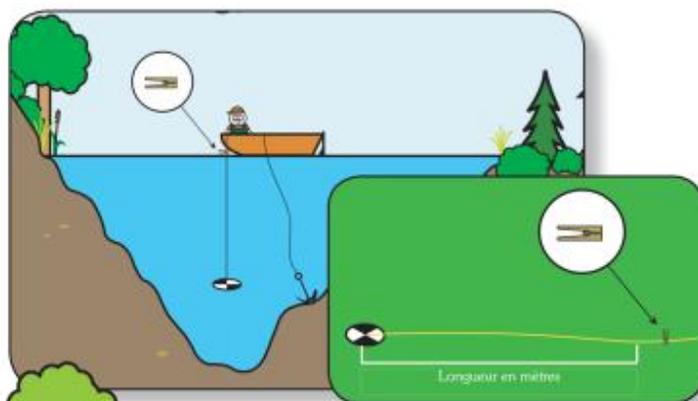


Fiche terrain

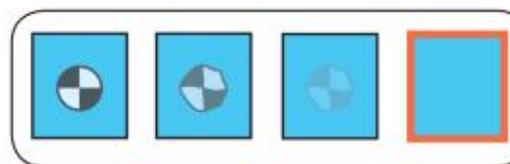
Protocole de mesure de la transparence de l'eau

- Prenez vos mesures entre 10 h et 15 h.
- Évitez les conditions venteuses et pluvieuses.
- Installez-vous dos au soleil.
- Retirez vos lunettes de soleil.

1 Positionnez l'embarcation au-dessus de la station de mesure et ancrez-la. Attendez cinq minutes. Si l'endroit est trop profond pour vous ancrer ou si votre embarcation dérive, lestez le disque de Secchi à l'aide d'un poids.



2 Faites descendre doucement le disque de Secchi dans l'eau jusqu'à ce que vous le perdiez de vue. Faites-le remonter pour qu'il réapparaisse, puis descendez-le de nouveau afin de trouver le point exact où il disparaît.



3 Marquez la profondeur à laquelle le disque disparaît avec une pince que vous placez sur la corde à la jonction de l'air et de l'eau.

4 Mesurez la longueur de la corde entre la pince et le disque de Secchi avec une précision au décimètre. Remplissez la fiche de collecte de données.

ANNEXE 4 : Échéancier des activités recommandées pour l'année 2017

Tâches à effectuer	Temps estimé (h)	Échéancier des tâches														
		Printemps							Été							
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
A) évaluation biologique de la qualité du lac Trois-Milles - 2017																
Macrophytes																
Inventaire terrain	40															
Analyse des données	15															
Macroinvertébrés benthiques																
Inventaire terrain	115															
Analyse des données	15															
Périphyton																
Analyse des données de la campagne 2013-2015	15															
Données physico-chimiques																
Oxygène dissous	10															
Turbidité	10															
Teneur en phosphore	5															
Teneur en chlorophylle a	5															
Carbone organique dissous	5															
Analyse des données	15															
Rédaction du rapport	35															
B) Autre																
Mesure hauteur d'eau	10															
Mesure température eau	10															
TOTAL DES HEURES	295															