

SUIVI DES LACS DE MONT-TREMBLANT

PROGRAMME QUINQUENNAL 2012

Rapport synthèse



Ville de Mont-Tremblant, Qc

Suivi des lacs de Mont-Tremblant

Programme quinquennal 2012
Mont-Tremblant, Qc

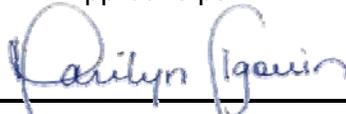
Rapport synthèse

Préparé par :



Annie Raymond, B. Sc. Biol.
Assistante de projet

Approuvé par :



Marilyn Sigouin, biol., M. Env.
Chargée de projet

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Les lacs et cours d'eau sont très nombreux au Québec et représentent une vaste richesse collective en raison de leur caractère naturel, mais également parce qu'ils soutiennent des activités économiques telles que la pêche et le récréotourisme. De telles activités peuvent engendrer d'importantes retombées monétaires pour une région comme celle des Laurentides. Malheureusement, l'engouement de la population pour les milieux lacustres entraîne souvent leur dégradation. En effet, nous avons été témoins, au cours des dernières années, de plusieurs signes concrets de l'eutrophisation des plans d'eau avec, en particulier, l'avènement des cyanobactéries. Il devient donc primordial d'étudier plus en détail la situation écologique des lacs laurentiens afin d'identifier les problématiques potentielles et d'en isoler les causes. De cette façon, il sera possible d'intervenir afin de préserver le secteur économique relié à la qualité des lacs, mais également afin d'offrir aux générations futures un milieu sain.

L'enjeu primordial de la protection des plans d'eau a été très bien cerné par la Ville de Mont-Tremblant puisqu'elle a commandé des études de qualité d'eau dans plusieurs des lacs de son territoire en 2004 et 2007. La Ville poursuit cette année son suivi des lacs en confiant à GENIVAR inc. (GENIVAR) le mandat d'étudier 14 lacs durant la saison estivale 2012, soit les lacs Calvé, Desmarais, Dufour, Duhamel, Forget, Fortier, Gauthier, Gélinas, Lamoureux, Maskinongé, Mercier, Moore, Ouimet et Tremblant. Le but de cette étude est d'établir le stade trophique de chaque lac en effectuant la physico-chimie de l'eau, en mesurant sa transparence et en analysant la concentration de phosphore, de carbone organique dissous et de chlorophylle α dans les 14 lacs à l'étude. Ces données permettent de dresser un portrait écologique des plans d'eau et de suivre leur évolution en comparant les résultats obtenus en 2012 avec ceux enregistrés en 2004 et 2007.

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Ville de Mont-Tremblant

Directeur Service de l'environnement Serge Léonard, B.Sc. Biol

GENIVAR

Directeur Environnement Gatineau Éric Lucas, B. Sc. Env.
Chargée de projet Marilyn Sigouin, biol., M. Env.
Inventaire de terrain Annie Raymond, B.Sc. Biol
 Catherine Levert-Martin, tech. Env.
Rédaction Annie Raymond, B.Sc. Biol
Cartographie Marilyn Sigouin, biol., M. Env.
Révision Marilyn Sigouin, biol., M. Env.
 Julie Lapalme, biol., M. Env.
Édition et mise en page Alexandra Lemieux

Référence à citer :

GENIVAR 2012. *Suivi des lacs de Mont-Tremblant – Programme quinquennal 2012, Mont-Tremblant, Qc.* Rapport de synthèse réalisé pour la Ville de Mont-Tremblant, 22 p. et annexes.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|------------|
| SOMMAIRE EXÉCUTIF | V |
| ÉQUIPE DE RÉALISATION | VII |
| 1 OBJECTIF GÉNÉRAL ET MANDAT | 1 |
| 2 MÉTHODOLOGIE | 3 |
| 2.1 Dates d'échantillonnage | 3 |
| 2.2 Relevés physico-chimiques | 3 |
| 2.2.1 Analyses <i>in situ</i> | 3 |
| 2.2.2 Analyses en laboratoire | 3 |
| 2.3 Cote trophique | 4 |
| 2.3.1 Indice de Carlson | 4 |
| 2.3.2 Classement du MDDEP | 5 |
| 2.4 Base de données | 5 |
| 3 SOMMAIRE DES RÉSULTATS DU SUIVI DE 2012 | 6 |
| 3.1 Paramètres physico-chimiques | 6 |
| 3.1.1 Descripteurs physiques | 6 |
| 3.1.1.1 Transparence, turbidité et carbone organique dissous | 6 |
| 3.1.1.2 Température | 6 |
| 3.1.1.3 Oxygène dissous | 7 |
| 3.1.1.4 pH | 7 |
| 3.1.1.5 Conductivité et chlorures | 8 |
| 3.1.2 Substances nutritives | 8 |
| 3.1.2.1 Phosphore total trace | 8 |
| 3.1.3 Descripteurs biologiques | 8 |
| 3.1.3.1 Chlorophylle α | 8 |
| 3.2 Stade trophique | 11 |
| 3.3 Végétation aquatique | 12 |
| 4 RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES ET SUIVI DES ACTIONS MISES EN ŒUVRE POUR LA PROTECTION DES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES..... | 14 |
| 4.1 Contrôle des bandes riveraines | 14 |
| 4.2 Conformité des installations septiques | 14 |
| 4.3 Pesticides et fertilisants | 15 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.4 | Savons et détergents sans phosphates | 15 |
| 4.5 | Entretien des routes et des fossés routiers | 15 |
| 4.6 | Contrôle des embarcations à moteur | 16 |
| 4.7 | Exploitation forestières et agricoles | 16 |
| 4.8 | Respect de la capacité de support..... | 16 |
| 4.9 | Contrôle des organismes envahissants | 17 |
| 4.10 | Études et suivis proposés | 17 |
| | 4.10.1 Échantillonnage automnal pour vérifier l'anoxie | 17 |
| | 4.10.2 Mesure du périphyton..... | 17 |
| | 4.10.3 Transmission des données aux citoyens | 18 |
| 5 | LISTE DES RAPPORTS COMPLÉMENTAIRES | 19 |
| 6 | RÉFÉRENCES | 21 |

FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Vue de la surface du lac Maskinongé au dessus d'un herbier dense de myriophylle à épis | 13 |
| Figure 2 : Fleur d'eau de cyanobactéries de faible intensité au lac Moore..... | 13 |

TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Date d'échantillonnage des 14 lacs de Mont-Tremblant et conditions climatiques correspondantes | 3 |
| Tableau 2 : Liste des paramètres physico-chimiques analysés..... | 4 |
| Tableau 3 : Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de phosphore total trace, de chlorophylle α et de transparence de l'eau (MDDEP, 2002)..... | 5 |
| Tableau 4 : Synthèse des paramètres analysés dans les 14 lacs de Mont-Tremblant à l'étude du 30 juillet au 2 août 2012 | 9 |
| Tableau 5 : Évolution du stade trophique et de la moyenne de l'indice de Carlson des 14 lacs de Mont-Tremblant en 2004 (Biofilia), 2007 (DDM et Pro-faune) et 2012 (GENIVAR)..... | 11 |

ANNEXES

| | |
|----------|--|
| ANNEXE 1 | Certificats d'analyses du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec pour les 14 lacs à l'étude (disponible sur le Cédérom) |
| ANNEXE 2 | Politique de gestion des usages et accès aux plans d'eau de la Ville de Mont-Tremblant (Codes environnementaux et de courtoisie nautique, disponible sur le Cédérom) |

1 OBJECTIF GÉNÉRAL ET MANDAT

Les lacs du Bouclier canadien sont très nombreux, mais ils subissent une pression grandissante en raison du développement de leur bassin versant et de la construction de résidences sur leurs rives. Dans une optique de développement durable, la Ville de Mont-Tremblant a commandé, en 2004 et 2007, une étude pour 14 lacs de son territoire. La Ville a également mis en œuvre plusieurs projets tels l'adoption d'un règlement plus rigide pour le respect des bandes riveraines, la réfection de plusieurs chemins et fossés, de même que la construction d'un marais filtrant au lac Mercier (voir le rapport d'étape du mois d'août 2012 pour les détails).

Afin d'évaluer l'impact sur les lacs des différentes actions posées dans le bassin versant, de poursuivre le suivi de la qualité de l'eau et de suivre l'évolution des lacs de son territoire, la Ville de Mont-Tremblant a mandaté GENIVAR pour réaliser la diagnose des lacs Calvé, Desmarais, Dufour, Duhamel, Forget, Fortier, Gauthier, Gélinas, Lamoureux, Maskinongé, Mercier, Moore, Ouimet, et Tremblant.

Le présent rapport expose la méthodologie utilisée et explique les différents paramètres analysés, soient la température, l'oxygène dissous, la conductivité spécifique, le pH, la turbidité, la transparence, le carbone organique dissous, le phosphore total trace, la chlorophylle α ainsi que les chlorures pour certains lacs. Il fait également état d'une synthèse des résultats obtenus, un suivi du stade trophique de chaque lac à l'étude ainsi que des recommandations générales.

Il est à noter qu'un rapport individuel sera produit pour chacun des lacs. Ainsi, 14 rapports traiteront plus en détail de chaque paramètre étudié, afin de les comparer aux données recueillies dans la dernière décennie et de traiter les problématiques propres à chaque lac.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 Dates d'échantillonnage

Les visites terrain se sont déroulées du 30 juillet au 2 août 2012, alors que le temps chaud avait permis une stratification thermique estivale bien définie pour tous les plans d'eau. Lors de l'échantillonnage, les conditions climatiques étaient presque toujours optimales donc exemptes de pluie ou de vents forts.

Tableau 1 : Date d'échantillonnage des 14 lacs de Mont-Tremblant et conditions climatiques correspondantes

| Date | Lacs échantillonnés | Température de l'air | Conditions climatiques | Vents |
|---------------------------|---|----------------------|----------------------------------|-------------|
| 30 juillet 2012 | Mercier, Tremblant et Ouimet | 20 à 27 °C | ensoleillé | calme |
| 31 juillet 2012 | Gélinas, Desmarais, Lamoureux et Duhamel | 21 à 29 °C | Ensoleillé avec passages nuageux | calme |
| 1 ^{er} août 2012 | Maskinongé, Fortier, Forget et Dufour | 18 à 26 °C | Ensoleillé avec passages nuageux | Presque nul |
| 2 août 2012 | Gauthier, Moore, Calvé et Ouimet ^a | 20 à 27 °C | ensoleillé | calme |

Note : ^a En raison d'un manque d'alimentation électrique de la sonde au lac Ouimet, les échantillons envoyés au laboratoire ont été pris le 30 juillet 2012 et les données de la sonde le 2 août 2012.

2.2 Relevés physico-chimiques

Lors de la visite des 14 lacs, l'échantillonnage a été effectué dans la fosse la plus profonde de chaque plan d'eau. La localisation du point d'échantillonnage s'est basée sur les cartes bathymétriques des lacs ainsi que sur les stations des études antérieures.

2.2.1 Analyses *in situ*

Les mesures de transparence ont été prises à l'aide d'un disque de Secchi. Les données relatives à la physico-chimie de l'eau ont été relevées grâce à une multisonde de marque Eureka, modèle Mantha II, reliée à un ordinateur de poche. Cet instrument analyse simultanément la température, l'oxygène dissous (pourcentage et concentration), le pH et la conductivité spécifique de l'eau et ce, pour chaque mètre de profondeur de la colonne d'eau.

2.2.2 Analyses en laboratoire

Des échantillons d'eau ont également été recueillis à un mètre sous la surface de l'eau et ont été analysés en laboratoire pour connaître la concentration en

phosphore total trace, le carbone organique dissous, la chlorophylle α , le pH et la turbidité. Pour les lacs Calvé, Duhamel, Maskinongé, Mercier, Moore et Ouimet, un échantillon intégré de la zone euphotique (zone où la lumière pénètre) a été réalisé à l'aide d'un tube intégrateur et a servi à l'analyse des chlorures. Toutes ces analyses ont été réalisées par le Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec (CEAEQ).

Tableau 2 : Liste des paramètres physico-chimiques analysés

| Paramètres | Unités | Limite de détection | Mesures <i>in situ</i> | Analyse au CEAEQ |
|---------------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|------------------|
| DESCRIPTEURS PHYSYQUES | | | | |
| Température | °C | 0,1 | X | |
| Transparence | m | 0,05 | X | |
| Oxygène dissous | mg/L | 0,1 | X | |
| Oxygène dissous | % saturation | 0,1 | X | |
| pH | | 2 | X | X |
| Turbidité | UTN | 0,1 | | X |
| Carbone organique dissous | mg/L | 0,2 | | X |
| Chlorures ^a | mg/L | 0,06 | | X |
| DESCRIPTEURS BIOLOGIQUES | | | | |
| Chlorophylle α | $\mu\text{g/L}$ | 0,04 | | X |
| SUBSTANCES NUTRITIVES | | | | |
| Phosphore total trace | $\mu\text{g/L}$ | 0,6 | | X |

Note : ^a Paramètre analysé seulement pour les lacs Calvé, Duhamel, Maskinongé, Mercier, Moore et Ouimet

2.3 Cote trophique

Les deux méthodes utilisées pour déterminer le stade trophique s'appuient sur les mesures de phosphore total trace, de chlorophylle α et de transparence de l'eau.

2.3.1 Indice de Carlson

Pour la méthode de Carlson (1977), souvent utilisée par les américains, trois formules ont été développées pour arriver à estimer la cote trophique des lacs. Les formules sont les suivantes et s'appuient sur les trois paramètres décrits ci-haut.

- Phosphore total trace (mg/L) : $TSI (PT) = 10 (6 - ((\ln (48 / PT)) / \ln 2))$
- Chlorophylle α (mg/L) : $TSI (Chl \alpha) = 10 (6 - ((2,04 - 0,68) \ln Chl \alpha) / \ln 2)$
- Transparence (m) : $TSI (Zs) = 10 (6 - (\ln Zs / \ln 2))$

Le résultat de chaque formule est une valeur variant sur une échelle de 0 à 100. La moyenne de ces trois résultats représente l'indice de Carlson. Chacune de ces cotes numériques correspond à un stade trophique selon la règle suivante :

- Entre 0 et 30 : Oligotrophe (lac jeune, pauvre en nutriments)
- Entre 40 et 50 : Mésotrophe (stade intermédiaire)
- Entre 60 et 100 : Eutrophe (lac dégradé et riche en nutriments)

2.3.2 Classement du MDDEP

Au début des années 2000, le Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) a lancé un programme de surveillance volontaire pour les associations de lac (RSVL). Il a également développé sa façon d'interpréter les données de phosphore, chlorophylle α et transparence en produisant le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Classes des niveaux trophiques des lacs avec les valeurs correspondantes de phosphore total trace, de chlorophylle α et de transparence de l'eau (MDDEP, 2002).

| Classes trophiques principales | Classes trophiques secondaires | Phosphore total trace ($\mu\text{g/L}$) | Chlorophylle α ($\mu\text{g/L}$) | Transparence (m) |
|--------------------------------|--------------------------------|---|---|------------------|
| Ultra-oligotrophe | | < 4 | < 1 | > 12 |
| Oligotrophe | | 4 - 10 | 1 - 3 | 12 - 5 |
| | Oligo-mésotrophe | 7 - 13 | 2,5 – 3,5 | 6 - 4 |
| Mésotrophe | | 10 - 30 | 3 - 8 | 5 – 2,5 |
| | Méso-eutrophe | 20 - 35 | 6,5 - 10 | 3 - 2 |
| Eutrophe | | 30 - 100 | 8 - 25 | 2,5 - 1 |
| Hyper-eutrophe | | > 100 | > 25 | < 1 |

Il est très intéressant d'analyser le stade trophique des lacs de la Ville de Mont-Tremblant selon cette méthode puisque plusieurs associations de lac de la région participent au réseau de surveillance volontaire. Par conséquent, leurs résultats pourront ainsi être comparés avec ceux de la présente étude.

2.4 Base de données

Selon les désirs de la Ville de Mont-Tremblant, les mesures recueillies en 2012 ont été intégrées à la base de données utilisée en 2004 et en 2007 afin de faciliter les comparaisons. De nouveaux tableaux et des modifications aux graphiques ont cependant été apportés pour augmenter la facilité de lecture et d'interprétation.

3 SOMMAIRE DES RÉSULTATS DU SUIVI DE 2012

Les lignes qui suivent décrivent chaque paramètre étudié afin de bien saisir leur importance. À la fin de cette section, un tableau synthèse des résultats pour tous les lacs est présenté.

3.1 Paramètres physico-chimiques

3.1.1 Descripteurs physiques

3.1.1.1 Transparence, turbidité et carbone organique dissous

La transparence de l'eau indique le degré de pénétration de la lumière dans la colonne d'eau. Un lac ayant une eau très claire et peu de particules en suspension sera très transparent. Dans un tel cas, la lumière pourra pénétrer à plusieurs mètres sous la surface. Par ailleurs, la présence de plusieurs particules en suspension augmente la turbidité de l'eau et de fortes concentrations de carbone organique dissous (COD) confèrent à l'eau une coloration jaunâtre ou légèrement brune, diminuant de ce fait sa transparence. Une concentration importante du COD dans l'eau d'un lac peut être un indicateur de la déforestation et de l'érosion du bassin versant. Pour ces raisons, la concentration moyenne de carbone organique dissous est un paramètre important qui servira à l'analyse de chaque lac. Toutefois, comme ce paramètre a été mesuré pour la première fois cette année, il ne pourra être comparé aux données de 2004 et 2007.

3.1.1.2 Température

Sous nos latitudes, la majorité des lacs de bonnes dimensions ont une stratification thermique durant l'été. En effet, la température joue un rôle important puisqu'elle crée une stratification qui sépare le lac en trois zones distinctes. La première de ces zones, située en surface, se nomme l'épilimnion et est caractérisée par des eaux chaudes. La seconde zone est le métalimnion, où se situe la thermocline. Cette couche est définie par un gradient décroissant très marqué de la température qui crée une barrière de densité empêchant les eaux de surface et les eaux profondes de se mélanger. Enfin, l'hypolimnion, soit la zone la plus profonde, renferme des eaux très fraîches. La différence de densité de l'eau selon la température empêche les trois couches de se mélanger, sauf durant les brassages automnaux et printaniers alors que la colonne d'eau retrouve un gradient de température uniforme permettant ainsi le mélange des eaux profondes avec les eaux de surface.

De tous les lacs étudiés, la majorité présentait une stratification thermique bien définie à l'exception des lacs Calvé, Lamoureux, Maskinongé et Moore qui sont trop peu profonds pour avoir un hypolimnion.

La température de l'eau d'un lac est également importante pour ce qui est du milieu littoral (près de la rive) où l'eau est très peu profonde. En effet, une température fraîche des eaux du littoral est idéale pour les populations de poissons et freine la prolifération des plantes aquatiques et des algues indésirables. Un manque de

végétaux arborescents sur les rives (créant un manque d'ombrage) et la présence de pierres à nues (enrochement, murets de béton) peuvent favoriser un réchauffement excessif de cette zone et entraîner une désoxygénation de l'eau ainsi qu'une importante diminution de sa qualité, permettant à plusieurs organismes microscopiques de se développer en grande quantité. Un lac aux eaux fraîches constitue donc souvent un lac en santé.

3.1.1.3 Oxygène dissous

L'oxygène dissous dans l'eau est un paramètre important puisqu'il permet la respiration des organismes vivants dans les plans d'eau. Divers facteurs peuvent en influencer la concentration, notamment la température de l'eau, la profondeur du lac, la concentration de matières organiques et de nutriments ainsi que la quantité de plantes aquatiques, d'algues et de bactéries présentes. L'oxygène dissous dans les lacs se renouvelle à l'interface air-eau, où les molécules d'oxygène de l'atmosphère se mélange à l'eau de surface, principalement par l'action du vent. La stratification thermique empêche toutefois l'oxygène présent dans l'épilimnion de se rendre dans l'hypolimnion. La présence et le renouvellement de cet élément dans la couche inférieure des plans d'eau à stratification thermique se font donc uniquement au moment des brassages printaniers et automnaux. La mesure de la concentration en oxygène dans l'hypolimnion donne ainsi un aperçu de la consommation d'oxygène par les bactéries et autres organismes peuplant les profondeurs des lacs.

Lors de l'échantillonnage de 2012, plusieurs lacs présentaient des hausses d'oxygène dissous dans le métalimnion. Bien que cette situation soit peu commune aux lacs de manière générale alors qu'une baisse d'oxygène est normalement observée dans le métalimnion, celle-ci est toutefois habituelle pour les lacs du Bouclier canadien. Ce maximum métalimnétique est dû à la grande présence d'algues photosynthétiques qui trouvent à ces profondeurs des conditions favorables de luminosité et de disponibilité de nutriments (Pinel-Alloul, 2005).

3.1.1.4 pH

Le pH informe sur l'acidité d'un liquide et se mesure sur une échelle graduée de 0 à 14. La valeur 7 étant neutre, les valeurs inférieures à 7 désignent un liquide acide et celles supérieures à 7 désignent un liquide alcalin (basique). L'acidité d'un plan d'eau peut être d'origine naturelle, humaine ou une combinaison des deux. Notons que l'eau est généralement plus alcaline en surface sous l'effet de l'activité photosynthétique des plantes et des algues (assimilation du CO₂) et plus acide dans les couches profondes suite à la dégradation de la matière organique par les bactéries (libération de CO₂). Le pH d'un lac influence donc la biodiversité de celui-ci. Ainsi, l'acidification des lacs, sous l'effet des pluies acides et des polluants, diminue la diversité faunique et floristique lacustre. En outre, les espèces intolérantes à l'acidité vont tendre à disparaître, modifiant de ce fait la chaîne alimentaire. Les plantes aquatiques seront remplacées par des mousses aquatiques et une grande prolifération d'algues sera observable. Un lac est considéré acide lorsque son pH est égal ou inférieur à 5,5. Un pH compris entre 5,5 et 6 désigne un lac en transition et c'est dans cet intervalle que les premiers dommages biologiques notables surviennent. Cependant, en raison du caractère granitique du sol du Bouclier canadien (protection naturelle réduite contre l'acidification et les dépôts

acides naturels), les lacs de cette région ayant un pH de 6 ou plus ne sont pas considérés comme ayant un problème d'acidification (Dupont, 2004).

3.1.1.5 Conductivité et chlorures

La conductivité de l'eau est sa propriété à laisser passer le courant électrique. Elle nous indique la quantité de minéraux dissous dans l'eau ou présents sous forme d'ions. Ainsi, la conductivité spécifique est plus élevée dans les plans d'eau dont le bassin versant draine des sols facilement *érodés ou lessivés* puisqu'ils contiennent plus de sels et minéraux dissous (Environnement Canada, 2007). Par ailleurs, la présence d'une grande quantité d'ions chlorure, provenant souvent de l'épandage d'abrasifs sur les routes en hiver, augmente significativement la conductivité des plans d'eau situés à proximité d'axes routiers importants.

La conductivité au fond des plans d'eau peut également être influencée par la concentration d'oxygène dissous. En effet, les conditions anoxiques peuvent provoquer un *relargage* d'éléments nutritifs contenus dans les sédiments, éléments qui contribuent alors à faire augmenter la quantité de sels et minéraux dissous dans l'eau (Tremblay *et al.*, 2002). Dans les 14 lacs échantillonnés à la fin du mois de juillet et au début du mois d'août 2012 dans la Ville de Mont-Tremblant, aucun de ceux-ci ne présentait d'anoxie au bas de la colonne d'eau. Toutefois, une baisse très importante de cet élément a été constaté dans plusieurs d'entre eux. Par conséquent, l'anoxie et le *relargage* par la même occasion sont des paramètres à surveiller pour plusieurs lacs.

3.1.2 Substances nutritives

3.1.2.1 Phosphore total trace

Le phosphore est un élément nutritif essentiel à la croissance des algues et des plantes aquatiques. C'est également un élément limitant, c'est-à-dire que sa disponibilité limite la croissance des organismes photosynthétiques. Ainsi, c'est lui qui régule la productivité primaire d'un lac : plus il y a de phosphore disponible, plus il y a d'algues et de plantes aquatiques. Le phosphore est également le principal responsable de l'eutrophisation d'un plan d'eau et influence l'apparition des fleurs d'eau (*blooms*) de cyanobactéries.

3.1.3 Descripteurs biologiques

3.1.3.1 Chlorophylle α

La chlorophylle α est un pigment essentiel à la photosynthèse des algues et des autres végétaux. Étant un constituant des algues, elle peut être utilisée pour évaluer la biomasse algale qui, à son tour, constitue un excellent indice dans l'établissement du stade trophique. En effet, plus un lac contient d'éléments nutritifs (engrais), plus il y aura une forte croissance d'algues microscopiques planctoniques et plus la concentration de chlorophylle α sera élevée. Ainsi, la concentration de chlorophylle α est généralement corrélée à la concentration de phosphore qui est, comme mentionné précédemment, essentiel à la croissance des algues

Tableau 4 : Synthèse des paramètres analysés dans les 14 lacs de Mont-Tremblant à l'étude du 30 juillet au 2 août 2012

| | | Calvé | Desmarais | Dufour | Duhamel | Forget | Fortier | Gauthier | Gélinas | Lamoureux | Maskinongé | Mercier | Moore | Ouimet | Tremblant |
|---------------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Paramètres | Unités | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripteurs physiques | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conductivité | (µS/cm) | 242,2 | 32,3 | 56 | 234,6 | 49,6 | 30,7 | 39,9 | 34 | 40,5 | 115,5 | 84,1 | 203,8 | 71,9 | 27,9 |
| pH | | 7,5 | 6,9 | 7,1 | 7,8 | 7 | 7,3 | 7,2 | 6,9 | 7,2 | 9,2 | 7 | 7,7 | 7,4 | 6,8 |
| Transparence | (m) | 7 | 8,25 | 6 | 9,50 | 5 | 8,5 | 6,4 | 7,5 | 5,15 | 1,75 | 8,75 | 3,50 | 5 | 5,75 |
| Turbidité | (UTN) | 0,40 | 0,3 | 0,6 | 0,50 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,4 | 0,70 | 4,7 | 0,5 | 1,20 | 0,6 | 0,5 |
| COD | (mg/L de C) | 4,1 | 2,4 | 4,5 | 2,7 | 4,6 | 2,2 | 2,7 | 2,2 | 3,6 | 5,1 | 3,2 | 3,3 | 3,2 | 3,4 |
| Descripteurs biologiques | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chlorophylle a | (µg/L) | 0,8 | 0,68 | 1,76 | 0,65 | 1,39 | 0,96 | 0,91 | 0,79 | 1,9 | 15,9 | 0,76 | 3,35 | 1,17 | 0,89 |
| Substances nutritives | | | | | | | | | | | | | | | |
| Phosphore total à la surface | (mg/L de P) | 0,0029 | 0,0068 | 0,003 | 0,0007 | 0,0031 | 0,0034 | 0,0027 | 0,0021 | 0,0033 | 0,011 | 0,0006 | 0,0035 | 0,0023 | 0,0013 |
| Ions majeurs | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chlorures | (mg/L de Cl) | 41,0 | | | 35,0 | | | | | | 3,7 | 15,0 | 28,0 | 7,0 | |
| Indice de Carlson | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Échelle de 0 à 100 | 26,6 | 29,4 | 30,1 | 17,6 | 30,4 | 27,0 | 27,1 | 24,7 | 31,5 | 49,6 | 17,8 | 35,5 | 28,4 | 24,0 |
| Transparence | | 31,9 | 29,6 | 34,2 | 27,5 | 36,8 | 29,1 | 33,2 | 30,9 | 36,4 | 51,9 | 28,7 | 41,9 | 36,8 | 34,8 |
| Phosphore total à la surface | | 19,5 | 31,8 | 20,0 | -1,0 | 20,5 | 21,8 | 18,5 | 14,9 | 21,4 | 39,1 | -3,2 | 22,2 | 16,2 | 7,9 |
| Chlorophylle a | | 28,4 | 26,8 | 36,1 | 26,3 | 33,8 | 30,2 | 29,6 | 28,3 | 36,9 | 57,7 | 27,9 | 42,4 | 32,1 | 29,4 |
| Niveau trophique | | Oligotrophe | Mésotrophe | Oligotrophe | Oligotrophe | Oligotrophe | Oligotrophe |

3.2 Stade trophique

Les lacs changent et évoluent dans le temps. Leur vieillissement, ou eutrophisation, est une réponse du milieu aquatique à un enrichissement excessif en matières nutritives. L'eutrophisation se traduit par divers symptômes, tels que l'augmentation marquée de la biomasse algale, la forte croissance de plantes aquatiques, un déficit en oxygène et des odeurs désagréables dues à la grande quantité de matière en décomposition. La détermination du stade trophique d'un lac permet de voir si l'eutrophisation de celui-ci est avancée ou non. Différents paramètres, tels que la concentration en phosphore, en chlorophylle α ainsi que la transparence de l'eau, sont utilisés pour déterminer si le lac est oligotrophe (peu d'éléments nutritifs), eutrophe (beaucoup d'éléments nutritifs) ou encore mésotrophe (stade intermédiaire). Le tableau 5 présente les résultats du classement trophique des trois études du suivi de la qualité de l'eau des lacs de Mont-Tremblant.

Tableau 5 : Évolution du stade trophique et de la moyenne de l'indice de Carlson des 14 lacs de Mont-Tremblant en 2004 (Biofilia), 2007 (DDM et Pro-faune) et 2012 (GENIVAR).

| Lac | 2004 (Biofilia) | | 2007 (DDM) | | 2012 (GENIVAR) | |
|------------|-----------------|---------|-------------|---------|----------------|---------|
| | Cote | Carlson | Cote | Carlson | Cote | Carlson |
| Calvé | oligotrophe | 36,2 | oligotrophe | 31,7 | oligotrophe | 26,6 |
| Desmarais | oligotrophe | 35,6 | oligotrophe | 32,0 | oligotrophe | 29,4 |
| Dufour | oligotrophe | 38,3 | oligotrophe | 31,9 | oligotrophe | 30,1 |
| Duhamel | oligotrophe | 33,0 | oligotrophe | 31,5 | oligotrophe | 17,6 |
| Forget | oligotrophe | 39,5 | oligotrophe | 28,9 | oligotrophe | 30,4 |
| Fortier | oligotrophe | 34,3 | oligotrophe | 24,6 | oligotrophe | 27,0 |
| Gauthier | oligotrophe | 37,5 | oligotrophe | 31,6 | oligotrophe | 27,1 |
| Gélinas | oligotrophe | 34,1 | oligotrophe | 24,8 | oligotrophe | 24,7 |
| Lamoureux | mésotrophe | 44,3 | oligotrophe | 38,1 | oligotrophe | 31,5 |
| Maskinongé | eutrophe | 58,8 | eutrophe | 56,9 | mésotrophe | 49,6 |
| Mercier | oligotrophe | 36,1 | oligotrophe | 28,3 | oligotrophe | 17,8 |
| Moore | mésotrophe | 41,4 | oligotrophe | 39,3 | oligotrophe | 35,5 |
| Ouimet | mésotrophe | 40,5 | oligotrophe | 35,5 | oligotrophe | 28,4 |
| Tremblant | oligotrophe | 36,5 | oligotrophe | 24,9 | oligotrophe | 24,0 |

Il est possible de constater que l'indice de Carlson de presque tous les lacs s'est amélioré en 2012. Ceci peut s'expliquer, dans un premier temps, par tous les efforts que la Ville, les associations de lacs et les citoyens ont déployés durant les dernières années au niveau du resserrement et de l'application des réglementations en milieu

riverain. Ceux-ci concernent notamment les bandes de protection riveraine et les installations d'épuration des eaux usées, le reboisement des rives, la sensibilisation et de la conscientisation du problème de dégradation des plans d'eau.

Dans un deuxième temps, il est également possible que les conditions climatiques particulièrement sèches de la saison estivale 2012 aient influencé les concentrations de phosphore dans les lacs. En effet, le lessivage des sols ou le transport de substances nutritives par les eaux de ruissellement vers les lacs a été grandement limité étant donné les faibles précipitations de l'été 2012. Ceci peut donc avoir diminué le phosphore présent dans les plans d'eau ainsi que la production primaire, ce qui conduit à une meilleure cote trophique.

Bien qu'il soit fort probable que les deux explications exposées ci-haut aient influencé les résultats des stades trophiques pour les lacs, les études réalisées ne permettent pas d'évaluer dans quelle proportion les conditions climatiques et les efforts du milieu ont contribué à l'amélioration de la qualité de l'eau.

3.3 Végétation aquatique

Bien qu'aucun inventaire de la végétation aquatique n'était prévu pour l'étude de 2012, certaines particularités ont été observées lors des visites terrain pour les lacs Maskinongé et Moore.

D'abord, bien que les lacs Duhamel et Ouimet présentent également des antécédents de myriophylle à épis, des herbiers de cette plante n'ont été repérés que sur un seul plan d'eau lors des inventaires de 2012, soit le lac Maskinongé. En effet, dans ce lac de petites dimensions, une très grande partie du littoral a été colonisé par cette plante non indigène et à caractère envahissant. Puisque les herbiers sont particulièrement denses, ils découragent les activités de récréation, diminuent l'oxygène dissous dans le lac et dégradent l'habitat de plusieurs plantes et poissons indigènes.



Figure 1 : Vue de la surface du lac Maskinongé au dessus d'un herbier dense de myriophylle à épis

Ensuite, lors de l'échantillonnage au lac Moore, une petite fleur d'eau de cyanobactérie a été observée dans la baie nord-ouest du lac. Il est à noter que des antécédents d'algues bleues existent au lac Moore pour 2009. Une surveillance est donc souhaitable pour aviser les autorités ministérielles de la présence d'une fleur d'eau importante, le cas échéant.



Figure 2 : Fleur d'eau de cyanobactéries de faible intensité au lac Moore.

4 RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES ET SUIVI DES ACTIONS MISES EN ŒUVRE POUR LA PROTECTION DES ÉCOSYSTÈMES AQUATIQUES

Les différentes études depuis 2004 démontrent que la qualité de l'eau de 14 lacs de la Ville de Mont-Tremblant s'est maintenue ou même améliorée. Cette amélioration observée dans certains plans d'eau en 2012 peut avoir été influencée par les conditions climatiques particulièrement sèches de cette saison estivale. Par contre, de façon globale, la progression ou le maintien de la qualité de l'eau ne sont certainement pas étrangers aux mesures mises en place par la Ville et aux efforts des résidents.

Cette section propose donc une revue des différents moyens entrepris sur le territoire de la Ville de Mont-Tremblant ou qui pourraient l'être.

4.1 Contrôle des bandes riveraines

Une nouvelle réglementation ayant pour but la conservation et la restauration des bandes riveraines est en place depuis 2008. Brièvement, ce règlement stipule entre autre que, pour les rives dévégétalisées, il y a une obligation de renaturaliser une bande de terrain d'au moins 5 mètres de profondeur à partir de la ligne des hautes eaux. De plus, toute tonte de gazon, ou autre intervention sur la végétation est interdite sur l'ensemble de la bande riveraine (10 à 15 mètres) sauf pour un sentier d'accès au lac d'une largeur maximale de 5 mètres, aménagé en diagonal avec la rive (certaines exceptions s'appliquent).

Cette réglementation a été couplée à un projet intitulé le «Programme des rives» où, depuis 2009, plus de 800 propriétés riveraines ont été visitées par des stagiaires. Chaque propriété a fait l'objet d'un rapport personnalisé qui a été envoyé au riverain lui indiquant les actions à poser pour se conformer.

Ainsi, si la Ville continue à veiller à un respect uniforme de la réglementation par les riverains, les bandes riveraines pourront retrouver ou conserver leurs fonctions de filtration, d'ombrage et de lutte à l'érosion. Ces mesures apporteront inévitablement un impact positif sur la qualité de l'eau des lacs.

4.2 Conformité des installations septiques

Les installations septiques non conformes, surtout celles en bordure des plans d'eau, sont susceptibles de laisser s'échapper une grande quantité d'éléments nutritifs vers les lacs. La Ville de Mont-Tremblant consacre donc une attention particulière aux systèmes sanitaires les plus anciens. Effectivement, de 2002 à 2007, des stagiaires étaient embauchés pour visiter les résidences où un problème était

suspecté. Depuis 2008, ce travail est donné à contrat à des firmes de spécialistes externes.

De plus, la Ville travaille présentement avec Me Jean-François Girard, spécialiste en droit de l'environnement, pour resserrer la réglementation et donner plus de pouvoir à la municipalité afin de mieux contrôler les installations septiques polluantes.

4.3 Pesticides et fertilisants

L'utilisation générale des pesticides est interdite sur tout le territoire de la Ville de Mont-Tremblant. Cette mesure protège la contamination des eaux de surfaces et des nappes phréatiques par des substances chimiques qui, selon leur concentration, peuvent être dangereuses pour les écosystèmes terrestres et aquatiques et même pour la santé humaine.

L'usage d'engrais est également prohibé autour des lacs, pour une bande de 100 mètres à partir de la ligne des hautes-eaux. Dans le cas des fertilisants organiques, c'est une marge de recul de 15 mètres à partir de la ligne des hautes-eaux qui doit être respectée. Cette mesure réduit l'apport d'éléments nutritifs au lac par le lessivage des sols puisqu'une partie considérable des fertilisants épandus en milieu riverain peut se retrouver dans l'eau du lac.

4.4 Savons et détergents sans phosphates

Depuis juillet 2010, le gouvernement fédéral a adopté le *Règlement sur la concentration en phosphore dans certains produits de nettoyage* (DORS/89-501). Ce règlement stipule que les détergents domestiques ne peuvent contenir plus de 0,5% de phosphore, ce qui constitue une nette amélioration en comparaison avec les 8 ou 9% souvent retrouvés avant l'entrée en vigueur de cette réglementation.

4.5 Entretien des routes et des fossés routiers

Pour éviter la pollution des plans d'eau par l'apport en sédiments des fossés routiers, il importe d'adopter de saines pratiques comme celle du tiers inférieur, méthode maintenant bien connue au Québec. À ce sujet, les employés de la voirie de la Ville de Mont-Tremblant ont suivi une formation avec l'organisme de bassin versant Agir pour la Diable.

De plus, de gros projets ont ou seront mis en place pour tenter de réduire au maximum les rejets de sédiments vers le réseau hydrographique. À titre d'exemple, pensons au marais filtrant construit au lac Mercier ou à la gestion des eaux pluviales qui y est en cours.

4.6 Contrôle des embarcations à moteur

Un bateau à moteur circulant près d'une rive peut avoir de nombreux impacts sur le plan d'eau. D'abord, les vagues engendrées par le passage à grande vitesse d'une embarcation peuvent éroder les rives, miner les efforts de reboisement des riverains et favoriser la sédimentation et l'enrichissement en phosphore du plan d'eau. Ensuite, le brassage des sédiments peut détruire des frayères à poissons, remettre en suspension du phosphore sédimenté et augmenter la turbidité de l'eau. Ceci aura pour effet de favoriser son réchauffement et aura un impact négatif sur les populations ichthyennes puisque les particules en suspension dans l'eau peuvent agir comme un abrasif sur leurs branchies.

En somme, circuler à grande vitesse en partie peu profonde a un effet négatif sur tout l'écosystème lacustre puisque 90 % de la vie d'un lac dépend de la partie littorale. Il importe donc de circuler le plus loin possible des rives et de réduire sa vitesse à l'approche du pourtour des lacs. À cet effet, un code d'éthique pour les lacs a été rédigé puisque la réglementation, de juridiction fédérale, est présentement beaucoup trop complexe à mettre en place. Ce code d'éthique fait partie de la «*Politique de gestion des usages et accès aux plans d'eau de la Ville de Mont-Tremblant*» (annexe 2).

4.7 Exploitation forestières et agricoles

Le territoire de la Ville de Mont-Tremblant étant majoritairement utilisé pour la villégiature, on y retrouve peu de territoires forestiers et agricoles. Il ne s'agit donc pas d'une priorité au niveau de la gestion du territoire. De plus, les normes pour ces deux industries sont de plus en plus sévères en matière de respect de l'environnement. À titre d'exemples, de nouvelles exigences sont apparues dans le *Règlement sur les exploitations agricoles* tel que l'obligation de présenter un plan de gestion du phosphore pour les terres agricoles et l'obligation d'exclure le bétail des cours d'eau.

4.8 Respect de la capacité de support

Un modèle qui permet de calculer la capacité de support d'un lac, a été développé pour la MRC des Laurentides. Ce modèle demeure malheureusement imparfait et son application à tous les lacs du territoire est peu probable. Il est donc difficile de se prononcer sur une règle précise quant à la limite de développement qu'un lac peut supporter dans un bassin versant. Souvent en environnement, en cas d'incertitude, le principe de précaution doit s'appliquer. Il importe donc de poursuivre le développement de façon consciencieuse, en prenant le temps d'analyser et de minimiser les répercussions probables sur les écosystèmes lacustres. Un suivi constant des plans d'eau s'avère également nécessaire afin de déceler rapidement un problème d'enrichissement et pour réagir avant que ne survienne une eutrophisation trop sévère.

4.9 Contrôle des organismes envahissants

Des herbiers de myriophylle à épis avaient été recensés dans 4 lacs lors de précédentes études, soient les lacs Ouimet, Mercier, Lamoureux et Duhamel. La prolifération dans ces plans d'eau semble cependant être moins étendue en 2012 qu'elle ne l'était auparavant. La plante a par contre été introduite dans un nouveau plan d'eau, le lac Maskinongé. En seulement un an, la majorité du littoral a été envahit par de denses herbiers de myriophylle.

Il est difficile de limiter la propagation du myriophylle à épis une fois qu'il s'est implanté dans un lac puisqu'il possède plusieurs modes de propagation, son principal étant le bouturage. Restreindre le passage des bateaux à moteurs dans les herbiers peut par contre ralentir ou quelque peu retarder l'envahissement du lac par la plante.

Pour ce qui est de prévenir l'apport de myriophylle ou autres organismes envahissants dans de nouveaux plans d'eau, aucune technique n'est efficace à 100%. La Ville de Mont-Tremblant oblige le lavage systématique de toutes les embarcations, ce qui est une solution lourde au niveau de la logistique, mais qui demeure le moyen le plus efficace de prévenir l'implantation d'organismes indésirables. Un bon protocole de lavage et de gestion des embarcations, sans empêcher l'accessibilité aux plans d'eau, doit être mis en place pour maximiser le succès de cette technique.

4.10 Études et suivis proposés

4.10.1 Échantillonnage automnal pour vérifier l'anoxie

Plusieurs lacs échantillonnés durant la saison estivale présentaient une baisse importante des concentrations d'oxygène dissous au bas de la colonne d'eau sans toutefois devenir anoxique. Cette situation d'anoxie peut cependant survenir plus tard dans la saison estivale puisque la consommation d'oxygène par les bactéries et les décomposeurs est perpétuelle.

Il serait pertinent de faire un échantillonnage à l'automne pour tous les lacs à l'exception de 3 : les lacs Tremblant, Mercier et Moore. Cette étude consisterait d'abord à faire un profil d'oxygène de la colonne d'eau. Dans les cas d'anoxie, un échantillon de phosphore en profondeur à l'aide d'un hydrocapteur Van Dorn devrait être réalisé pour vérifier le *relargage* d'éléments nutritifs vers la colonne d'eau.

4.10.2 Mesure du périphyton

Le périphyton est l'ensemble des algues et autres microorganismes se développant sur les plantes aquatiques et les substrats inertes. Ce sont ces algues qui donnent un aspect glissant aux roches du littoral. Selon le réseau de surveillance volontaire des lacs du MDDEP, la caractérisation du périphyton est une étude à prioriser dans

tout processus de vérification de l'état de santé d'un lac. En effet, la croissance de ces algues est fortement corrélée à la dégradation de la bande riveraine et à la disponibilité des nutriments provenant du bassin versant.

La caractérisation du périphyton permet de mesurer son épaisseur dans le littoral d'un lac. Comme cette épaisseur est très variable d'un endroit à un autre et d'une année à l'autre, il est nécessaire de récolter des mesures sur trois années consécutives. Ainsi, chaque année, des mesures sont prises en différents points répartis dans le littoral de tout le lac. Il pourrait être des plus pertinent pour la Ville de Mont-Tremblant d'entreprendre cette études dans les lacs de son territoire.

4.10.3 Transmission des données aux citoyens

Très souvent, transmettre et expliquer aux citoyens les résultats d'études comme celle-ci, est un excellent moyen d'informer et de sensibiliser la population à l'importance de protéger les plans d'eau. La Ville de Mont-Tremblant possède déjà un site Internet bien conçu et complet où les rapports des professionnels sont disponibles à tous. En plus de cette mesure, des conférences pourraient être organisées afin qu'un biologiste puisse présenter et vulgariser les résultats de l'étude et répondre aux questions des participants.

5 LISTE DES RAPPORTS COMPLÉMENTAIRES

- Calvé
- Desmarais
- Dufour
- Duhamel
- Forget
- Fortier
- Gauthier
- Gélinas
- Lamoureux
- Maskinongé
- Mercier
- Moore
- Ouimet
- Tremblant

6 RÉFÉRENCES

- CARIGNAN, R., 2005. *Bio 3839, Limnologie physique et chimique*. Université de Montréal, Département des Sciences Biologiques, 166 pages.
- CONSEIL RÉGIONAL EN ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES. 2012. *Cartes bathymétrique du lac Desmarais*. <http://www.crelaurentides.org/bleu/bathymetrie.shtml> ; page consultée le 13 août 2012
- D'ARCY, P. Et R. Carignan, 1997. *Influence of catchment topography on water chemistry in southeastern Québec Sield lakes*. Canadian Journal of Aquatic Sciences, 54: 2215-2227.
- DODSON, S. I., 2005. *Introduction to Limnology*. Higher Education, 400 p. page 46.
- DUARTE, C. Et J. M. Kalff, 1989. *The Influence of catchment and lake depth on phytoplankton biomass*. Arch Hydrobiology. 115 (1): 27-40.
- DUPONT, J., 2004. La problématique des lacs acides au Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq no. ENV/2004/0151, collection no. QE/145, 18 p.
- ENGSTROM, D. R., 1987. *Influence of vegetation and hydrology on the humus budgets of Labrador lakes*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 44: 1306-1314.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2007. Centre Saint-Laurent, Infos Saint-Laurent, Eau et sédiments. http://www.qc.ec.gc.ca/csl/inf/inf010_f.html
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2010. DORS/89-501. *Règlement sur la concentration en phosphore dans certains produits de nettoyage de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement*. Mise à jour 2012-10-02; dernière modification 2010-07-01.
- FLANAGAN, K. E. M. McCauley, F. Wrona et T. Prowse. 2003. *Climate change: the potentiel for latitudinal effects on algal biomass in aquatic ecosystems*. Canadian Journal of Aquatic Sciences, 60 : 635-639.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP) et CONSEIL RÉGIONAL EN ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES (CRE LAURENTIDES), 2007a. *Fiches théoriques : Le phosphore et l'azote*, mai 2007, Québec, MDDEP et CRE Laurentides, 4 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP) et CONSEIL RÉGIONAL EN ENVIRONNEMENT DES LAURENTIDES (CRE LAURENTIDES), 2007b. *Fiches théoriques : L'oxygène dissous*, mai 2007, Québec, MDDEP et CRE Laurentides, 4 p.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP), 2002. Critères de qualité de l'eau de surface au Québec. http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0365

- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE. 2012. *Répertoire des connaissances par lac*. Lac Desmarais, fiche # 00466, 4 pages.
- ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE (OCDE) 1982, *Eutrophisation des eaux : méthodes de surveillance d'évaluation et de lutte*, OCDE Paris, 164 pages.
- PINEL-ALLOUL, B., 2005. *Bio 3839, Limnologie Biologique*. Université de Montréal, Département des Sciences Biologiques, 153 pages.
- PINEL-ALLOUL, B., 2005. *Bio 3843, Stage de Limnologie*. Université de Montréal, Département des Sciences Biologiques, 142 pages.
- TREMBLAY, R., S. Légaré, R. Pienitz, W.F. Vincent et R.I. Hall, 2002. *Étude paléolimnologique de l'histoire trophique du lac Saint-Charles, réservoir d'eau potable de la communauté urbaine de Québec*. *Revue des Sciences de l'Eau*, 14/4 : 489-510.
- UNITED NATIONS EDUCATIONAL SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). 1989. *The control of eutrophication of lakes and reservoirs*. Paris 314 pages.
- VILLE DE MONT-TREMBLANT. 2012. *Données cartographiques des limites des bassins versants*, communication personnelle.
- VILLE DE MONT-TREMBLANT. 2012. *Information sur les réfections de chemins faits entre 2007 et 2012 sur les routes aux abords des lacs*, communication personnelle.
- VILLE DE MONT-TREMBLANT. 2008. *Règlement 102 concernant le zonage, Sous-section2 Disposition relatives aux interventions sur la rive*. Pages 548 à 553
- VILLE DE MONT-TREMBLANT. 2012. *Tableau du nombre d'habitation autour des lacs en 2007 et 2012*, communication personnelle.

ANNEXE 1

**Certificats d'analyses du Centre d'expertise en analyse environnementale
du Québec pour les 14 lacs à l'étude (disponible sur le Cédérom)**

ANNEXE 2

**Politique de gestion des usages et accès aux plans d'eau de la Ville de
Mont-Tremblant (Codes environnementaux et de courtoisie nautique,
disponible sur le Cédérom)**
