



SUIVI DU PÉRIPHYTON DE SEPT LACS DE LA MUNICIPALITÉ DE SAINT-ÉLIE-DE-CAXTON - 2017, 2018 ET 2019 -

**PETIT ET GRAND LACS LONG
LAC PLAISANT
LAC BELL
LACS DU BARRAGE ET GARAND
PETIT LAC ROSE**

Mars 2020



Photos page couverture

Photo de gauche : Prise de mesure de l'épaisseur du périphyton au Grand lac Long à Saint-Élie-de-Caxton en août 2017

Photo de droite : Apparence typique du périphyton (algues brunes) sur les roches au lac du Barrage à Saint-Élie-de-Caxton en août 2017

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination et rédaction

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*¹

Cartographie

Samuel Yergeau, responsable de la géomatique, *B.Sc.*²

Pierre-Marc Constantin, biologiste, *M.Sc.*²

Équipe terrain

Yann Boissonneault, biologiste, *M.Sc.*¹

Pierre-Marc Constantin, biologiste, *M.Sc.*²

Sandra Gérôme, aide en urbanisme et environnement³

Samuel Yergeau, responsable de la géomatique, *B.Sc.*²

Jacob Campeau-Nadeau, stagiaire en géographie²

Révision

Francis Clément, directeur général, *M.Sc.*²

¹ Consultant : *Boissonneault, sciences, eaux et environnement*, www.boissonneault.ca

² Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), www.obvrly.ca

³ Municipalité de Saint-Élie-de-Caxton, www.st-elie-de-caxton.ca/

CETTE ÉTUDE A ÉTÉ RÉALISÉE POUR L'ORGANISME DE BASSINS VERSANTS DES RIVIÈRES DU LOUP ET DES YAMACHICHE (OBVRLY)



Pour nous joindre

Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche, OBVRLY
760, boulevard Saint-Laurent Est
Louiseville, Québec
J5V 1H9

Tél. : 819 498-3033

Adresse de courrier électronique : info@obvrly.ca

Adresse Web : www.obvrly.ca

Référence à citer

BOISSONNEAULT, Y., 2020. *Suivi du périphyton de sept lacs de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton, 2017, 2018 et 2019 : Petit et Grand lacs Long, lac Plaisant, lac Bell, lacs du Barrage et Garand et Petit lac Rose*, rapport réalisé en mars 2020 pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) et pour la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton, 48 pages et 1 annexe.

© OBVRLY, 2020

La réalisation de ce projet a été possible grâce à la participation financière de la Municipalité de Saint-Élie-de-Caxton.

Autorisation de reproduction

La reproduction de ce document, en partie ou en totalité, est autorisée à la condition que la source et les auteurs soient mentionnés comme indiqué dans **Référence à citer**.



Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)

Qu'est-ce qu'un bassin versant ?

Un bassin versant constitue un territoire où l'eau reçue par précipitation s'écoule et s'infiltré pour former un réseau hydrographique alimentant un exutoire commun, le cours d'eau principal.



Source: MELCC

Qu'est-ce que l'OBVRLY ?

L'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY) est une table de concertation où siègent tous les acteurs et usagers de l'eau qui œuvrent à l'intérieur de mêmes bassins versants. L'OBVRLY n'est pas un groupe environnemental, mais plutôt un organisme de planification et de coordination des actions en matière de gestion intégrée de l'eau par bassin versant (GIEBV). C'est donc par la documentation de l'état de la situation sur son territoire d'intervention que l'organisme peut recommander des solutions aux acteurs et usagers afin de maintenir ou d'améliorer la qualité de l'eau et des écosystèmes associés.

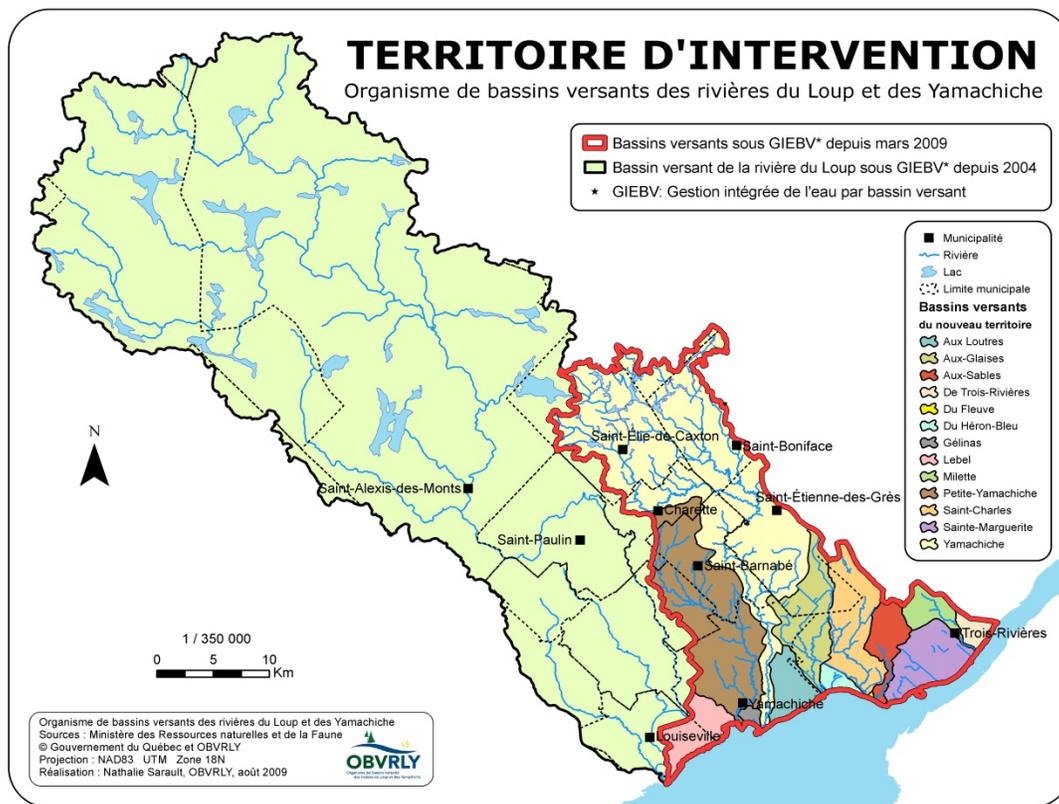


TABLE DES MATIÈRES

Équipe de réalisation	3
Présentation de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY)	5
Introduction	7
Le suivi du périphyton en zone littorale	8
Matériel et méthodes	10
Résultats et interprétation	12
Lac Bell.....	12
Lac Plaisant.....	18
Lacs du Barrage et Garand.....	23
Petit lac Rose	29
Grand lac Long et Petit lac Long.....	32
Conclusion	42
Recommandations - fréquence du suivi du périphyton.....	46
Références	47
Annexe 1 : Phases dans la caractérisation d'un plan d'eau	49



INTRODUCTION

Depuis 2010, l'OBVRLY a effectué plusieurs études des lacs présents sur le territoire de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. Ces études ont été réalisées dans le cadre d'un programme de caractérisation de l'environnement des lacs en trois phases (voir détails à l'annexe 1). En résumé, ce programme consiste à dresser un portrait et un diagnostic environnemental des lacs habités de cette municipalité ce qui permet d'acquérir des informations utiles dans l'élaboration et la mise en œuvre des plans directeurs des lacs et de leur bassin versant. L'objectif principal de ce programme vise donc à protéger et restaurer les lacs qui subissent les pressions des activités humaines qui ont lieu dans leur bassin versant et en milieu riverain, ces activités humaines conduisant généralement à l'eutrophisation* de ces milieux aquatiques.

Ce document présente les résultats d'un suivi complémentaire aux études déjà effectuées† depuis plusieurs années : le suivi du périphyton. Ce suivi, qui a lieu en zone littorale des lacs, est basé sur le protocole élaboré en 2012 par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), le Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE) et le Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL). Le suivi du périphyton, qui doit être effectué pour une période de trois ans, a donc débuté en 2017 pour une première année et a été reconduit en 2018 et 2019. Ce suivi a été réalisé pour les sept principaux lacs habités de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton : Petit lac Long, Grand lac Long, lac Plaisant, lac Bell, Petit lac Rose et lacs du Barrage et Garand.

Ce document présente les résultats de ces trois années de suivi du périphyton pour chacun des sept lacs de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton, ainsi que la méthodologie du protocole de suivi du périphyton. Ce suivi du périphyton maintenant complété permet de préciser et d'augmenter le portrait et diagnostic de ces sept lacs. Il sera ensuite possible de déterminer des actions ciblées qui permettront d'améliorer et de protéger l'environnement de ces lacs.

* Apport excessif en nutriments (azote et phosphore) dans un milieu aquatique, se traduisant par une prolifération des végétaux aquatiques et des algues, et par une diminution de la teneur en oxygène des eaux profondes (adapté de : Office québécois de la langue française, 2007).

† Les rapports des études réalisées par l'OBVRLY depuis 2010 à Saint-Élie-de-Caxton sont disponibles à l'URL suivant : <https://www.obvrlly.ca/rapports>.



LE SUIVI DU PÉRIPHYTON EN ZONE LITTORALE

En 2017, 2018 et 2019, le suivi du périphyton a été réalisé en zone littorale de sept lacs de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton à l'aide du *Protocole de suivi du périphyton* développé par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), le Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides) et le Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL). Afin de bien saisir l'objectif de l'utilisation de ce protocole en lac, voici le préambule de ce protocole paru en 2012 :

« La caractérisation et le suivi du périphyton présent dans le littoral des lacs sont des approches relativement récentes pour évaluer l'eutrophisation de ces derniers. L'intérêt pour cet indicateur vient du lien démontré entre l'abondance du périphyton et l'importance des apports en phosphore, notamment les apports liés à l'occupation humaine dans le bassin versant des lacs. Dans certains lacs, un changement dans le périphyton peut même être un des premiers signes observables de l'enrichissement par les matières nutritives. Le suivi du périphyton à l'aide d'un protocole rigoureux et standard devient donc intéressant pour établir la situation de cette composante et pour suivre son évolution dans le temps. Les résultats vont donner des indications sur l'eutrophisation du lac. » (MDDEP et coll., 2012).



Apparence typique du périphyton (algues brunes) sur les pierres en zone littorale au lac Garand, site Gara-02. Municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. Photo : Yann Boissonneault, 9 août 2017.

Dans ce protocole, on définit le périphyton comme étant une communauté complexe d'organismes microscopiques (algues, bactéries, protozoaires et métazoaires) et de détritiques s'accumulant à la surface des objets (roches, branches, piliers de quai et autres). Aux fins du suivi proposé dans ce protocole, le périphyton comprend tout organisme vivant sur le substrat rocheux (roc, roche et pierre) dans la zone comprise entre 0,3 et 1 mètre de profondeur dans le littoral[‡] du lac. (MDDEP et coll., 2012).

L'objectif de ce protocole consiste donc à mesurer l'épaisseur du périphyton pour plusieurs zones littorales d'un lac afin de détecter les secteurs du lac qui présentent des signes précoces d'eutrophisation. Ce protocole s'appuie, entre autres, sur une étude effectuée par Lambert et coll. (2008) dans les lacs de villégiature des Laurentides qui a démontré que la biomasse du périphyton présente dans la zone littorale augmente significativement en fonction de l'importance de la villégiature, mais non en fonction de

[‡] Le littoral des lacs est la zone peu profonde qui s'étend de la ligne des hautes eaux vers le centre du lac jusqu'à la profondeur où les plantes aquatiques peuvent croître. La largeur du littoral varie autour d'un lac et d'un lac à l'autre. Elle dépend principalement de la bathymétrie du lac (profondeur et pente) et de la transparence de l'eau (MDDEP et coll., 2012).



la concentration en phosphore en eau libre, soit en zone pélagique[§]. Ce protocole de suivi du périphyton s'avère donc être un bon complément pour le suivi précoce de l'eutrophisation des lacs.

[§] En limnologie, la zone pélagique est qualifiée par ce qui se trouve ou se produit en pleine eau, loin du fond et des rivages (Office québécois de la langue française, 2004).



MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les mesures et observations réalisées aux mois d'août en 2017, 2018 et 2019 ont été effectuées pour 45 sites d'échantillonnage (44 sites en 2018 et 2019), d'une largeur de 10 à 20 mètres situés dans la zone littorale, répartis uniformément autour des sept lacs de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton (tableau 1). Ces sites étaient situés dans les secteurs de la zone littorale des lacs qui offraient les conditions propices pour le suivi du périphyton. Ces sites possédaient une zone littorale dont le substrat était dominé par le galet et des blocs rocheux pour les profondeurs comprises entre 0,3 m et 1 m. Les mesures ont été réalisées par Yann Boissonneault accompagné de Sandra Gérôme de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton, de Pierre-Marc Constantin de l'OBVRLY, de Samuel Yergeau et de Jacob Campeau-Nadeau de l'OBVRLY. Au total, 1 350 mesures de l'épaisseur du périphyton ont été effectuées pour les sept lacs en 2017 et 1 320 mesures en 2018 et 2019 respectivement (30 mesures par site, 45 sites, tableau 1).

Tableau 1 : Liste des sept lacs de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton qui ont fait l'objet d'un suivi du périphyton, ainsi que le nombre de sites suivis en 2017, 2018 et 2019 pour chaque lac.

Lacs suivis	Nombre de sites
Lac Bell	6
Lac Plaisant	8
Lac du Barrage	4*
Lac Garand	5
Petit lac Long	4
Grand lac Long	17
Petit lac Rose	1
Total	45

Note : La localisation des sites de suivi du périphyton est présentée à l'aide de cartes pour chaque lac au chapitre « Résultats et interprétation ».

* Seulement trois sites ont été suivis en 2018 et 2019 au lac du Barrage, en raison de l'absence de roche au site Barr-03.



Voici un résumé méthodologique des mesures et des observations réalisées dans le cadre du suivi du périphyton des sept lacs à Saint-Élie-de-Caxton en 2017, 2018 et 2019 (adapté de MDDEP et coll., 2012) :

Épaisseur du périphyton	30 mesures (en mm) par site réparties sur 10 roches, soit 3 mesures par roche
Grosueur des roches	Évaluation de la classe de grosueur de chacune des roches sur lesquelles les mesures sont effectuées
Apparence du périphyton et importance relative	<p>Sur chacune des roches sur lesquelles les mesures sont effectuées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tapis-film de périphyton (si présent), couleurs (dominante et secondaire) et pourcentage de recouvrement • Filaments (si présents) : couleurs (dominante et secondaire), longueur maximale et pourcentage de recouvrement

Note : Pour plus de détails concernant le matériel et les méthodes, se référer au *Protocole de suivi du périphyton* (MDDEP et coll., 2012).

Les barèmes d'interprétation (critère ou seuil) de cette méthode sont encore à établir. Jusqu'à maintenant, le Ministère (MDDELCC, 2014) suggère qu'une épaisseur moyenne du périphyton sur les roches (épilithon) supérieure à 4 mm représente un enrichissement évident d'un secteur donné et un signe de dégradation du lac pouvant être causé par le développement de la villégiature sur son pourtour. Rappelons que les signes que l'on observe dans la zone littorale précéderont les changements qui ont lieu dans la zone pélagique. À titre indicatif, le tableau 2 présente les classes provisoires d'épaisseur du périphyton ainsi que leur interprétation.

Tableau 2 : Classes provisoires d'épaisseur moyenne du périphyton et interprétation. Adapté de MDDELCC, 2014

Épaisseur moyenne du périphyton	Interprétation
0 à 2 mm	Pas de signes évidents de dégradation
2 à 4 mm	Augmentation des probabilités de dégradation
4 mm et plus	Évidence de dégradation



RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

Lac Bell

En **2017**, pour les six sites situés en zone littorale du lac Bell ayant fait l'objet d'un suivi du périphyton, il a été observé que l'épaisseur moyenne du périphyton sur les roches dépassait 2 mm pour quatre des six sites suivis (figure 1 et tableau 3a). Une épaisseur moyenne du périphyton supérieure à 2 mm signifie qu'il y a une augmentation des probabilités de dégradation de la zone littorale du lac à ces endroits. Deux de ces sites de suivi du périphyton (Bell-05 et Bell-06) sont situés dans un secteur peu ou pas habité à l'ouest du lac (carte 1). La présence de débris végétaux (ex. : branches d'arbres) observée à ces sites pourrait expliquer cette épaisseur moyenne relativement plus élevée. Les apports en matière organique et en nutriments provenant de la décomposition des débris végétaux peuvent influencer l'épaisseur du périphyton. Les deux autres sites (Bell-03 et Bell-04) qui présentaient une épaisseur moyenne supérieure à 2 mm sont situés dans le secteur Est du lac Bell (carte 1). La proximité de ces sites de suivi avec le chemin du lac Bell et la présence d'habitations à proximité du lac dans ce secteur pourraient expliquer cette épaisseur moyenne relativement plus élevée pour ces deux sites, en raison des apports en sédiments et en nutriments provenant de ces infrastructures. Cependant, ces quatre sites présentaient une épaisseur moyenne du périphyton qui ne dépassait pas 4 mm (figure 1). Rappelons qu'une épaisseur du périphyton de 4 mm correspond à un seuil au-delà duquel la dégradation du lac est évidente.

Les sites Bell-01 et Bell-02 présentaient une épaisseur moyenne du périphyton qui ne dépassait pas 2 mm, ne suggérant pas de signes évidents de dégradation (figure 1 et tableau 3a). Ces sites sont situés dans le secteur nord du lac Bell, secteur caractérisé par la présence de quelques habitations situées en milieu boisé (carte 1).

Concernant l'importance du recouvrement des roches par le périphyton, nous avons observé aux six sites suivis que plus du deux tiers présentaient un recouvrement de leur surface par le périphyton se situant entre 75 % et 100 %, ce qui peut présenter un signe supplémentaire d'enrichissement en nutriment (eutrophisation). Aucune ou peu de différence de l'importance du recouvrement des roches par le périphyton n'a été observée entre les sites, sauf pour le site Bell-01, pour lequel le pourcentage de recouvrement des roches par le périphyton se situait entre 0 % et 100 % (tableau 3a).

La présence de filaments indique un signe supplémentaire d'enrichissement en nutriments. Au lac Bell, la présence de filaments a été observée pour un seul site (Bell-04) et pour une seule roche (tableau 3a et carte 1).



Tableau 3a : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux six sites inventoriés en zone littorale au lac Bell en 2017 (30 mesures par site), municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
Bell-01	0	1,07 ± 0,21	2	0 à 100 %	0	-
Bell-02	1	1,73 ± 0,28	4	75 à 100 %	0	-
Bell-03	1	2,43 ± 0,43	5	75 à 100 %	0	-
Bell-04	1	3,17 ± 0,59	8	75 à 100 %	1 sur 10	8
Bell-05	1	3,20 ± 0,50	8	40 à 100 %	0	-
Bell-06	1	2,57 ± 0,47	5	75 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).

En **2018**, les résultats du suivi du périphyton démontrent qu'un seul site (Bell-03, tableau 3b) dépassait 2 mm d'épaisseur signifiant qu'il y a une augmentation des probabilités de dégradation de la zone littorale de ce secteur du lac. Ce site est situé au nord-est du lac Bell (carte1) à proximité du chemin du lac Bell. Cependant, ce site présentait une épaisseur moyenne du périphyton qui ne dépassait pas 4 mm (figure 1). Les cinq autres sites présentaient une épaisseur du périphyton qui était inférieure à 2 mm (figure 1, tableau 3b et carte 1).

Il a été observé qu'aux six sites suivis, la majorité des roches présentait un recouvrement de leur surface par le périphyton se situant entre 75 % et 100 %, ce qui peut présenter un signe supplémentaire d'enrichissement en nutriments (eutrophisation) (tableau 3b).

Au lac Bell, la présence de filaments n'a pas été observée, et ce, pour aucun site en 2018 (tableau 3b). Rappelons que la présence de filaments indique un signe supplémentaire d'enrichissement en nutriments.



Tableau 3b : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux six sites inventoriés en zone littorale au lac Bell en 2018, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
Bell-01	0	0,47 ± 0,32	4	75 à 100 %	0	-
Bell-02	0	1,17 ± 0,27	3	75 à 100 %	0	-
Bell-03	1	2,13 ± 0,42	7	75 à 100 %	0	-
Bell-04	0	1,00 ± 0,39	4	75 à 100 %	0	-
Bell-05	0	1,80 ± 0,37	4	75 à 100 %	0	-
Bell-06	0	1,63 ± 0,33	4	75 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).

En 2019, deux sites ont présenté un dépassement de l'épaisseur moyenne du périphyton suggérant qu'il y a une augmentation des probabilités de dégradation de la zone littorale de ces secteurs du lac. Le site Bell-03 est le seul ayant présenté une épaisseur moyenne supérieure à 2 mm pour les trois années de suivi (figure 1 et carte 1). Le site Bell-05 est le second site présentant en 2019 une épaisseur moyenne supérieure à 2 mm. Ce site a aussi présenté un dépassement de ce seuil en 2017. Les autres sites présentaient tous des épaisseurs moyennes du périphyton en dessous de 2 mm, suggérant qu'il n'y a pas de signes évidents de dégradation pour 2019. Aucun site n'a présenté une épaisseur moyenne du périphyton dépassant 4 mm, seuil au-dessus duquel il y aurait eu signe évident de dégradation de la zone littorale à l'égard de l'eutrophisation pour cette dernière année de suivi.

Pour les six sites suivis, la majorité des roches présentait un recouvrement de leur surface par le périphyton qui se situait entre 75 % et 100 %, ce qui peut présenter un signe supplémentaire d'enrichissement en nutriment (eutrophisation) (tableau 3c).

La présence de filaments, qui indique un aussi un signe supplémentaire d'enrichissement en nutriments, n'a pas été observée au lac Bell en 2019.



Tableau 3c : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux six sites inventoriés en zone littorale au lac Bell en 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
Bell-01	0	0,73 ± 0,21	2	75 à 100 %	0	-
Bell-02	0	1,87 ± 0,29	3	75 à 100 %	0	-
Bell-03	1	2,80 ± 0,41	5	75 à 100 %	0	-
Bell-04	1	1,93 ± 0,39	5	75 à 100 %	0	-
Bell-05	0	2,00 ± 0,51	6	75 à 100 %	0	-
Bell-06	0	1,70 ± 0,39	4	75 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).

Synthèse - lac Bell

Les résultats de ce suivi du périphyton réalisé entre 2017 et 2019 suggèrent qu'il n'y a pas de signes évidents de dégradation de la zone littorale au lac Bell, aucune épaisseur moyenne du périphyton dépassant 4 mm n'a été constatée aux six sites inventoriés pendant les trois années de suivi.

En 2017, quatre des six sites présentaient une augmentation des probabilités de dégradation à l'égard de l'eutrophisation (épaisseur du périphyton entre 2 mm et 4 mm). Entre 2017 et 2019, seulement un site (Bell-03) présentait un dépassement de 2 mm d'épaisseur du périphyton pour les trois années de suivi. Dans ce secteur, la proximité de ce site avec le chemin du lac Bell et la présence d'habitations à proximité du lac pourraient expliquer cette épaisseur moyenne relativement plus élevée. Une attention particulière devra être portée à ce secteur, afin de contrôler les apports sédimentaires et en nutriments, et conséquemment, pour prévenir l'eutrophisation qui pourrait découler des activités humaines qui y sont présentes. En 2019, un deuxième site (Bell-05) présentait une épaisseur moyenne du périphyton qui était de 2 mm, seuil au-delà duquel il y a augmentation de probabilités de dégradation de la zone littorale (figure 1).



Épaisseur moyenne du périphyton Lac Bell - 2017, 2018 et 2019

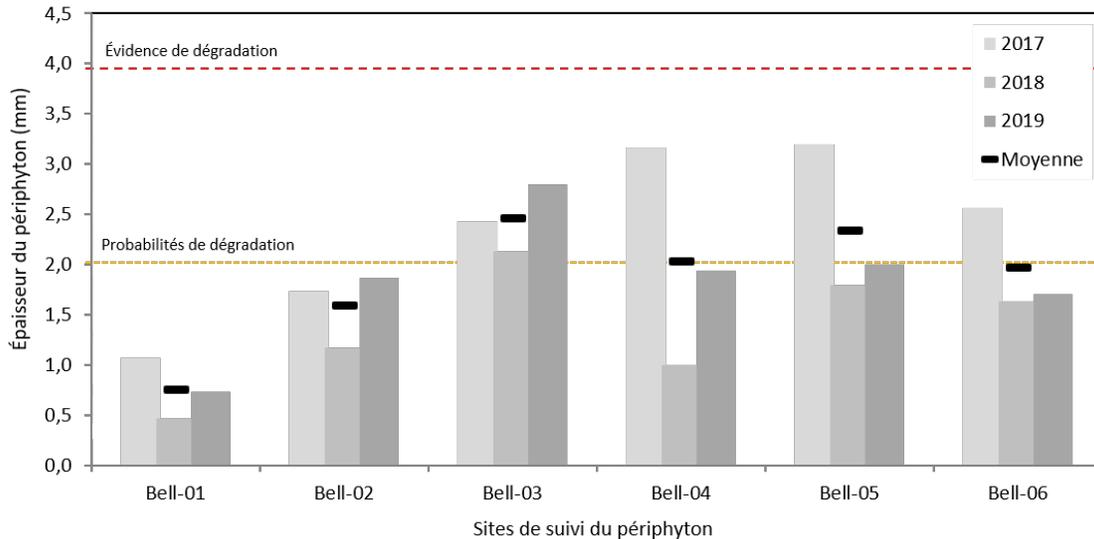
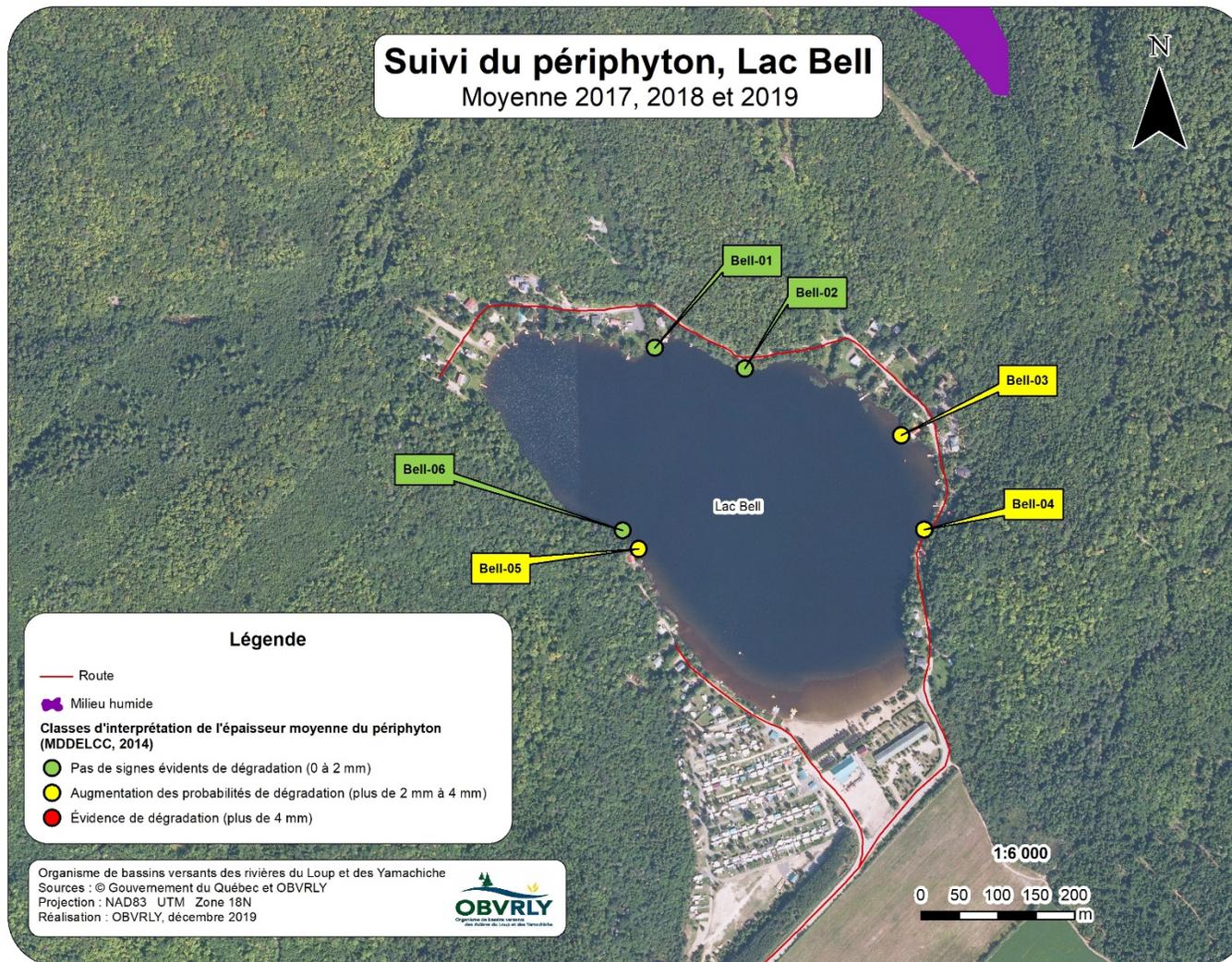


Figure 1 : Épaisseurs du périphyton mesurées aux six sites inventoriés en zone littorale au lac Bell en 2017, 2018 et 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. Bâtons gris = épaisseur moyenne, ligne tiret jaune = seuil à partir duquel il y a augmentation des probabilités de dégradation, ligne tiret rouge = seuil à partir duquel il y a évidence de dégradation. Localisation des sites d'échantillonnage présentée à la carte 1.

Afin de tenir compte des variations interannuelles des conditions météorologiques qui peuvent faire varier l'épaisseur du périphyton, le suivi a été réalisé sur une période de trois années consécutives (2017 à 2019). Comme il est recommandé dans le protocole de suivi du périphyton du ministère (MDDEP et coll., 2012), l'épaisseur moyenne interannuelle de ces trois années de suivi doit être utilisée pour établir le portrait de la zone littorale à l'égard des signes potentiels d'eutrophisation.

Au lac Bell, entre 2017 et 2019, deux sites (Bell-03 et Bell-05; figure 1) présentaient une épaisseur moyenne interannuelle qui se situe entre 2 mm et 4 mm, ce qui suggère une augmentation des probabilités de dégradation de la zone littorale à l'égard de l'eutrophisation. Deux autres sites (Bell-04 et Bell-06; figure 1) présentent des valeurs interannuelles près de ce seuil de 2 mm. Pour deux de ces quatre sites (Bell-05 et Bell-06; carte1) qui se situent dans un secteur peu habité autour du lac, il est difficile d'identifier les causes qui pourraient expliquer ces résultats, alors que les deux autres sites (Bell-03 et Bell-04; carte1) sont situés en milieu habité près du chemin du lac Bell. Les sites Bell-01 et Bell-02, situés au nord du lac Bell dans un secteur relativement boisé dont les pentes sont abruptes, ont présenté une épaisseur moyenne interannuelle du périphyton qui était inférieure à 2 mm, ne suggérant pas de problèmes de dégradation de la zone littorale dans ce secteur.





Carte 1 : Localisation des six sites de suivi de l'épaisseur du périphyton mesurée en zone littorale au lac Bell en 2017, 2018 et 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton



Dans le sens de l'eau !

Lac Plaisant

En 2017, huit sites situés en zone littorale du lac Plaisant ont fait l'objet d'un suivi du périphyton. L'épaisseur moyenne du périphyton sur les roches ne dépassait pas 2 mm pour cinq des huit sites, suggérant qu'il n'y avait pas de signes évidents de détérioration pour ces derniers. L'épaisseur moyenne du périphyton pour ces sites variait de 1,33 mm à 1,90 mm (figure 2 et tableau 4a). Cependant, la majorité des valeurs pour ces sites étaient près de la limite supérieure de la 1^{re} classe d'interprétation et près de la limite inférieure de la 2^e classe (2 mm) (tableau 4a) qui désigne une augmentation des probabilités de dégradation de ces secteurs du lac par l'enrichissement en nutriments.

Trois des sites suivis présentaient une épaisseur moyenne légèrement supérieure à 2 mm (Plais-02 à Plais-04 ; figure 2), suggérant une augmentation des probabilités de dégradation du lac par l'enrichissement en nutriments pour ces secteurs situés au sud du lac Plaisant (carte 2). Comme ce lac est habité dans l'ensemble de son pourtour, aucune cause de perturbation ne peut être identifiée à partir de ces données obtenues pour une seule année de suivi.

Le pourcentage de recouvrement des roches par le périphyton était variable entre les sites, ces variations se situaient entre 0 % et 100 % de recouvrement. De plus, aucun filament n'a été observé sur les roches.

Tableau 4a : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux huit sites inventoriés en zone littorale au lac Plaisant en 2017, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
Plais-01	1	1,60 ± 0,22	3	0 à 100 %	0	-
Plais-02	1	2,10 ± 0,24	3	40 à 100 %	0	-
Plais-03	1	2,13 ± 0,35	4	0 à 100 %	0	-
Plais-04	1	2,17 ± 0,31	4	75 à 100 %	0	-
Plais-05	1	1,90 ± 0,34	5	75 à 100 %	0	-
Plais-06	0	1,33 ± 0,29	4	0 à 100 %	0	-
Plais-07	1	1,90 ± 0,34	5	75 à 100 %	0	-
Plais-08	1	1,80 ± 0,30	4	40 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (±) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de Student (niveau de confiance à 95 %).



En **2018**, aucun des huit sites ne présentait un dépassement de 2 mm de l'épaisseur du périphyton (tableau 4b) suggérant qu'il n'y avait pas de signes évidents de détérioration pour cette seule année de suivi.

Le pourcentage de recouvrement des roches par le périphyton était variable entre les huit sites, ces variations se situaient entre 0 % et 100 % de recouvrement (tableau 4b). De plus, aucun filament n'a été observé sur les roches.

Tableau 4b : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux huit sites inventoriés en zone littorale au lac Plaisant en 2018, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
Plais-01	0	0,87 ± 0,28	3	0 à 75 %	0	-
Plais-02	1	1,57 ± 0,26	4	20 à 100 %	0	-
Plais-03	0	1,37 ± 0,33	4	0 à 100 %	0	-
Plais-04	0	1,23 ± 0,32	3	75 à 100 %	0	-
Plais-05	0	0,63 ± 0,22	2	0 à 40 %	0	-
Plais-06	0	1,23 ± 0,33	3	0 à 75 %	0	-
Plais-07	0	0,73 ± 0,26	2	0 à 40 %	0	-
Plais-08	0	1,17 ± 0,46	6	0 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).

En **2019** au lac Plaisant, la majorité des sites échantillonnés ne présentaient pas de problèmes de dégradation de la zone littorale (tableau 4c). Seulement deux sites (Plais-05 et Plais-08) présentaient un dépassement du seuil de 2 mm de l'épaisseur du périphyton qui suggère une augmentation de probabilités de dégradation de la zone littorale à l'égard de l'eutrophisation. Ces deux mêmes sites présentaient un recouvrement de 75 % à 100 % des roches par le périphyton, ce qui représente un signe supplémentaire d'enrichissement en nutriment pour ces secteurs (carte 2).

Aucun filament n'a été observé en 2019 au lac Plaisant (tableau 4c). La présence de filament de périphyton aurait suggéré un signe supplémentaire de dégradation de la zone littorale.



Tableau 4c : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux huit sites inventoriés en zone littorale au lac Plaisant en 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
Plais-01	0	1,80 ± 0,36	5	0 à 100 %	0	-
Plais-02	0	1,50 ± 0,37	4	0 à 100 %	0	-
Plais-03	0	0,77 ± 0,20	2	0 à 75 %	0	-
Plais-04	1	1,57 ± 0,24	3	75 à 100 %	0	-
Plais-05	1	2,33 ± 0,70	5	75 à 100 %	0	-
Plais-06	0	1,07 ± 0,23	2	0 à 75 %	0	-
Plais-07	1	1,63 ± 0,26	3	0 à 75 %	0	-
Plais-08	1	2,30 ± 0,40	5	75 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).

Synthèse - lac Plaisant

Les résultats de l'épaisseur moyenne du périphyton des trois années de suivi, ainsi que les deux informations complémentaires présentées précédemment (pourcentage de recouvrement et présence de filaments), suggèrent qu'il n'y a pas de signes évidents (épaisseur de plus de 4 mm) de dégradation (eutrophisation) en zone littorale du lac Plaisant. Cependant, les sites Plais-02, 03, 04, 05 et 08 ont présenté de légers dépassements du seuil de 2 mm de l'épaisseur du périphyton, une seule année sur trois pour tous ces sites (figure 2). Ces dépassements suggèrent une augmentation des probabilités de dégradation de la zone littorale dans ces secteurs.

Afin de tenir compte des variations interannuelles des conditions météorologiques qui peuvent faire varier l'épaisseur du périphyton entre les années, le suivi a été réalisé sur une période de trois années consécutives (2017 à 2019). Comme il est recommandé dans le protocole de suivi du périphyton du ministère (MDDEP et coll., 2012), l'épaisseur moyenne interannuelle de ces trois années de suivi doit être utilisée pour établir le portrait de la zone littorale à l'égard des signes potentiels d'eutrophisation.



Entre 2017 et 2019 au lac Plaisant, aucun résultat moyen de l'épaisseur du périphyton ne dépasse le seuil de 2 mm (figure 2), ce qui suggère qu'il n'y a pas de signes évidents de dégradation de la zone littorale à l'égard de l'eutrophisation.

Épaisseur moyenne du périphyton Lac Plaisant - 2017, 2018 et 2019

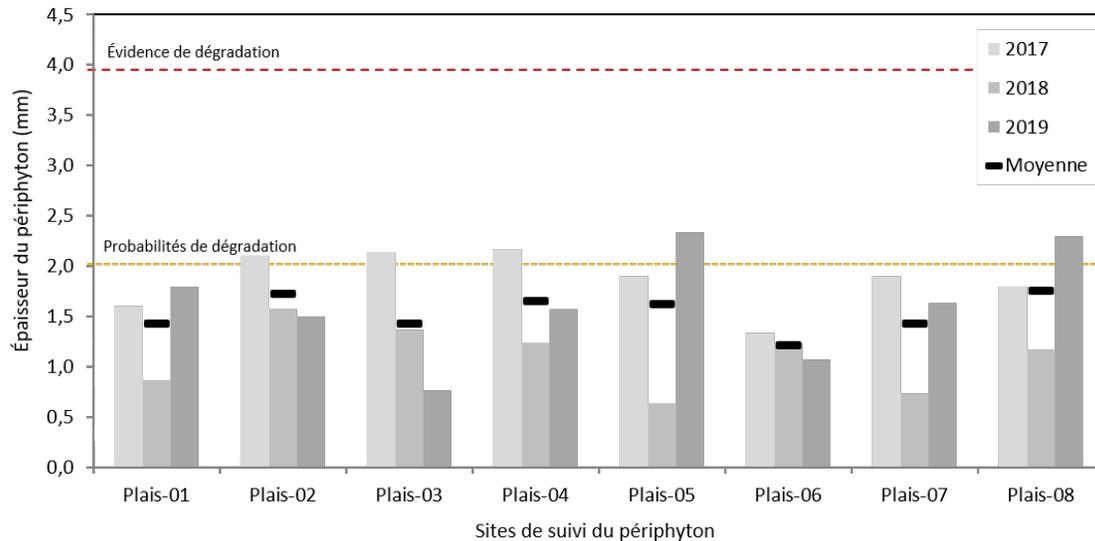
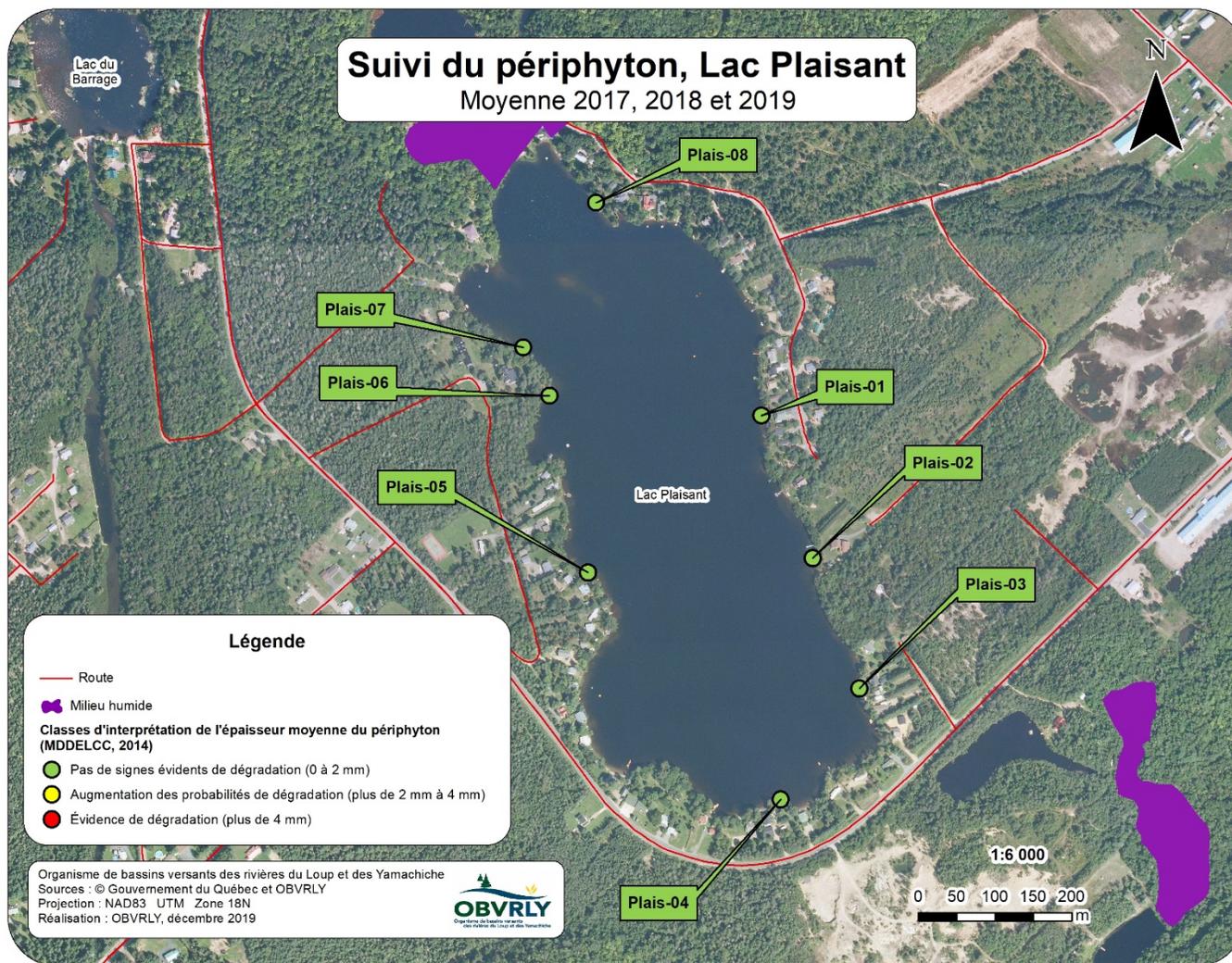


Figure 2 : Épaisseurs du périphyton mesurées aux huit sites inventoriés en zone littorale au lac Plaisant en 2017, 2018 et 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. Bâtons gris = épaisseur moyenne, ligne tiret jaune = seuil à partir duquel il y a augmentation des probabilités de dégradation, ligne tiret rouge = seuil à partir duquel il y a évidence de dégradation. Localisation des sites d'échantillonnage présentée à la carte 2.





Carte 2 : Localisation des huit sites de suivi de l'épaisseur du périphyton mesurée en zone littorale au lac Plaisant en 2017, 2018 et 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton



Lacs du Barrage et Garand

En 2017, au lac du Barrage, pour les quatre sites ayant fait l'objet d'un suivi du périphyton, il a été observé que l'épaisseur moyenne du périphyton sur les roches ne dépassait pas 2 mm pour la majorité des secteurs, soit trois des quatre secteurs suivis (Barr-01 à Barr-03; figure 3, tableau 5a et carte 3), suggérant qu'il n'y avait pas de signes évidents de détérioration pour ces derniers. Seul un site présentait une épaisseur moyenne du périphyton supérieure à 2 mm, suggérant une augmentation des probabilités de dégradation. Ce dernier, Barr-04, est situé dans le secteur ouest du lac du Barrage, secteur caractérisé par plusieurs habitations et un faible couvert végétal (carte 3).

Le pourcentage de recouvrement des roches par le périphyton variait entre 20 % et 100 % pour les quatre sites suivis au lac du Barrage (tableau 5a) et aucun filament n'a été observé pour les sites de suivi de ce lac.

Tableau 5a : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux neuf sites inventoriés en zone littorale aux lacs du Barrage et Garand en 2017 (30 mesures par site), municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
Barr-01	1	1,77 ± 0,28	3	40 à 100 %	0	-
Barr-02	0	1,33 ± 0,28	3	20 à 100 %	0	-
Barr-03	0	1,02 ± 0,22	2	75 à 100 %	0	-
Barr-04	1	2,80 ± 0,42	6	75 à 100 %	0	-
Gara-01	2	4,87 ± 0,60	8	75 à 100 %	9 sur 10	2,4
Gara-02	2	3,77 ± 0,45	6	75 à 100 %	0	-
Gara-03	1	2,20 ± 0,34	5	75 à 100 %	0	-
Gara-04	2	3,33 ± 0,43	6	75 à 100 %	0	-
Gara-05	1	3,27 ± 0,44	6	75 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de Student (niveau de confiance à 95 %).



Pour le **lac Garand**, les cinq sites suivis en **2017** présentaient des épaisseurs moyennes du périphyton supérieures à 2 mm suggérant une augmentation des probabilités de dégradation (eutrophisation) (figure 4, tableau 5a et carte 3). De plus, l'un d'eux (Gara-01) présentait une épaisseur moyenne du périphyton supérieure à 4 mm correspondant à une évidence de dégradation pour ce secteur du lac Garand (carte 3). Ce site était caractérisé par la présence de filaments sur neuf des dix roches inventoriées (tableau 5a), ce qui correspond à un signe supplémentaire d'enrichissement en nutriments. Le pourcentage de recouvrement des roches par le périphyton variait entre 75 % et 100 % pour les cinq sites suivis au lac Garand (tableau 5a), signe additionnel d'enrichissement en nutriments (eutrophisation).

En 2018, la majorité des sites des lacs Garand et du Barrage présentaient des épaisseurs moyennes du périphyton qui étaient moindres que les mesures réalisées en 2017 (figure 3). Sept sites sur les huit inventoriés présentaient des épaisseurs du périphyton inférieures à 2 mm, signifiant qu'il n'y avait pas de signes évidents de détérioration pour ceux-ci. Un seul site présentait un dépassement de ce seuil de 2 mm (Gara-01, tableau 5b), signifiant une augmentation des probabilités de dégradation (eutrophisation) pour ce secteur (carte 3). Il est à noter que ce site présentait aussi en 2017 l'épaisseur du périphyton la plus élevée avec un dépassement du seuil de 4 mm d'épaisseur (tableau 5b et figure 3).

Le site Barr-03 n'a pu faire l'objet de suivi en 2018 (carte 3), en raison de l'absence de roches dans ce secteur vaseux et caractérisé par d'importantes colonies de macrophytes (plantes aquatiques).

Il est à noter qu'en 2017 et 2018 le suivi du périphyton n'a pu être effectué dans le secteur nord-est du lac Garand, car aucune roche n'était présente dans la zone littorale de ce secteur caractérisé par d'importants herbiers aquatiques (carte 3).

Tous les sites inventoriés en 2018 aux lacs Garand et du Barrage présentaient un recouvrement des roches par le périphyton qui se situait entre 75 % à 100 %. Ce recouvrement important représente un signe complémentaire d'eutrophisation (tableau 5b). La présence de filaments n'a été observée pour aucun site inventorié en 2018.



Tableau 5b : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux neuf sites inventoriés en zone littorale aux lacs du Barrage et Garand en 2018, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
Barr-01	0	1,60 ± 0,38	4	75 à 100 %	0	-
Barr-02	0	1,43 ± 0,33	4	75 à 100 %	0	-
Barr-03**	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Barr-04	0	1,05 ± 0,39	3	75 à 100 %	0	-
Gara-01	1	3,40 ± 0,63	8	75 à 100 %	0	-
Gara-02	0	1,47 ± 0,29	4	75 à 100 %	0	-
Gara-03	1	1,57 ± 0,33	5	75 à 100 %	0	-
Gara-04	0	1,77 ± 0,43	5	75 à 100 %	0	-
Gara-05	0	1,00 ± 0,25	3	75 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).

** Ce site n'a pu faire l'objet de mesure en 2018, en raison de l'absence de roches dans ce secteur du lac du Barrage.

En **2019** au **lac du Barrage**, les trois sites qui ont fait l'objet de suivi du périphyton, présentaient des épaisseurs du périphyton qui étaient sous le seuil de 2 mm (tableau 5c), suggérant qu'il n'y a pas de signes évidents de dégradation de la zone littorale à l'égard de l'eutrophisation. Pour le **lac Garand**, deux des cinq sites présentaient des dépassements du seuil de 2 mm (Gara-01 et Gara-02; tableau 5c), suggérant une augmentation des probabilités de dégradation de la zone littorale. Les trois autres sites présentaient des épaisseurs du périphyton sous ce seuil, suggérant qu'il n'y a pas de signes évidents de dégradation de la zone littorale. Pour ces deux lacs, tous les sites présentaient un recouvrement des roches se situant entre 75 % et 100 %. La présence de filaments n'a pas été observée pour ces deux lacs en 2019 (tableau 5c).



Tableau 5c : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux neuf sites inventoriés en zone littorale aux lacs du Barrage et Garand en 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
Barr-01	0	1,57 ± 0,40	4	75 à 100 %	0	-
Barr-02	0	0,83 ± 0,36	5	75 à 100 %	0	-
Barr-03**	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Barr-04	0	1,00 ± 0,43	3	75 à 100 %	0	-
Gara-01	1	2,87 ± 0,44	5	75 à 100 %	0	-
Gara-02	0	2,03 ± 0,38	4	75 à 100 %	0	-
Gara-03	0	1,43 ± 0,35	4	75 à 100 %	0	-
Gara-04	0	1,83 ± 0,48	5	75 à 100 %	0	-
Gara-05	0	1,33 ± 0,34	3	75 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).

** Ce site n'a pu faire l'objet de mesure en 2018 et 2019, en raison de l'absence de roches dans ce secteur du lac du Barrage.



Synthèse - lacs du Barrage et Garand

Les résultats de l'épaisseur moyenne du périphyton, ainsi que les informations complémentaires (pourcentage de recouvrement et présence de filaments) suggèrent une augmentation de la probabilité de détérioration (eutrophisation) pour le lac Garand, alors que l'épaisseur moyenne du périphyton au lac du Barrage suggère qu'il n'y a pas de signes évidents de détérioration de la zone littorale pour ce dernier.

Entre 2017 et 2019, l'épaisseur moyenne interannuelle du périphyton des sites du **lac du Barrage** était inférieure 2 mm (figure 3), ne suggérant pas de signes évidents de détérioration de la zone littorale. Pour le **lac Garand**, l'épaisseur moyenne interannuelle du périphyton dépassait le seuil de 2 mm pour trois des cinq sites (Gara-01, Gara-02 et Gara-04 ; figure 3) suggérant une augmentation des probabilités de détérioration de la zone littorale pour ces secteurs (carte 3). C'est le site Gara-01 qui présentait les valeurs les plus élevées de l'épaisseur du périphyton, avec un dépassement du seuil de 4 mm, mais seulement en 2017 (figure 3).

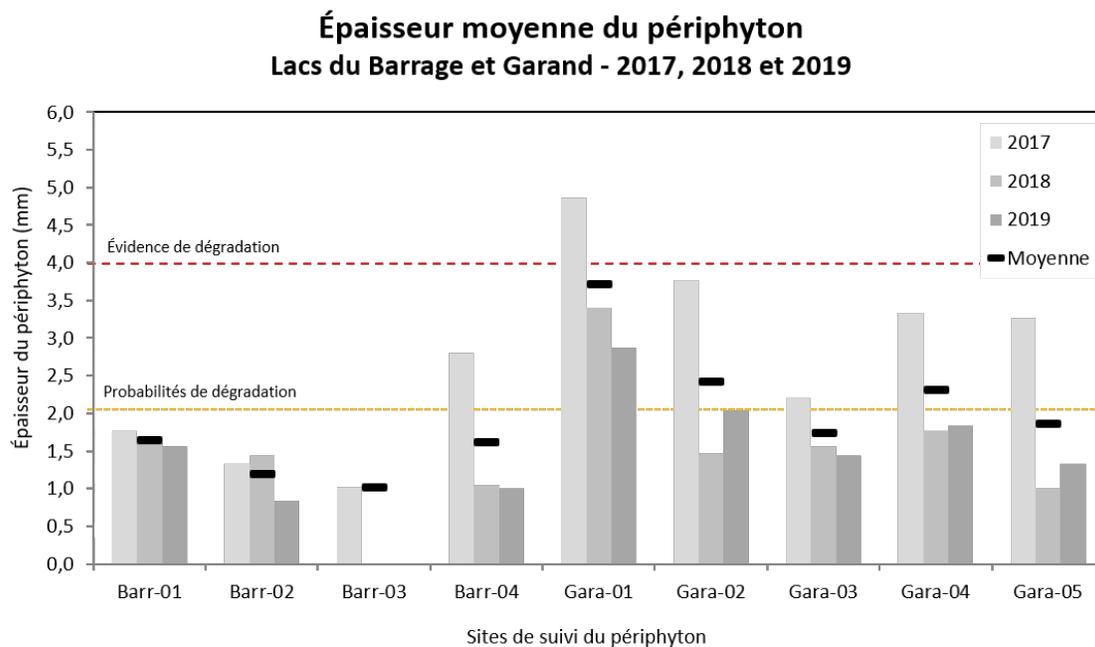
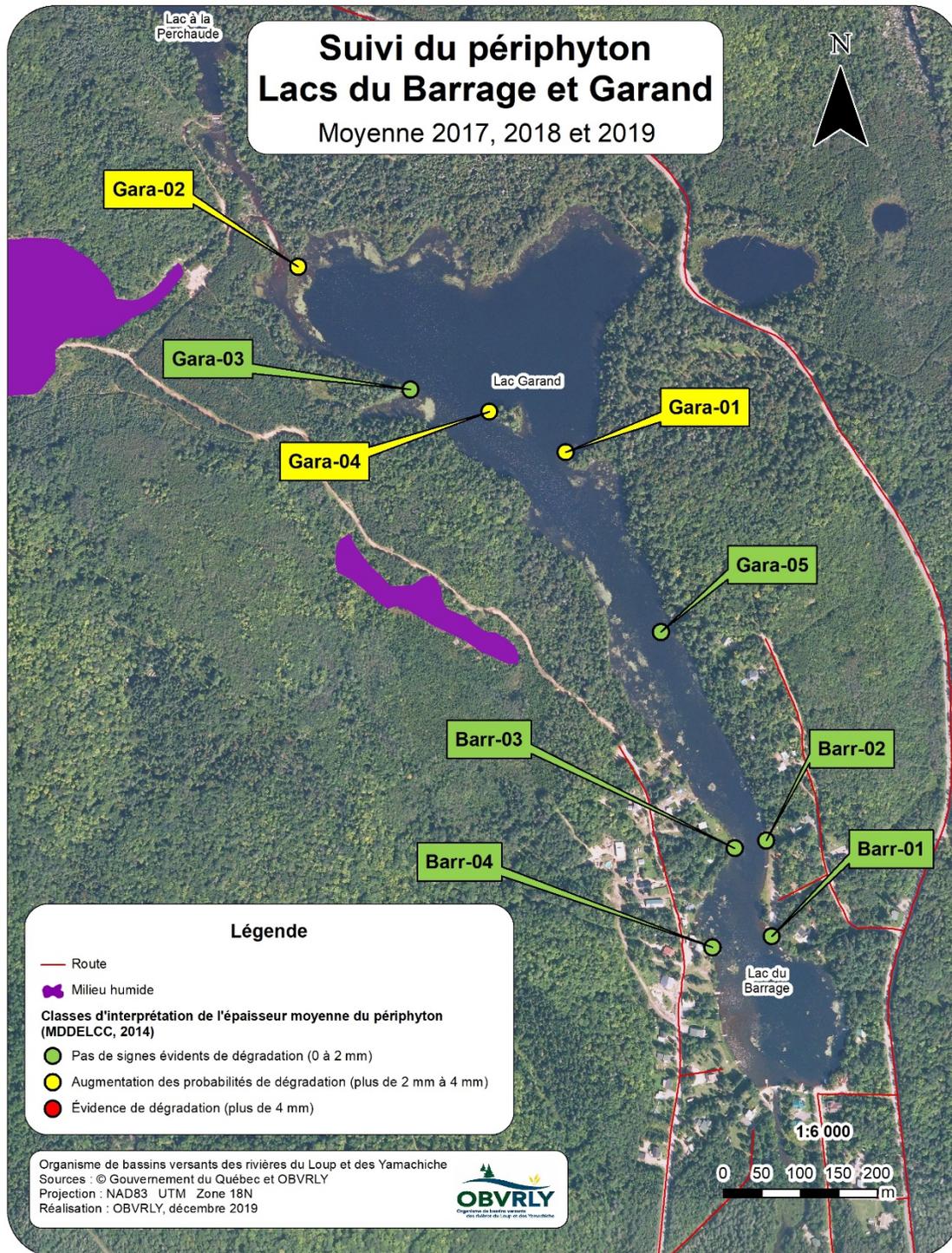


Figure 3 : Épaisseurs du périphyton mesurées aux quatre sites inventoriés en zone littorale au lac du Barrage et Garand en 2017, 2018 et 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. Bâtons gris = épaisseur moyenne, ligne tiret jaune = seuil à partir duquel il y a augmentation des probabilités de dégradation, ligne tiret rouge = seuil à partir duquel il y a évidence de dégradation. Localisation des sites d'échantillonnage présentée à la carte 3.





Carte 3 : Localisation des neuf sites de suivi de l'épaisseur du périphyton mesurée en zone littorale aux lacs Garand et du Barrage en 2017, 2018 et 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton



Petit lac Rose

En **2017**, au Petit lac Rose, seulement un site a pu faire l'objet du suivi du périphyton, en raison de l'absence de roches pour l'ensemble de la zone littorale de ce lac, qui est majoritairement composé d'un substrat sablonneux. Les résultats du suivi du périphyton au site Rose-01 suggèrent une augmentation des probabilités de dégradation, car l'épaisseur moyenne du périphyton était de 2,33 mm (figure 4, tableau 6 et carte 4). Le pourcentage de recouvrement de ces roches se situait entre 75 % et 100 %, appuyant le constat de probabilités de dégradation du lac. Cependant, aucun filament n'a été observé sur les roches de ce site (tableau 6).

En **2018**, l'épaisseur du périphyton était moindre qu'en 2017, et sous le seuil de 2 mm, suggérant qu'il n'y avait pas de signes évidents de détérioration. Contrairement au recouvrement des roches par le périphyton observé en 2017, ce recouvrement se situait entre 0 % et 100 % pour les dix roches qui ont fait l'objet de mesures en 2018. De plus, aucun filament n'a été observé sur les roches de ce site (tableau 6).

Tableau 6 : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton au seul site inventorié en zone littorale au Petit lac Rose en 2017 et 2018, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteur inventorié (année de suivi)	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
Rose-01 (2017)	1	2,33 ± 0,39	5	75 à 100 %	0	-
Rose-01 (2018)	0	0,37 ± 0,20	2	0 à 100 %	0	-
Rose-01 (2019) **	nd	nd	nd	nd	nd	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).

** Ce site n'a pu faire l'objet de mesure en 2019, en raison de l'absence de roches dans ce secteur du Petit lac Rose.

En **2019**, aucun site n'a pu être échantillonné au Petit lac Rose, en raison de l'absence de roches. En 2017 et 2018, seulement un site avait fait l'objet d'un échantillonnage en raison de la rareté des roches, le fond du Petit lac Rose étant majoritairement composé de sable. Il est possible que les roches qui étaient présentes au site Rose-01 en 2017 et 2018 aient été enfouies sous le sable ou retirées par des riverains, soit avant l'échantillonnage qui a eu lieu au mois d'août 2019.



Synthèse – Petit lac Rose

Malgré que le suivi du périphyton ait été effectué pour un seul site au Petit lac Rose, les résultats de cette étude suggèrent une augmentation des probabilités de dégradation (eutrophisation) pour ce secteur du lac en 2017. Cependant, l'épaisseur moyenne du périphyton était beaucoup plus faible en 2018, suggérant qu'il n'y avait pas de signes évidents de détérioration pour cette dernière année de suivi. L'épaisseur moyenne interannuelle du périphyton de ces deux années se situe sous le seuil de 2 mm, suggérant l'absence de détérioration dans la zone littorale du Petit lac Rose (figure 4).

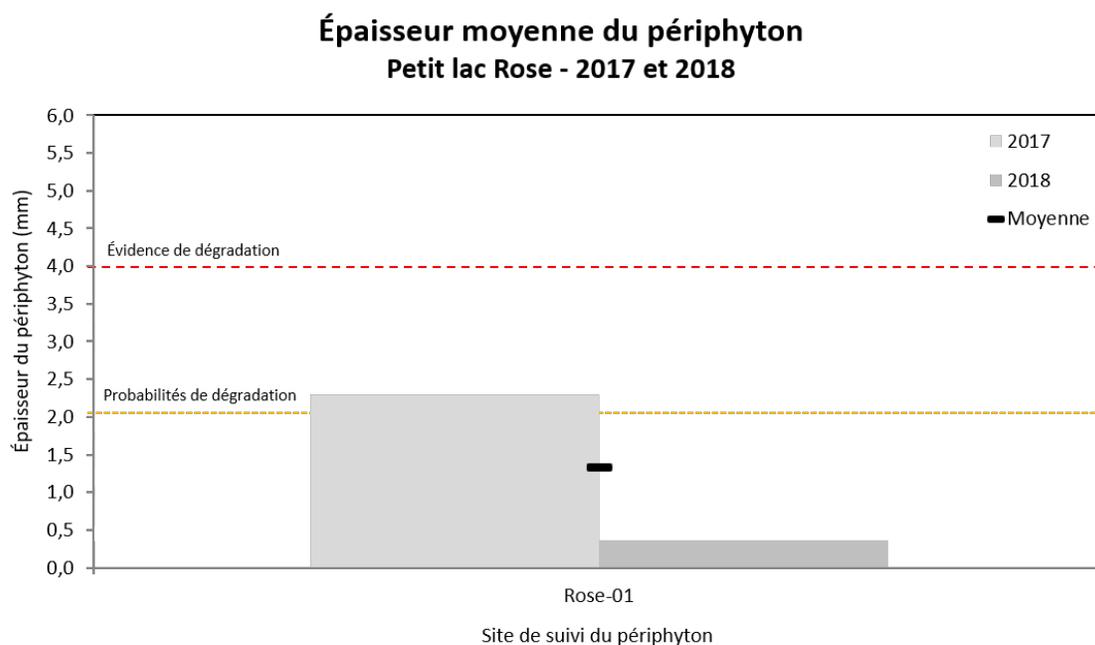
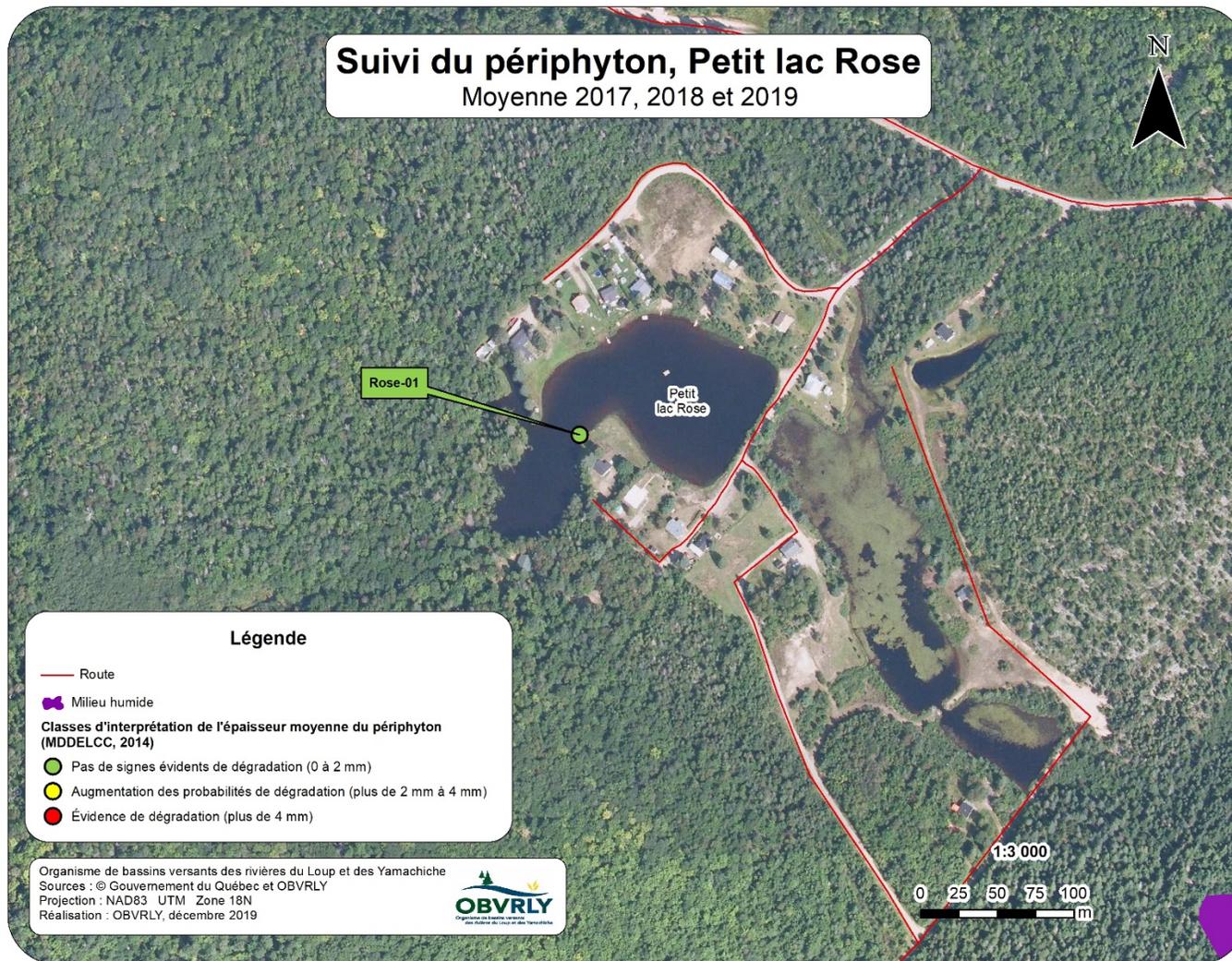


Figure 4 : Épaisseurs du périphyton mesurées à un seul site inventorié en zone littorale au Petit lac Rose en 2017 et 2018, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. Bâtons gris = épaisseur moyenne, ligne tiret jaune = seuil à partir duquel il y a augmentation des probabilités de dégradation, ligne tiret rouge = seuil à partir duquel il y a évidence de dégradation. Localisation des sites d'échantillonnage présentée à la carte 4.





Carte 4 : Localisation du seul site de suivi de l'épaisseur du périphyton mesurée en zone littorale au Petit lac Rose en 2017 et 2018, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton



Dans le sens de l'eau !

Grand lac Long et Petit lac Long

En **2017**, au **Grand lac Long**, pour les dix-sept sites ayant fait l'objet d'un suivi du périphyton, il a été observé que l'épaisseur moyenne du périphyton sur les roches ne dépassait pas 2 mm pour un seul site sur ces dix-sept. Quatorze sites présentaient une épaisseur moyenne du périphyton supérieure à 2 mm (et moindre que 4 mm), suggérant une augmentation des probabilités de dégradation (eutrophisation) pour ces secteurs (figure 5, tableau 7a et carte 5). Deux des dix-sept sites présentaient une épaisseur moyenne du périphyton supérieure à 4 mm, indiquant une évidence de dégradation de ces secteurs de la baie située au nord-est du lac (carte 5).

Près des deux tiers des dix-sept sites inventoriés présentaient un recouvrement des roches par le périphyton qui se situait entre 75 % et 100 % de recouvrement (tableau 7a). De plus, douze sites sur les dix-sept inventoriés présentaient des filaments.

En **2018**, au **Grand lac Long**, l'épaisseur moyenne du périphyton de tous les sites présentait un dépassement du seuil de 2 mm (tableau 7b), épaisseur du périphyton au-delà de laquelle il y a une augmentation des probabilités de dégradation. Un seul site présentait un dépassement de 4 mm d'épaisseur, seuil au-delà duquel il y a une évidence de dégradation. Ce site (Glong-09) est situé dans le secteur de la baie au nord-est du lac (carte 5). Ce même site avait présenté en 2017 un dépassement du seuil de 4 mm d'épaisseur. En 2017, le site GLong-10, situé près du site GLong-09 dans le même secteur, présentait aussi un dépassement de 4 mm d'épaisseur du périphyton, et en 2018 ce même site présentait une épaisseur moyenne du périphyton de 3,8 mm, valeur près du seuil de 4 mm (tableau 7b).

Tous les sites inventoriés en 2018 au Grand lac Long présentaient un recouvrement des roches par le périphyton qui se situait entre 75 % et 100 % de recouvrement (tableau 7b). La présence de filaments n'a été observée pour aucun site en 2018.



Tableau 7a : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux dix-sept sites inventoriés en zone littorale au Grand lac Long en 2017, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
GLong-01	1	3,23 ± 0,41	5	75 à 100 %	0	-
GLong-02	1	2,73 ± 0,34	4	75 à 100 %	1 sur 10	5
GLong-03	1	1,70 ± 0,34	5	40 à 100 %	1 sur 10	7
GLong-04	1	3,10 ± 0,48	5	75 à 100 %	1 sur 10	20
GLong-05	1	3,00 ± 0,40	5	40 à 100 %	6 sur 10	11,4
GLong-06	1	2,10 ± 0,37	5	40 à 100 %	1 sur 10	5
GLong-07	1	3,17 ± 0,41	6	40 à 100 %	0	-
GLong-08	1	2,07 ± 0,39	5	75 à 100 %	0	-
GLong-09	2	4,60 ± 0,59	10	75 à 100 %	5 sur 10	12,4
GLong-10	1	4,30 ± 0,46	6	75 à 100 %	7 sur 10	8,6
GLong-11	1	2,87 ± 0,42	5	40 à 100 %	0	-
GLong-12	2	3,77 ± 0,48	8	75 à 100 %	3 sur 10	7,3
GLong-13	1	2,80 ± 0,34	5	75 à 100 %	1 sur 10	6
GLong-14	1	2,53 ± 0,35	4	40 à 100 %	6 sur 10	10,2
GLong-15	1	3,13 ± 0,40	6	75 à 100 %	0	-
GLong-16	1	3,27 ± 0,48	7	75 à 100 %	6 sur 10	11,8
GLong-17	1	2,80 ± 0,34	5	75 à 100 %	1 sur 10	8

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).



Tableau 7b : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux dix-sept sites inventoriés en zone littorale au Grand lac Long en 2018, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
GLong-01	1	2,07 ± 0,39	5	75 à 100 %	0	-
GLong-02	1	3,70 ± 0,54	8	75 à 100 %	0	-
GLong-03	1	2,77 ± 0,47	6	75 à 100 %	0	-
GLong-04	1	3,43 ± 0,56	8	75 à 100 %	0	-
GLong-05	1	3,10 ± 0,52	5	75 à 100 %	0	-
GLong-06	1	2,67 ± 0,29	4	75 à 100 %	0	-
GLong-07	0	2,80 ± 0,59	6	75 à 100 %	0	-
GLong-08	0	2,47 ± 0,52	6	75 à 100 %	0	-
GLong-09	2	4,00 ± 0,47	7	75 à 100 %	0	-
GLong-10	1	3,80 ± 0,46	6	75 à 100 %	0	-
GLong-11	0	3,27 ± 0,72	10	75 à 100 %	0	-
GLong-12	2	3,20 ± 0,41	5	75 à 100 %	0	-
GLong-13	1	3,10 ± 0,49	6	75 à 100 %	0	-
GLong-14	1	3,17 ± 0,48	6	75 à 100 %	0	-
GLong-15	1	3,53 ± 0,77	10	75 à 100 %	0	-
GLong-16	0	2,53 ± 0,37	5	75 à 100 %	0	-
GLong-17	0	2,07 ± 0,42	5	75 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).

En 2019 au **Grand lac Long**, la plupart des sites présentaient une épaisseur moyenne du périphyton inférieure à 2 mm (tableau 7), contrairement aux années 2017 et 2018 où la plupart des sites présentaient un dépassement de ce seuil. Les sites GLong-05, 12 et 16 sont les seuls sites en 2019 qui dépassaient ce seuil.



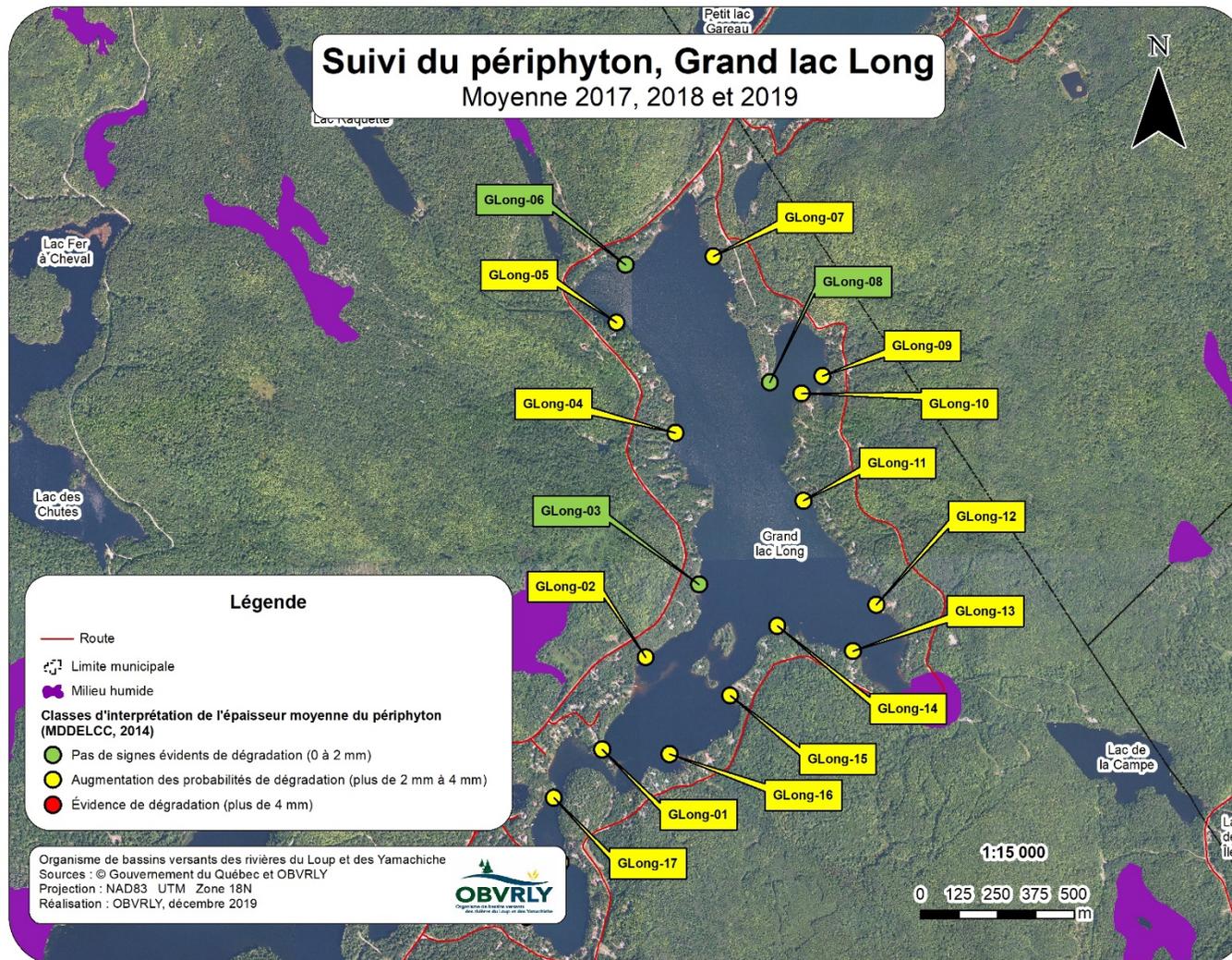
Tableau 7c : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux dix-sept sites inventoriés en zone littorale au Grand lac Long en 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
GLong-01	0	0,87 ± 0,18	2	75 à 100 %	0	-
GLong-02	0	1,07 ± 0,30	3	75 à 100 %	0	-
GLong-03	0	1,30 ± 0,35	4	75 à 100 %	0	-
GLong-04	0	1,40 ± 0,26	3	75 à 100 %	0	-
GLong-05	1	2,23 ± 0,35	5	75 à 100 %	0	-
GLong-06	0	0,97 ± 0,24	3	75 à 100 %	0	-
GLong-07	0	1,93 ± 0,45	5	75 à 100 %	0	-
GLong-08	0	1,37 ± 0,26	3	75 à 100 %	0	-
GLong-09	0	1,80 ± 0,37	4	75 à 100 %	0	-
GLong-10	1	1,97 ± 0,33	4	75 à 100 %	0	-
GLong-11	0	1,10 ± 0,37	5	75 à 100 %	0	-
GLong-12	0	2,03 ± 0,49	4	75 à 100 %	0	-
GLong-13	0	1,50 ± 0,40	4	75 à 100 %	0	-
GLong-14	0	1,87 ± 0,42	4	75 à 100 %	0	-
GLong-15	1	1,50 ± 0,24	3	75 à 100 %	0	-
GLong-16	0	2,20 ± 0,49	5	75 à 100 %	0	-
GLong-17	0	1,83 ± 0,30	4	75 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).

Concernant le recouvrement des roches par le périphyton, les roches de tous les sites étaient recouvertes de 75 % à 100 % de leur surface (tableau 7c), ce qui constitue normalement un signe supplémentaire d'enrichissement en nutriment de la zone littorale.





Carte 5 : Localisation des dix-sept sites de suivi de l'épaisseur du périphyton mesurée en zone littorale au Grand lac Long en 2017, 2018 et 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton



En **2017**, au **Petit lac Long**, pour les quatre sites ayant fait l'objet d'un suivi du périphyton, il a été observé que l'épaisseur moyenne du périphyton sur les roches dépassait 2 mm pour tous les secteurs inventoriés (figure 6, tableau 8a), suggérant une augmentation des probabilités de dégradation. Deux de ces sites dépassaient 4 mm d'épaisseur du périphyton indiquant une évidence de dégradation de ces deux secteurs situés au nord-est et au sud-est du Petit lac Long (sites PLong-01 et PLong-02; figure 6, tableau 8a et carte 6).

Trois sites sur les quatre inventoriés étaient caractérisés par la présence de filaments sur plus de la moitié des roches inventoriées (PLong-01 à PLong-03 ; tableau 8a), ce qui correspond à un signe supplémentaire d'enrichissement en nutriments. Le pourcentage de recouvrement des roches par le périphyton variait entre 75 % et 100 % pour ces mêmes trois sites suivis au Petit lac Long (tableau 8a), un autre signe supplémentaire d'enrichissement en nutriments (eutrophisation).

Tableau 8a : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux quatre sites inventoriés en zone littorale au Petit lac Long en 2017, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
PLong-01	3	4,90 ± 0,53	9	75 à 100 %	8 sur 10	26,1
PLong-02	2	4,30 ± 0,45	8	75 à 100 %	5 sur 10	14,4
PLong-03	2	3,77 ± 0,45	6	75 à 100 %	9 sur 10	18,2
PLong-04	2	2,83 ± 0,33	5	40 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).

En **2018**, tous les sites inventoriés au **Petit lac Long** présentaient un dépassement de 2 mm du seuil d'épaisseur du périphyton, suggérant une augmentation des probabilités de dégradation (tableau 8b). Cependant, aucun site ne dépassait le seuil de 4 mm d'épaisseur du périphyton (figure 6).

Le pourcentage de recouvrement par le périphyton se situait entre 75 % et 100 % pour deux des quatre sites suivis en 2018 au Petit lac Long. La présence de filaments n'a été observée pour aucun site en 2018 (tableau 8b).



Tableau 8b : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux quatre sites inventoriés en zone littorale au Petit lac Long en 2018, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
PLong-01	1	3,47 ± 0,60	7	75 à 100 %	0	-
PLong-02	1	2,73 ± 0,49	6	40 à 100 %	0	-
PLong-03	1	2,37 ± 0,35	4	75 à 100 %	0	-
PLong-04	1	3,40 ± 0,46	6	40 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).

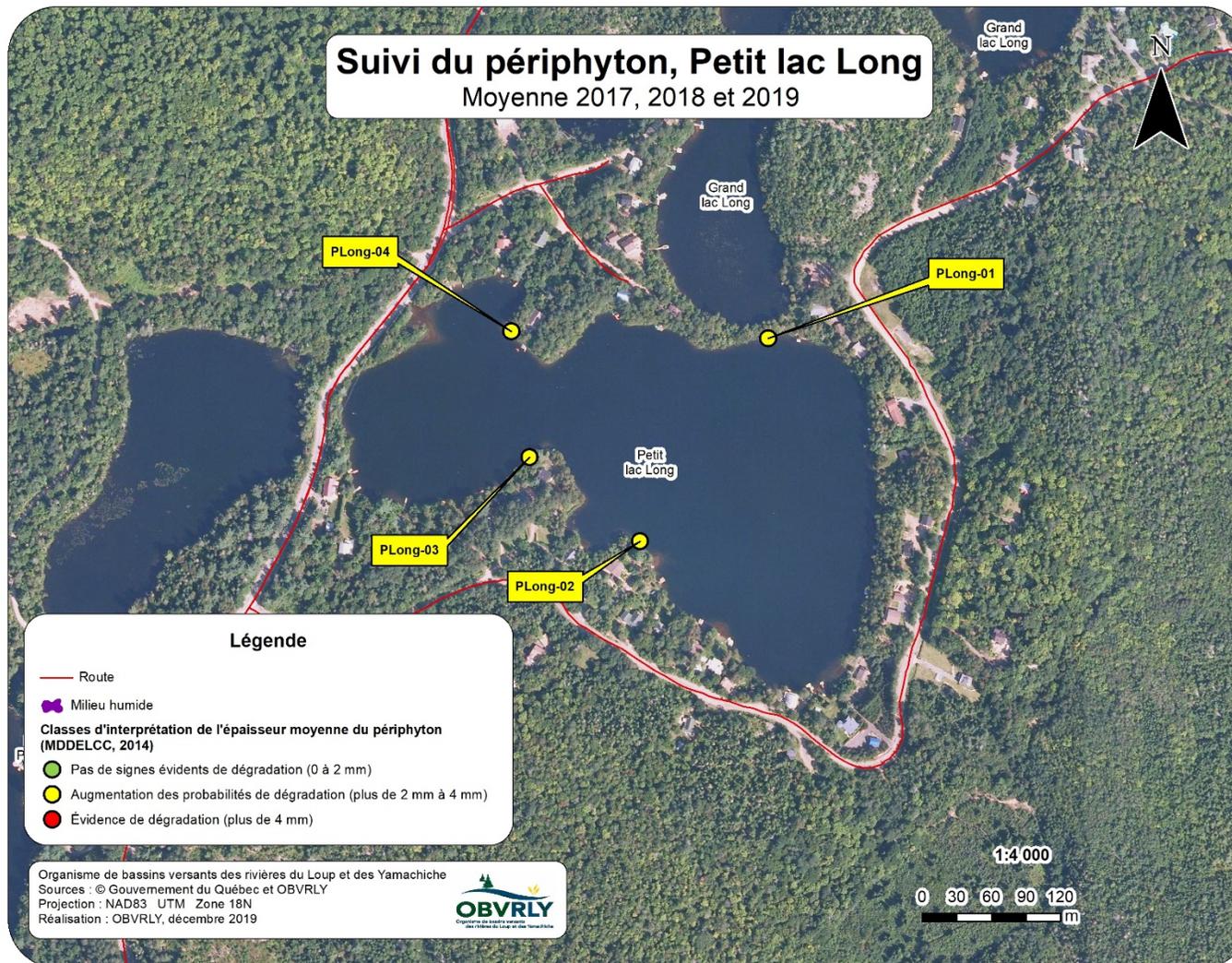
Le **Petit lac Long** présentait en **2019** des sites dont l'épaisseur moyenne du périphyton était supérieure à 2 mm (tableau 8c), suggérant une augmentation des probabilités de dégradation de la zone littorale à l'égard de l'eutrophisation. Les roches étaient recouvertes de 75 % à 100 % par le périphyton pour les quatre sites, correspondant à un signe supplémentaire d'enrichissement en nutriments dans la zone littorale des secteurs de ce lac.

Tableau 8c : Épaisseurs du périphyton et informations complémentaires acquises lors du suivi du périphyton aux quatre sites inventoriés en zone littorale au Petit lac Long en 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton

Secteurs inventoriés	Épaisseur minimale (mm)	Épaisseur moyenne (mm)*	Épaisseur maximale (mm)	% de recouvrement des roches par le périphyton	Présence de filaments (nombre de roches)	Filaments (long. max. moy. en mm)
PLong-01	0	3,20 ± 0,60	6	75 à 100 %	0	-
PLong-02	0	2,00 ± 0,53	5	75 à 100 %	0	-
PLong-03	0	2,77 ± 0,82	10	75 à 100 %	0	-
PLong-04	0	3,30 ± 0,85	11	75 à 100 %	0	-

* Les moyennes de l'épaisseur du périphyton ont été calculées à partir de 30 mesures (3 mesures par roche, pour 10 roches) effectuées pour chaque site. Les marges d'erreurs des moyennes (\pm) ont été obtenues à partir de l'écart-type et de la valeur *t* de *Student* (niveau de confiance à 95 %).





Carte 6 : Localisation des quatre sites de suivi de l'épaisseur du périphyton mesurée en zone littorale au Petit lac Long en 2017, 2018 et 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton



Dans le sens de l'eau !

Synthèse – Grand lac Long et Petit lac Long

Les résultats de l'épaisseur moyenne du périphyton obtenus entre 2017 et 2019, ainsi que les informations complémentaires (p. ex. pourcentage de recouvrement) suggèrent une augmentation de la probabilité de détérioration (eutrophisation) du Petit lac Long et du Grand lac Long. Comme ces deux lacs sont habités dans l'ensemble de leur pourtour, aucune cause de perturbation localisée et précise ne peut être identifiée à partir de ces données.

Au **Grand lac Long**, en 2017 et 2018, l'épaisseur importante du périphyton observée pour la majorité des sites inventoriés se traduit par une augmentation des probabilités d'eutrophisation pour l'ensemble de la zone littorale du lac. Malgré que ces valeurs étaient sous ce seuil en 2019, les valeurs moyennes interannuelles (2017 à 2019) sont toujours supérieures à 2 mm pour treize sites des dix-sept sites inventoriés (figure 5). Par contre aucun site ne présente une épaisseur moyenne interannuelle supérieure à 4 mm, ce qui aurait suggéré une évidence de dégradation de la zone littorale.

Épaisseur moyenne du périphyton Grand lac Long - 2017, 2018 et 2019

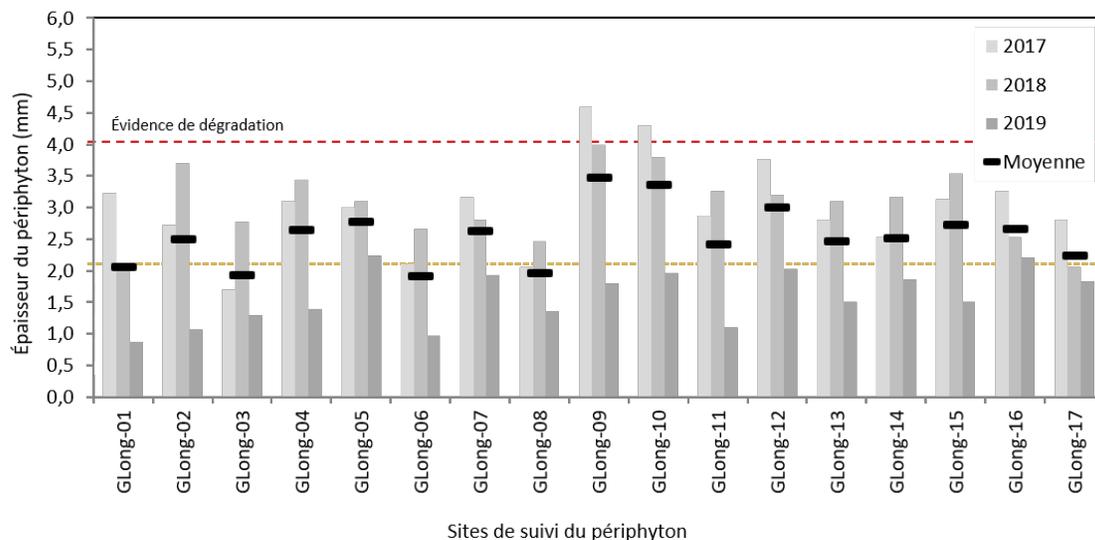


Figure 5 : Épaisseurs du périphyton mesurées aux dix-sept sites inventoriés en zone littorale au Grand lac Long en 2017, 2018 et 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. Bâtons gris = épaisseur moyenne, ligne tiret jaune = seuil à partir duquel il y a augmentation des probabilités de dégradation, ligne tiret rouge = seuil à partir duquel il y a évidence de dégradation. Localisation des sites d'échantillonnage présentée à la carte 5.



Entre 2017 et 2019 au **Petit lac Long**, tous les sites présentaient une épaisseur importante du périphyton. Les valeurs moyennes interannuelles sont supérieures à 2 mm, et inférieures à 4 mm (figure 6), ce qui suggère une augmentation des probabilités de dégradation de la zone littorale pour ce lac.

Épaisseur moyenne du périphyton Petit lac Long - 2017, 2018 et 2019

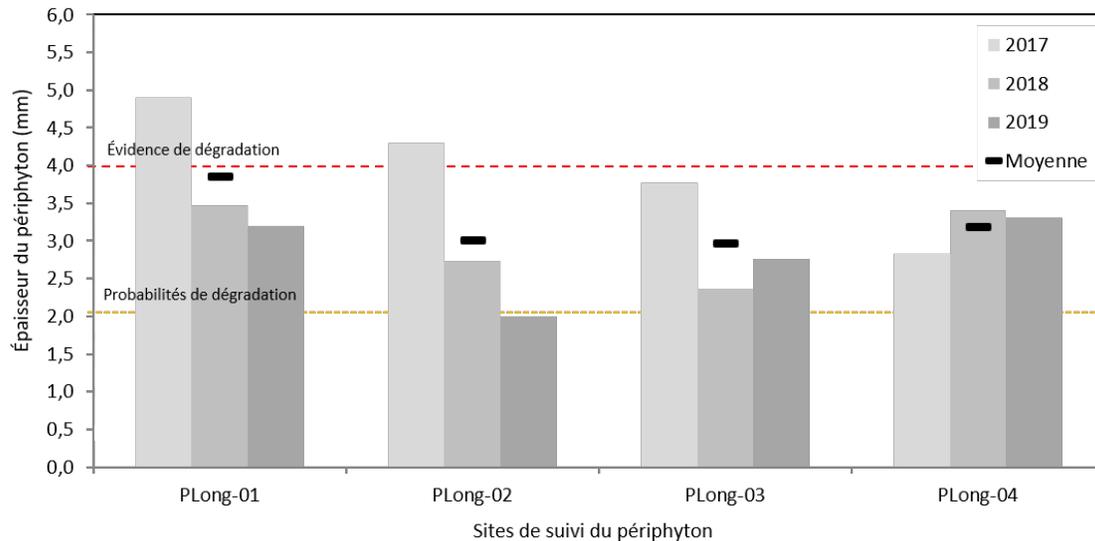


Figure 6 : Épaisseurs du périphyton mesurées aux quatre sites inventoriés en zone littorale du Petit lac Long en 2017, 2018 et 2019, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. Bâtons gris = épaisseur moyenne, ligne tiret jaune = seuil à partir duquel il y a augmentation des probabilités de dégradation, ligne tiret rouge = seuil à partir duquel il y a évidence de dégradation. Localisation des sites d'échantillonnage présentée à la carte 6.



CONCLUSION

Ce document présente les résultats du suivi du périphyton réalisé en 2017, 2018 et 2019 pour sept lacs de la municipalité de Saint-Élie-de-Caxton. Les principales conclusions tirées de ces résultats sont présentées ici-bas pour chacun de ces lacs :

Lac Bell

- **Périphyton 2017-2019** - Les résultats de ce suivi du périphyton réalisé en 2017 suggèrent qu'il n'y a pas de signes évidents de dégradation de la zone littorale au lac Bell, aucune épaisseur moyenne du périphyton dépassant 4 mm n'a été constatée aux six sites inventoriés. Cependant, entre 2017 et 2019, deux sites (Bell-03 et Bell-05) présentaient une épaisseur moyenne interannuelle qui se situe entre 2 mm et 4 mm, ce qui suggère une augmentation des probabilités de dégradation de la zone littorale à l'égard de l'eutrophisation.
- **Études antérieures** - Les constats des études antérieures stipulent que :
 - L'ensemble des mesures effectuées en 2010 et en 2011 nous indique que le lac Bell est en bonne santé, mais vulnérable à l'eutrophisation, en raison de faible profondeur et de la présence humaine dans son bassin versant. La présence humaine dans son environnement immédiat et le mauvais état écologique de ses bandes riveraines placent le lac Bell dans un état de vulnérabilité, à moyen ou long terme, face au processus de vieillissement prématuré (eutrophisation) (Boissonneault, 2011a et 2011b).
 - Concernant les causes de perturbation ayant lieu dans le bassin versant du lac Bell, près de la moitié des ponceaux présentait des signes de détérioration pouvant contribuer aux apports sédimentaires. Sept sites problématiques d'érosion ont été identifiés sur quelques terrains riverains et sur les chemins en raison de la présence de sols à nu, tels des plages artificielles, un chantier de construction résidentiel inadéquat et des bandes riveraines altérées (Boissonneault, 2015).
- Comme des signes d'eutrophisation ont surtout été observés dans la zone littorale en 2011 (suivi des plantes aquatiques) et entre 2017 et 2019 (périphyton), une attention particulière devra être accordée aux activités qui ont lieu sur son pourtour, tel l'état des bandes riveraines, des chemins, des entrées privées et des installations septiques.



Lac Plaisant

- **Périphyton 2017-2019** - Pour cette période, aucun résultat moyen de l'épaisseur du périphyton ne dépasse le seuil de 2 mm, ce qui suggère qu'il n'y a pas de signes évidents de dégradation de la zone littorale à l'égard de l'eutrophisation. Cependant, cinq sites (les sites Plais-02, 03, 04, 05 et Plais-08) ont présenté de légers dépassements du seuil de 2 mm de l'épaisseur du périphyton, une seule année sur trois pour tous ces sites. Ces dépassements suggèrent une augmentation des probabilités de dégradation de la zone littorale dans ces secteurs.
- **Études antérieures** - Les constats des études antérieures stipulent que :
 - En 2009, le lac Plaisant était globalement considéré comme étant oligotrophe, mais que certains signes d'eutrophisation ont été observés, telles l'anoxie de l'hypolimnion et la présence de teneurs en phosphore sédimentaire (OBVRLY, 2011). De plus, l'étude portant sur la caractérisation du littoral réalisée en 2010 montre que des signes d'eutrophisation (p. ex. accumulation sédimentaire, recouvrement élevé par les plantes aquatiques) ont été observés dans la partie sud et ouest du lac (Boissonneault, 2011c).
- L'estimation des apports en phosphore du bassin versant réalisée en 2011 a permis d'identifier que plus de la moitié de ces apports étaient d'origine anthropique. Selon cette étude, la contribution en phosphore des installations septiques et des routes étaient les plus importantes (Boissonneault, 2011d).

Lacs du Barrage et Garand

- **Périphyton 2017-2019** - l'épaisseur moyenne interannuelle du périphyton des sites du **lac du Barrage** était inférieure à 2 mm, ne suggérant pas de signes évidents de dégradation de la zone littorale. Pour le **lac Garand**, l'épaisseur moyenne interannuelle du périphyton dépassait le seuil de 2 mm pour trois des cinq sites suggérant une augmentation des probabilités de détérioration de la zone littorale pour ces secteurs.
- **Études antérieures** - Les constats des études antérieures stipulent que :
 - Jusqu'à maintenant nous pouvons stipuler que les lacs du Barrage et Garand sont en processus d'eutrophisation qui provient à la fois de processus naturels et anthropiques. De façon naturelle, son immense bassin versant draine un territoire important. Il peut en résulter un apport important des charges sédimentaires, qui lorsqu'arrivées au lac, participent à son enrichissement en matière organique et en nutriments, tel le phosphore. De plus, comme ces lacs sont de faibles profondeurs, ils



sont plus vulnérables à l'eutrophisation, tel un étang. Additionnés à ces facteurs naturels, l'ennoisement des terres qui résulte de l'implantation de barrages et l'urbanisation de certains secteurs du bassin versant contribuent à l'eutrophisation des lacs du Barrage et Garand (Boissonneault, 2013).

Petit lac Rose

- **Périphyton 2017 et 2018** - Malgré que le suivi du périphyton ait été effectué pour un seul site au Petit lac Rose, les résultats de cette étude suggèrent une augmentation des probabilités de dégradation (eutrophisation) pour ce secteur du lac en 2017. Cependant, l'épaisseur moyenne du périphyton était beaucoup plus faible en 2018, suggérant qu'il n'y avait pas de signes évidents de détérioration pour cette dernière année de suivi. L'épaisseur moyenne interannuelle du périphyton de ces deux années se situe sous le seuil de 2 mm, suggérant l'absence de détérioration dans la zone littorale du Petit lac Rose.
- Aucune autre étude n'a été réalisée pour ce lac par le passé. Le Petit lac Rose est un petit lac artificiel peu profond qui a les caractéristiques d'un étang. Les lacs peu profonds sont plus vulnérables aux apports en sédiments et en nutriments provenant des activités qui ont lieu sur leur bassin versant. Ces types de lacs sont souvent naturellement mésotrophes ou eutrophes, et donc plus vulnérables à l'eutrophisation. Une attention particulière devra donc être portée aux activités humaines qui ont lieu dans son bassin versant.

Petit lac Long et Grand lac Long

- **Périphyton 2017 à 2019** - Les résultats de l'épaisseur moyenne du périphyton, ainsi que les informations complémentaires récoltées (p. ex. pourcentage de recouvrement) suggèrent une augmentation de la probabilité de détérioration (eutrophisation) pour le Petit lac Long et le Grand lac Long.
 - Entre 2017 et 2019 au **Petit lac Long**, tous les sites présentaient une épaisseur importante du périphyton. Les valeurs moyennes interannuelles sont supérieures à 2 mm, et inférieures à 4 mm, ce qui suggère une augmentation des probabilités de dégradation de la zone littorale pour ce lac.
 - Au **Grand lac Long**, en 2017 et 2018, l'épaisseur importante du périphyton observée pour la majorité des sites inventoriés se traduit par une augmentation des probabilités d'eutrophisation pour l'ensemble de la zone littorale du lac. Malgré que ces valeurs étaient sous ce seuil en 2019, les valeurs moyennes interannuelles (2017 à 2019) sont toujours supérieures à 2 mm pour treize sites des dix-sept sites inventoriés. Par contre aucun site ne présente une épaisseur moyenne interannuelle



supérieure à 4 mm, ce qui aurait suggéré une évidence de dégradation de la zone littorale.

- **Études antérieures** - Les constats des études antérieures stipulent que :
 - L'ensemble des mesures effectuées en 2010 et en 2011 nous indique que le Petit lac Long et le Grand lac Long sont en bonne santé, mais vulnérables à l'eutrophisation. Comme des signes d'eutrophisation ont été observés dans la zone littorale, une attention particulière devra être accordée aux activités qui ont lieu sur son pourtour, tel l'état des bandes riveraines, des chemins et des installations septiques. Ces efforts devront être déployés par les riverains et les instances concernées afin de préserver à moyen et long terme l'état de santé actuel du lac (Boissonneault, 2012).
 - Une étude d'estimation des apports en phosphore a démontré que, mise à part les apports ponctuels en phosphore provenant des résidences, ce sont les routes et les chemins qui sont responsables de la plus grande part des apports diffus en phosphore dans le bassin versant, suivi des terrains résidentiels. Ces apports en phosphore proviennent en grande partie des problématiques d'érosion qui conduisent à la sédimentation dans certains secteurs du Petit lac Long et du Grand lac Long (Boissonneault et Brien, 2014).
 - La présence de nombreux chemins et entrées de résidences gravelés à proximité du Petit lac Long et du Grand lac Long (chemin des Lacs-Longs) est en partie responsable des apports sédimentaires qui atteignent ces lacs : 47 sites problématiques d'érosion distribués autour des deux lacs. La présence de nombreux ponceaux très et moyennement détériorés (68 % des 52 ponceaux caractérisés) contribue aussi aux apports sédimentaires qui peuvent atteindre le Petit et le Grand lac Long. Les pentes du bassin versant sont relativement abruptes dans certains secteurs. Par conséquent, lors de la fonte des neiges ou de fortes précipitations, ces pentes fortes favorisent l'accélération de la vitesse de l'eau qui s'écoule et entraînent l'arrachement des particules de sol et le transport des sédiments vers le point le plus bas du secteur : le Petit et le Grand lac Long (Boissonneault et Brien, 2014).
- Les résultats du suivi du périphyton (2017-2019) réalisé pour ces deux lacs permettent de confirmer les résultats des études antérieures quant aux signes d'eutrophisation observés, plus particulièrement en zone littorale. Le protocole du suivi du périphyton permet d'observer les signes précoces d'eutrophisation, qui se manifestent d'abord en zone littorale, et la caractérisation des problématiques d'érosion a permis d'identifier, en partie, les causes de l'enrichissement en phosphore au pourtour de ces deux lacs.



Les sept lacs dont il est question ont fait l'objet d'autres suivis environnementaux depuis 2010 dans le cadre du programme de caractérisation en trois phases de l'OBVRLY (annexe 1). Le suivi du périphyton réalisé entre 2017 et 2019 pour ces sept lacs correspond à une étude complémentaire qui permet de préciser le portrait et diagnostic de ces lacs à l'égard de l'eutrophisation et de localiser les problématiques. Ces signes d'eutrophisation sont surtout causés par les apports en phosphore (p. ex. qui proviennent des installations septiques) et sédimentaires (sur lesquels le phosphore est adsorbé, p. ex. l'érosion provenant des chemins, des terrains riverains, etc.) Les actions correctrices qui permettront de diminuer ces apports en phosphore sont présentées dans la section « Recommandations » des études antérieures réalisées pour ces sept lacs, documents disponibles à l'URL suivant : <https://www.obvrly.ca/rapports>.

Recommandations - fréquence du suivi du périphyton

Un premier cycle de suivi du périphyton s'est terminé en 2019 après trois ans de suivi. Comme stipulé dans le protocole de suivi du périphyton (MDDEP et coll., 2012), pour mettre en évidence un changement dans la présence et l'abondance du périphyton, il existe différentes options concernant la fréquence du suivi effectué au cours des années. Comme plan de base, il est recommandé de faire le suivi aux mêmes sites durant trois années consécutives, et de reprendre le suivi après une pause de cinq ans selon le même plan de suivi.

Cependant, cette recommandation de base peut être ajustée selon les besoins. Voici les principales possibilités proposées dans le protocole (MDDEP et coll., 2012) :

- Bien qu'il soit recommandé de reprendre le suivi après une pause de cinq ans, cette période peut être plus courte ou plus longue selon les contraintes et les besoins. Par exemple, il peut être intéressant de suivre de façon plus rapprochée l'évolution d'un lac dont le périphyton semble augmenter ou dans lequel on soupçonne une hausse des apports en matières nutritives.
- Il est possible de réaliser le suivi tous les ans aux mêmes sites tant et aussi longtemps que le suivi du périphyton sera jugé utile pour évaluer l'évolution de l'état du lac. Cette option permet de construire une série de données à long terme. Elle est par contre plus exigeante en ce qui concerne le temps investi.
- Il est également possible de concevoir un plan de suivi en séquence d'années, tout en prévoyant un suivi annuel à un ou à quelques sites de référence (par exemple un site dans un secteur développé et un autre dans un secteur non développé). Les sites de référence peuvent alors servir de premier signal indicateur d'un changement dans le périphyton du lac.



RÉFÉRENCES

Note : Les références suivantes précédées d'un astérisque sont disponibles à l'URL suivant : <https://www.obvrly.ca/rapports>.

- * Boissonneault, Y., 2011a. *Évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) du lac Bell - 2010, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 46 pages et 2 annexes.
- * Boissonneault, Y., 2011b. *Caractérisation du littoral du lac Bell – 2011, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 28 pages et 1 annexe.
- * Boissonneault, Y., 2011c. *Caractérisation du littoral du lac Plaisant – 2010, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 28 pages et 1 annexe.
- * Boissonneault, Y. 2011d. *Estimation des apports en phosphore du bassin versant du lac Plaisant, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), 34 pages.
- * Boissonneault, Y., 2012. *Caractérisation du littoral du Grand lac Long et du Petit lac Long – 2011, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 34 pages et 2 annexes.
- * Boissonneault, Y., 2013. *Évaluation des symptômes d'eutrophisation (phase 2) des lacs du Barrage et Garand – 2012, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), 62 pages et 3 annexes.
- * Boissonneault, Y. et M. Brien. 2014. *Détermination des causes de perturbation du bassin versant du Petit lac Long et du Grand lac Long - 2013, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 34 pages et 3 annexes.
- * Boissonneault, Y. 2015. *Identification des problèmes d'érosion et des apports sédimentaires, bassin versant du lac Bell - 2015, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*, rapport réalisé pour l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), Yamachiche, 20 pages et 2 annexes.

Lambert, D., Cattaneo, A. et R. Carignan. 2008. *Periphyton as an early indicator of perturbation in recreational lakes*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 65 : 258-265.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2014. *Analyse des données du Réseau de*



surveillance volontaire des lacs du Québec. Périphyton 2011-2013. Conférence présentée dans le cadre du Forum national sur les lacs, 2014, par Mme Caroline Anderson du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides) et Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL), 2012. *Protocole de suivi du périphyton*, Québec, MDDEP, Direction du suivi de l'état de l'environnement et CRE Laurentides, ISBN 978-2-550-62477-6 (PDF), 33 p.
<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/protocole-periphyton.pdf>

* OBVRLY, 2011. *Portrait et diagnostic du bassin versant du lac Plaisant - 2009, municipalité de Saint-Élie-de-Caxton*, Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche (OBVRLY), 85 p.



ANNEXE 1 : PHASES DANS LA CARACTÉRISATION D'UN PLAN D'EAU OBVRLY – novembre 2010

Par Yann Boissonneault avec la collaboration de Pierre Deshaies

Le programme de caractérisation des plans d'eau de l'Organisme de bassins versants des rivières du Loup et des Yamachiche comprend trois phases : 1) l'identification des lacs problématiques, 2) l'évaluation des symptômes des lacs identifiés et 3) la détermination des causes des perturbations. Cette façon de faire évite la réalisation d'études trop poussées pour des lacs qui n'en auraient pas besoin.

PHASE 1 : IDENTIFICATION DE LACS PROBLÉMATIQUES (1^{ÈRE} ANNÉE)

La première phase consiste à caractériser les premiers symptômes d'eutrophisation des lacs à partir des mesures suivantes :

- a) **Profils physico-chimiques** de l'eau du lac. Mesure de la concentration en oxygène, de la température, du pH et de la conductivité des lacs :
- Ces mesures sont prises au-dessus de la fosse du lac à tous les mètres jusqu'au fond
 - Ces mesures sont prises à l'automne, moment où la stratification thermique est maximale
 - Une concentration en oxygène inférieure à 50 % dans l'hypolimnion** représente un signe d'eutrophisation (vieillesse prématurée du lac). De plus, en dessous de ces concentrations en oxygène, la majorité des espèces de poissons ne peuvent survivre.
- b) **La transparence de l'eau** mesurée à l'aide d'un disque de Secchi :
- Cette mesure est prise à l'automne, moment où la productivité biologique est maximale
 - La transparence diminue avec l'augmentation de la quantité d'algues phytoplanctoniques dans le lac
 - Cette mesure permet donc d'évaluer les premiers signes de l'eutrophisation d'un lac. Les lacs eutrophes sont caractérisés par une faible transparence de leur eau

Ainsi, il est possible de constater les signes de vieillissement prématuré (eutrophisation) des lacs et de déterminer ceux pour lesquels la phase 2 est requise. Notons qu'il n'est pas possible à cette étape de déterminer si l'eutrophisation est d'origine naturelle ou anthropique.

** Un lac nordique comprend 3 strates de masses d'eau distinctes : l'épilimnion (la partie à la surface du lac), le métalimnion (la couche médiane / thermocline) et l'hypolimnion (la partie profonde du lac). Ce concept réfère à la stratification thermique d'un lac dimictique (dont les eaux de surface et de profondeur se mélangent deux fois par an, soit le printemps et l'automne).



PHASE 2 : ÉVALUATION DES SYMPTÔMES D'EUTROPHISATION DES LACS IDENTIFIÉS (2^E ANNÉE)

Pour les lacs identifiés comme étant potentiellement problématiques.

- a) **Analyse des résultats des lacs inscrits^{††} au Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL^{‡‡})** à partir des paramètres suivants :
- Le **phosphore total**, un élément nutritif dont la teneur limite ou favorise habituellement la croissance des algues et des plantes aquatiques
 - La **chlorophylle « a »**, un indicateur de la biomasse (quantité) d'algues microscopiques présentes dans le lac
 - Le **carbone organique dissous** a une incidence sur la couleur de l'eau et permet de nuancer les résultats de la transparence
 - Mesures de **transparence** aux deux semaines en saison estivale
 - Ces prélèvements sont réalisés par des riverains bénévoles sous supervision scientifique selon les protocoles du RSVL
 - Ces analyses permettent d'estimer le niveau trophique, c'est-à-dire le degré d'eutrophisation du lac
- b) Caractérisation du littoral des lacs par **l'analyse des plantes aquatiques, la sédimentation et l'abondance du périphyton^{§§}** :
- Caractérisation réalisée dans la zone littorale du lac, soit dans la zone peu profonde du pourtour du lac
 - Les mesures de la sédimentation permettent de cibler les secteurs de la zone littorale du lac soumis aux accumulations sédimentaires et par conséquent aux apports en nutriments
 - L'abondance des plantes aquatiques et du périphyton permet d'évaluer l'historique des apports sédimentaires et en nutriments dans un secteur donné du lac
 - De plus, la forte abondance des plantes aquatiques et du périphyton constitue une conséquence de l'eutrophisation et par conséquent un signe supplémentaire du vieillissement prématuré du lac
- c) Caractérisation des rives à partir de **l'indice de qualité des bandes riveraines (IQBR)** :
- Développé par le MDDEFP, l'IQBR permet une évaluation de la condition écologique de l'habitat riverain et de son impact sur l'intégrité du lac^{***}
 - L'IQBR, dont la valeur se situe entre 0 (très faible) et 100 (excellent), est donc un outil qui permet de quantifier et de comparer l'état des bandes riveraines
 - Il est ainsi possible de cibler les secteurs du lac nécessitant des améliorations à cet égard

Suite aux résultats obtenus, il est possible de mesurer avec plus de précision les différents symptômes d'eutrophisation des lacs et, pour un lac, de cibler les secteurs

^{††} Généralement l'inscription au programme RSVL du MELCC coût approximatif de 500 \$) est aux frais des associations de lacs. Elle permet aux riverains de contribuer à l'étude et de s'impliquer. Pour les lacs qui ne possèdent pas d'associations de lac, les frais peuvent être ajoutés aux coûts de réalisation de cette 2^e phase.

^{‡‡} <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rsvl/index.htm>

^{§§} Algues microscopiques de couleur brunâtre fixées à un substrat solide (roches, embarcations...).

^{***} http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/IQBR/index.htm



contribuant le plus au vieillissement prématuré de ce dernier. À partir de ces résultats, il est ensuite possible d'évaluer la pertinence d'entreprendre la troisième phase de l'étude qui consiste à identifier les causes spécifiques et explicatives des perturbations que les lacs peuvent subir.

PHASE 3 : DÉTERMINATION DES CAUSES DE PERTURBATION (3^E ANNÉE)

Pour les lacs identifiés comme étant véritablement problématiques.

a) **Analyse** du territoire naturel et occupé **du bassin versant** du lac :

- Analyse réalisée à l'aide de la géomatique : quantification des territoires occupés par les milieux urbains, la villégiature, les infrastructures (chemins), les milieux humides, les forêts, etc.
- L'analyse du territoire du bassin versant permet d'estimer la contribution des territoires naturels et occupés à l'aide de modèles basés sur les coefficients d'exportation en phosphore

b) Mesure de la **qualité de l'eau des tributaires**^{†††} du lac :

- Mesure des concentrations en phosphore, en carbone organique dissous (COD) et en matières en suspension
- Permet d'évaluer la contribution des cours d'eau en sédiments et en éléments nutritifs, éléments contribuant à l'eutrophisation des lacs

c) **Identification des causes de perturbations** que les lacs subissent sur le terrain et par secteur du bassin versant :

- Localisation des foyers d'érosion sur le terrain
- Identification de sources ponctuelles et diffuses d'activités susceptibles de contribuer aux causes de perturbations

Cette dernière phase de l'étude intègre à la fois l'analyse du bassin versant du lac et de ses tributaires. Elle porte un diagnostic global (systémique) sur l'état de santé du lac. À l'aide des résultats des deux phases précédentes, elle émet des recommandations globales pour maintenir ou améliorer l'état de santé du lac.

« En résumé, cette approche de caractérisation des lacs en trois phases permet aux instances régionales (municipalités, OBV, etc.) d'identifier les lacs prioritaires à l'égard des perturbations qu'ils peuvent subir (phase 1), de mesurer les perturbations qu'ils subissent (phase 2) et d'identifier les causes de ces perturbations (phase 3). Cette approche est nécessaire à l'élaboration de plans de restauration ou de conservation de lacs. De plus, basée sur le principe de parcimonie, elle permet d'éviter d'investir des efforts importants pour des lacs qui n'en auraient pas besoin. »

^{†††} Tributaires : cours d'eau qui se jettent dans le lac et qui drainent le bassin versant de celui-ci.

