

4 DISCUSSION

4.1 Niveaux trophiques

Plusieurs lacs étudiés cette année ont présenté un hypolimnion anoxique. Ces lacs classés comme oligotrophes lors des derniers suivis possèdent, cette année, des caractéristiques plus près des lacs mésotrophes (Figure 29).

L'indice de Carlson (TSI) utilisé dans le présent document permet de partager entre les lacs oligotrophe (TSI < 30) et eutrophe (TSI > 50). Entre les deux se trouvent les lacs classés comme mésotrophes, soit des lacs en transition entre l'état oligotrophe et eutrophe et présentant certains symptômes des deux stades trophiques.

Lorsque l'on dit d'un lac qu'il est eutrophe, c'est qu'il présente généralement des symptômes d'une grande productivité primaire. Par exemple, un hypolimnion anoxique, une perte en biodiversité, l'apparition d'inflorescence d'algues et de cyanobactéries, une mortalité de poisson, etc. L'apparition de certains de ces symptômes dans des lacs dits oligotrophes est inquiétante et mérite une attention particulière. Toutefois, ce n'est pas nécessairement synonyme de mauvaise qualité de l'eau et une variation interannuelle importante existe dans la qualité de l'eau des lacs.

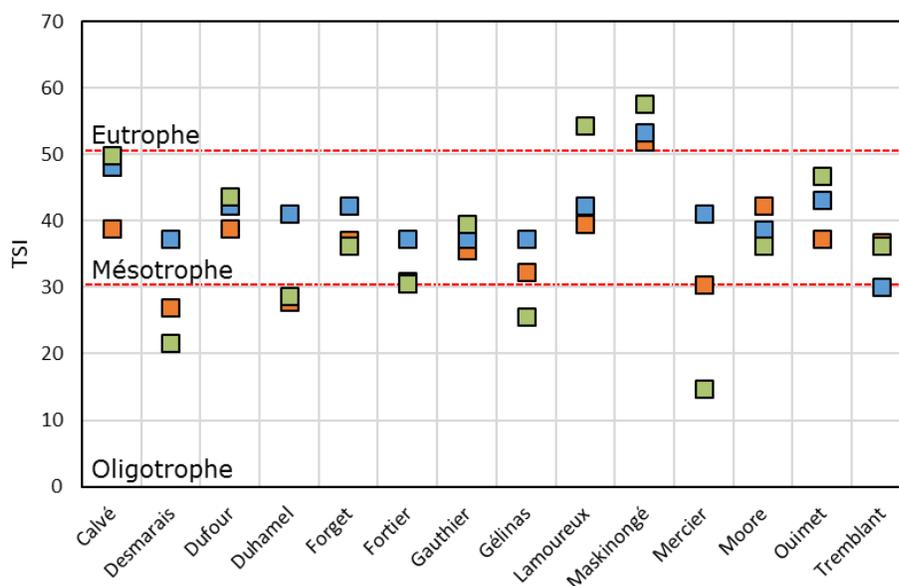
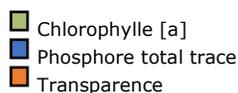


Figure 29. Indice trophique de Carlson (TSI) pour les 14 lacs de Mont-Tremblant



Les conséquences d'une eutrophisation sont rarement souhaitables pour des lacs où la villégiature est importante. De plus, avec les changements climatiques, les étés chauds et secs risquent d'être plus fréquents que par le passé.

Ainsi, quelles que soient les causes de l'eutrophisation apparente (climatiques, humaines ou naturelles), il est pertinent d'identifier des cibles où une intervention permettrait de limiter le vieillissement prématuré des lacs, par exemple :

- limiter la propagation du myriophylle à épi via un encadrement du déplacement des embarcations et hydravions ;
- s'assurer du respect des règlements sur l'entretien des bandes riveraines ;
- s'assurer de la conformité des installations septiques des riverains ; ou encore,
- encadrer l'utilisation de wakesurf pour limiter l'érosion des rives et la suspension des sédiments en eau peu profonde.

Comparativement à 2012, les résultats de 2018 semblent montrer une dégradation de l'état trophique des lacs. La variation interannuelle des paramètres étudiés est trop importante pour permettre de statuer sur une tendance à long terme, un suivi plus serré, annuel par exemple, permettrait de dégager des tendances dans un plus court délai en documentant mieux la variation interannuelle et en permettant d'identifier les années extrêmes pouvant fausser l'interprétation des résultats.

4.2 Température, relargage et anoxie

L'été 2018 fut particulièrement chaud (+2,1 °C par rapport à la moyenne historique) et ensoleillé ce qui affecte sans aucun doute les environnements lacustres et leur bassin versant. Toutefois, vu la complexité des interactions des organismes aquatiques, il est difficile de généraliser.

Tout de même, un effet potentiel d'une augmentation de la température de l'eau est l'accélération de la décomposition de la matière organique par les bactéries. Ce phénomène a principalement lieu dans les sédiments, mais les bactéries sont présentes dans toute la colonne d'eau. Ces organismes ont un métabolisme dont le rythme dépend en grande partie de la température, ainsi dans une eau plus chaude, les populations bactériennes vont croître plus rapidement et consommer l'oxygène de leur environnement. Étant donné la séparation physico-chimique que crée la stratification thermique, l'oxygène de la surface ne peut être acheminé vers l'hypolimnion que lors du brassage printanier et automnal. Ainsi, pendant l'été, l'oxygène consommé dans l'hypolimnion n'est pas remplacé (Nicholls, 1999).

Cet environnement fait place à un autre phénomène d'importance pour l'eutrophisation d'un lac : l'apport interne en phosphore. Les mécanismes utilisés par le phosphore pour se solubiliser dans la colonne d'eau sont nombreux et complexes (Orihel et coll., 2005) et ont lieu principalement en présence d'anoxie. Le phosphore libéré ainsi est facilement utilisable par le phytoplancton et, dans certains cas, peut être un acteur clé dans l'eutrophisation d'un plan d'eau (Nürnberg et Peters, 1984).

Bien que cette étude ne permette pas d'identifier s'il y a bel et bien un relargage du phosphore des sédiments, c'est une piste plausible qui expliquerait l'augmentation généralisée du phosphore dans les lacs étudiés. Une étude indépendante à ce sujet est en cours pour le lac Maskinongé.

4.3 Interprétation d'images satellitaire

Les cartes d'estimation de concentration de chlorophylle [a] faites par imagerie satellitaire sont présentées à l'Annexe III. L'outil utilisé, SCHORE, a permis d'identifier avec précision les lacs présentant des concentrations en chlorophylle [a] élevée (Calvé, Lamoureux, Maskinongé et Ouimet ; Figure 3 de l'Annexe III).

En regardant la progression entre les images de l'Annexe III, malgré le nombre limité d'images complètes, il est facile de constater l'augmentation des concentrations de chlorophylle au cours de la

saison estivale pour atteindre un pic à la mi-juillet (couleurs plus chaudes tendant vers l'eutrophie), ce qui représente également la période la plus chaude et productive de l'été.

Avec l'ajout constant de produits sur le marché (satellites), l'outil est en perpétuelle amélioration. Avec l'incorporation récente du satellite Sentinel 2 (Figure 3 de l'Annexe III), il sera désormais possible d'obtenir une image satellite plus précise et à tous les 2 ou 3 jours si la météo le permet. En effet, l'imagerie satellite ne permet pas d'ignorer le couvert nuageux. Ainsi, dans la région de la ville de Mont-Tremblant, il faut s'attendre à ce qu'environ 50 % des images ne permettent pas d'analyse valable, ce qui se traduit par des images incomplètes comme à la Figure 4 de l'Annexe III. La disponibilité de plus d'images assurerait une meilleure couverture tout au long de la saison estivale et permettrait de documenter l'évolution de la productivité biologique des lacs et d'identifier les éventuelles sources de contamination qui se traduiraient par des panaches de productivité biologique accrue.

4.4 Recommandations

Cette section présente des recommandations générales visant la conservation des lacs. Les recommandations ne sont pas en ordre d'importance, car chaque lac présente des problématiques distinctes. Par exemple :

- le suivi du myriophylle à épi doit être priorisé dans les lacs avec embarcation et non touchés par la plante envahissante ;
- le remplacement des installations septiques nuisibles devrait être priorisé pour les lacs avec une villégiature importante ;
- la protection des milieux naturels devrait être priorisée lorsqu'il y a de tels milieux dans le bassin versant ; etc.

4.4.1 Remplacement des installations septiques nuisibles

Un des apports en phosphore d'un lac de villégiature provient des installations septiques et donc du nombre de résidences réparties dans son bassin versant. L'apport du phosphore anthropique est fonction de la population, du taux d'occupation et de l'efficacité de l'élimination de cet élément par les sols et les installations septiques. Comme des conditions optimales d'épuration des eaux usées sont à la base de la conservation des plans d'eau, il est recommandé de faire corriger progressivement les quelques systèmes déficients (puisard ou systèmes inconnus) encore présents et présentant un apport en phosphore dommageable pour l'eau de surface.

4.4.2 Faire un suivi annuel de la physico-chimie des lacs

Un suivi annuel de l'envergure de ceux du Réseau de Surveillance Volontaire des Lacs peut être implanté directement par les citoyens dans tous les lacs de la municipalité. Bien que ce suivi soit moins complet que celui fait lors des relevés quinquennaux, celui-ci offre tout de même un meilleur aperçu de la variabilité interannuelle et permettra de dégager des tendances dans le temps beaucoup plus rapidement. De plus, ceux-ci permettent également de documenter l'effet en temps réel de certains événements dans le bassin versant. Par exemple, si la transparence baisse drastiquement lors d'une année de coupe forestière dans un bassin versant donné, cela permettra d'identifier la problématique et de déployer des mesures concrètes pour protéger le lac avant qu'il ne soit trop tard.

Si un suivi annuel n'est pas possible, la surveillance par photo-interprétation d'imagerie satellitaire peut être une option intéressante. Pour un prix moindre, il est possible d'obtenir un aperçu annuel ou mensuel de l'état des lacs. Bien qu'elle ne remplace pas un échantillonnage sur le terrain, cette approche permet d'identifier sans délai des problématiques d'eutrophisation et de donner des indices de l'imminence d'une floraison algale.

4.4.3 Interdire les engrais sur les propriétés riveraines

L'épandage d'engrais en rive représente un apport direct en nutriment au lac. Effectivement, les engrais sont des composés contenant généralement de l'azote (N), du phosphore (P) et du potassium (K). Ces composés stimulent la croissance végétale où ils sont appliqués, toutefois une proportion considérable des engrais atteint le lac. Ce processus se déroule soit par ruissellement de surface, soit par percolation vers la nappe phréatique peu profonde autour des lacs. Une fois dans l'eau ces nutriments contribuent directement à l'eutrophisation en y stimulant la production primaire (algues et macrophytes).

Même les fertilisants dits naturels, tels les fumiers et poudres d'os, ont comme but d'enrichir le sol de nutriments. L'application de nutriments, naturels ou non, sur les sols va nécessairement augmenter les teneurs en nutriments du lac à proximité.

Cette activité est littéralement à l'opposé des objectifs de conservation de la qualité de l'eau.

4.4.4 S'assurer du respect de la réglementation municipale en matière de bande riveraine hors du périmètre urbain

Le respect des bandes riveraines est d'une importance capitale pour la préservation des cours d'eau. Celles-ci rendent plusieurs services comme l'interception des nutriments en migration vers les lacs, la stabilisation des rives et donc la diminution de l'apport de sédiments, ainsi que la création d'ombre. Ce dernier service peut jouer un rôle important contre les floraisons de cyanobactérie qui surviennent souvent au littoral des plans d'eau où l'eau est peu profonde et chaude.

Les rives munies de murets devraient être laissées telles quelles lorsque ceux-ci se dégradent. Il est alors important de procéder à une revégétalisation, incluant des vignes de rivage qui viendront stabiliser le muret. Les distances à respecter sont de 20 m pour les lacs Tremblant et Desmarais, et de 15 m pour les autres.

4.4.5 Encourager la protection des milieux naturels (conservation, fiducie, parcs, réserve, etc.)

Une utilisation du sol anthropique sur plus de 40 % d'un bassin versant risque d'altérer considérablement les concentrations en phosphores (Cross and Jacobson, 2013). Il est donc d'une importance capitale de tenter de préserver un minimum de 60 % de milieux naturels dans un bassin versant donné, pour limiter les impacts de l'activité humaine sur celui-ci.

4.4.6 Effectuer un suivi et une gestion des foyers d'érosion

Le bassin versant de la rivière du Diable possède une grande proportion de sols minces, sensibles à l'érosion et de fortes pentes au pourtour des lacs, ce qui en fait une région sensible à l'érosion.

Les foyers d'érosion peuvent être des sources significatives de nutriment ou de contaminant pour les eaux d'un lac lorsqu'ils ne sont pas pris en charge. Bien qu'il soit important d'identifier ces foyers, il est encore plus pertinent d'éliminer rapidement ces sources de contamination. Il y a 14 ans, le rapport de Clément et Ouimet (2004) explique dans le détail les problématiques d'érosion qu'ils ont pu identifier lors de leur inventaire. Groupe Hémisphères recommande qu'un suivi de l'état des foyers d'érosion soit effectué. Principalement sur le pourtour des lacs où la villégiature s'est développée.

Il est important de porter une attention particulière au contrôle de l'érosion dans le réseau de drainage et lors de travaux de construction, par exemple. Une fois identifiées ces problématiques d'érosion doivent être réglés. Pour ce faire, plusieurs solutions sont disponibles selon la situation, par exemple des trappes à sédiments et autre système de retenue.

4.4.7 Faire une gestion serrée des chemins forestiers

La mauvaise gestion des chemins forestiers peut représenter un problème majeur d'apport en sédiments et nutriments vers les lacs. En effet, les chemins et les ornières créés peuvent devenir des voies d'écoulement préférentiel permettant aux sédiments de voyager sur de longues distances vers les lacs, particulièrement lorsque ceux-ci sont dans le sens de la pente. Il est donc important d'en faire une bonne gestion, de les fermer et les revégétaliser après le retrait de la matière ligneuse.

4.4.8 Effectuer un suivi de l'érosion des rives dans les lacs où il y a du wakesurf

Plusieurs études montrent que cette activité a un impact sur l'érosion des rives des lacs puisque celle-ci crée des vagues plus grosses que celles naturellement formées sur les lacs (Groupe Hémisphères, 2014). Cette activité risque également de participer à la resuspension des sédiments dans les zones peu profondes, augmentant ainsi la charge interne de phosphore. Bien que la loi fédérale sur les eaux navigables autorise l'accès aux embarcations, si l'activité présente un danger pour la protection de l'environnement, il est possible d'implanter une réglementation.

Groupe Hémisphères a par ailleurs assisté la ville d'Estérel dans ce processus et celle-ci a un règlement limitant les zones accessibles à ce genre d'embarcation, contrôlant ainsi les impacts négatifs de cette activité. Ce règlement identifie les zones où il n'est pas possible de pratiquer le wakesurf, voir Annexe IV. Afin d'implanter de telles réglementations, il est tout d'abord nécessaire de faire une caractérisation des berges pour en déterminer la susceptibilité à l'érosion puisque des conséquences néfastes de cette activité pour l'environnement doivent être documentées pour justifier l'implantation d'un tel règlement.

4.4.9 Faire un suivi annuel de la propagation du myriophylle à épi

Des mesures restrictives sont mises en place depuis plusieurs années par la ville de Mont-Tremblant afin de restreindre la propagation du myriophylle à épi. La présence de ces plantes exotiques envahissantes accélère le vieillissement des lacs en plus de nuire à la biodiversité native. Connaître l'état des populations de myriophylle à épi permet d'être en mesure de réagir rapidement lors d'une colonisation.

4.4.10 Contrôler les populations de myriophylle à épi des lacs contaminés

Quatre lacs sur le territoire de Mont-Tremblant sont confirmés comme étant contaminés par le myriophylle à épi (Duhamel, Maskinongé, Mercier et Ouimet ; MDDELCC, 2017). Bien qu'il n'existe aucune solution miracle au problème de contamination au myriophylle à épi, le MDDELCC (2007) propose plusieurs méthodes mécaniques et physiques qui ont fait leurs preuves.

En tenant compte de l'effet dévastateur que la présence de cette plante peut avoir sur un lac, il est important de réagir et de contrôler la croissance des populations. Il est impératif d'intervenir le plus rapidement possible dès la détection d'un individu de myriophylle à épi. L'éradication d'une petite population restreinte à une aire bien définie est beaucoup plus simple et beaucoup moins coûteuse que le traitement d'un lac en entier. En effet, lorsque le myriophylle à épi s'installe dans un lac, la plante accélère grandement le vieillissement prématuré du lac, nuit à la villégiature et fait chuter la biodiversité aquatique. Le tout se traduit souvent en une dévalorisation de la valeur des habitations riveraines et son éradication est pratiquement impossible à ce stade.

5 CONCLUSION

Le suivi quinquennal des lacs de Mont-Tremblant a permis de catégoriser quatre lacs oligotrophes, neuf lacs mésotrophes et un lac eutrophe. Bien que l'étude ne permette pas d'expliquer les causes de cette apparente eutrophisation généralisée, un phénomène régional, tel un été nettement plus chaud qu'à la normale (moyenne estivale : +2,1 °C) est possiblement à blâmer. Effectivement, la température de l'eau favorise une décomposition accélérée de la matière organique dans les sédiments et est associée à un relargage de nutriments dans l'eau, principalement lors d'une anoxie de l'hypolimnion.

Dans un avenir marqué par les changements climatiques, il faut s'attendre à ce que le scénario anormal de 2018 survienne à nouveau et il est impératif de prendre les précautions nécessaires afin de préserver les lacs de nos régions. Effectivement, il est très difficile d'améliorer la qualité d'un lac eutrophisé. Il est cependant possible de freiner son vieillissement et tout progrès d'assainissement et de conservation se verra récompensé à moyen terme, mais également pour les générations futures.

Au-delà des recommandations énumérées plus haut, certains documents peuvent fournir des outils en vue d'une saine gestion des lacs. Par exemple, le *guide d'élaboration d'un plan directeur de bassin versant de lac et adoption de bonnes pratiques* (MDDEP, 2007) présente une approche complète et intègre une série de bonnes pratiques et de comportements à adopter, qui consiste à réaliser des actions simples et peu coûteuses, lesquelles permettront de préserver et de restaurer les lacs.

6 ASSURANCE QUALITÉ

Groupe Hémisphères dispose d'un système interne de contrôle de la qualité inspiré de la norme ISO 9001 : 2008. Ce dernier est basé sur la vérification et l'approbation de tout concept et production de documents par un professionnel senior. Il tient notamment compte de la responsabilité du management, du contrôle de la documentation et des données, de la formation continue du personnel, ainsi que de l'assurance qualité pour les produits livrables. Ce système inclut également un contrôle assidu des travaux de terrain et des mesures de prévention et de sécurité spécifiques au projet.

7 RÉFÉRENCES

- Bolduc, F. et C. Gagné (2007) *Programme triennal de suivi des lacs de la Ville de Mont-Tremblant, 2007*. Rapport présenté à la ville de Mont-Tremblant par Del Degan, Massé et Associés, en collaboration avec Pro Faune, coop de travailleurs. 27 pages et 15 annexes.
- Carlson, R. E. (1977) A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, 22(2):361-369.
- Carlson, R. E. et J. Simpson (1996) *A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods*. 92 pages.
- Clément, V. et G. Ouimet (2004) Programme d'évaluation et de surveillance des lacs. Rapport présenté par Biofilia inc. pour la Ville de Mont-Tremblant. 26 pages et 15 annexes.
- Cross, T. C. et P.C. Jacobson (2013) Landscape factors influencing lake phosphorus concentrations across Minnesota, *Lake and Reservoir Management*, 29(1):1-12.
- GENIVAR (2012) *Suivi des lacs de Mont-Tremblant — Programme quinquennal 2012*. Rapport présenté à la ville de Mont-Tremblant. 22 pages et 2 annexes.
- Groupe Hémisphères (2014) *Revue de littérature et analyse des données disponible sur les lacs dans le cadre d'un projet de réglementation sur la protection de l'environnement*. Rapport présenté à la ville d'Estérel. 10 pages et 2 annexes.
- Jeppesen, E., B. Kronvanga, M. Meerhoff, M. Søndergaard, K.M. Hansena, H.E. Andersena, T.L. Lauridsena, L. Liboriussena, M. Bekliogluc, A. Özenc et J.E. Olesend (2009) Climate Change Effects on Runoff, Catchment Phosphorus Loading and Lake Ecological State, and Potential Adaptations. *Journal of Environmental Quality Abstract—Special Submissions*, 38(5):1930-1941.
- MDDELCC [ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques] (1978 —) *Réseau de Surveillance volontaire des Lacs – Municipalité de Mont-Tremblant* [Base de données]. Récupéré de <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/index.htm>, le 2018-07-06.
- MDDELCC (2007) *Contrôle des plantes aquatiques et des algues*. 10 pages
- MDDELCC (2017) *Lacs et cours d'eau où la présence du myriophylle à épi (Myriophyllum spicatum) a été rapportée – mars 2017*. Récupéré de [<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes-exotiques-envahissantes/myriophylle-epi/index.htm#gestion>], le 2018-09-25.
- MDDEP [ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs] (2007) *Guide d'élaboration d'un plan directeur de bassin versant de lac et adoption de bonnes pratiques*. 94 pages et 7 annexes.
- Nicholls, K. H. (1999) Effects of Temperature and Other Factors on Summer Phosphorus in the Inner Bay of Quinte, Lake Ontario: Implications for Climate Warming, *Journal of Great Lakes research*, 25(2):250-62.
- Nürnberg, G. (1996) Trophic State of Clear and Colored, Soft—and Hardwater Lakes with Special Consideration of Nutrients, Anoxia, Phytoplankton and Fish, *Journal of Lake and Reservoir Management*, 12(4):432-447
- Nürnberg, G.K., M. Shaw, P.J. Dillon et D.J. McQueen (1986) Internal phosphorus load in a oligotrophic Precambrian Shield lake with an anoxic hypolimnion, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 43:574-580.
- Nürnberg, G. et R.H. Peters (1984) The importance of internal phosphorus load to the eutrophication of lakes with anoxic hypolimnia, *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Verhandlungen*, 22(1):190-194.