

Programme d'évaluation et de surveillance des lacs

Ville de Mont-Tremblant, Québec

Préparé par :

Vincent Clément, biol.

et

Geneviève Ouimet, biol.

Pour :

Ville de Mont-Tremblant

Novembre 2004

Sommaire exécutif

À l'été 2004, Biofilia inc. a été mandaté par la Ville de Mont-Tremblant afin d'effectuer la diagnose de 15 lacs sur son territoire. Le programme d'évaluation et de surveillance des lacs a pour objectif d'établir un état zéro pour chacun des lacs afin de permettre une meilleure gestion de ceux-ci de la part des citoyens et de la municipalité.

Cette étude consistait à effectuer une diagnose de chaque lac afin d'y effectuer des études physico-chimiques *in-situ* et un échantillonnage d'eau pour les analyses en laboratoire. Un inventaire des herbiers aquatiques ainsi qu'une identification sommaire des tributaires et émissaires ont également été réalisés.

Ces travaux-terrains ont permis de recueillir une base de données comparative sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des 15 lacs. Dans ce document, vous y trouverez les informations suivantes :

- Les objectifs du présent travail;
- La méthodologie des inventaires et des analyses;
- Les données biophysiques et physico-chimiques;
- Le statut trophique;
- Une description de la végétation aquatique;
- L'élaboration d'un suivi environnemental;
- Des recommandations générales.

Afin de faciliter la compréhension des termes techniques, un glossaire est inclus à la fin de ce document.

Équipe de réalisation

Municipalité de Ville de Mont-Tremblant

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

Biofilia inc.

Directeur de projet : Vincent Clément, B.Sc.

Chargée de projet : Geneviève Ouimet, B.Sc.

Référence à citer :

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, dossier 2004-1144, 26 pages et 15 annexes.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	1
2. MÉTHODOLOGIE	2
2.1 Situation géographique.....	2
2.2 Acquisition des données	2
2.2.1 Date d'échantillonnage	2
2.2.2 Bathymétrie.....	4
2.2.3 Relevés physico-chimiques	4
2.2.4 Relevés des foyers d'érosion.....	6
2.2.5 Relevés de la végétation aquatique.....	7
3. DESCRIPTION DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES.....	8
3.1 Physico-chimie.....	8
3.1.1 Descripteurs physiques.....	8
3.1.2 Métaux	11
3.1.3 Descripteurs biologiques.....	11
3.1.4 Substances nutritives.....	12
3.1.5 Ions majeurs	13
3.2 Indice trophique	13
3.2.1 Indice de Carlson (1977).....	13
4. RECOMMANDATIONS DE GESTION.....	14
4.1 Paramètres hydrologiques.....	14
4.1.1 Quantité d'eau et renouvellement du lac	14
4.2 Paramètres morphométries	14
4.2.1 Niveau d'eau des lacs.....	15
4.3 Paramètres physico-chimiques.....	15
4.3.1 Qualité de l'eau	15
4.3.2 État trophique.....	16
4.4 Paramètres biophysiques	17
4.4.1 Encadrement forestier.....	17
4.4.2 Cours d'eau	17
4.4.3 Vallons sensibles	18
4.4.4 Rives et zones riveraines.....	18

4.4.5 Aire équivalente de coupe	18
5. SUIVI ENVIRONNEMENTAL	19
6. CONCLUSION	20
7. GLOSSAIRE	22
8. BIBLIOGRAPHIE	24

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1. Dates et conditions météorologiques pour les différents plans d'eau.....	2
TABLEAU 2. Liste des paramètres physico-chimiques analysés dans le cadre du..... programme d'évaluation et de surveillance des lacs	5
TABLEAU 3. Tableau comparatif des statuts trophiques des 15 lacs étudiés en 2004.....	18
TABLEAU 4. Tableau comparatif des paramètres physico-chimiques des 15 lacs étudiés en 2004.....	19

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1. Échelle de l'indice de Carlson.....	12
---	----

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1	- Lac Bibitte
Annexe 2	- Lac Calvé
Annexe 3	- Lac Desmarais
Annexe 4	- Lac Dufour
Annexe 5	- Lac Duhamel
Annexe 6	- Lac Forget
Annexe 7	- Lac Fortier
Annexe 8	- Lac Gauthier

- Annexe 9 - Lac Gélinas
- Annexe 10 - Lac Lamoureux
- Annexe 11 - Lac Maskinongé
- Annexe 12 - Lac Mercier
- Annexe 13 - Lac Moore
- Annexe 14 - Lac Ouimet
- Annexe 15 - Lac Tremblant

1. INTRODUCTION

Les lacs jouent un rôle important dans le développement économique et touristique d'une région. Une étude limnologique offre l'opportunité d'acquérir une connaissance exhaustive d'un plan d'eau afin d'en faciliter sa gestion. C'est pourquoi Biofilia inc., Consultants en environnement, a été mandaté par la Ville de Mont-Tremblant afin d'effectuer la diagnose de 15 de ses principaux lacs.

Le programme d'évaluation et de surveillance des lacs, ainsi appelé, a pour objectif de mettre sur pied une base de données comparative de l'état de santé des 15 lacs afin de permettre une meilleure gestion des plans d'eau par les résidents riverains et par la municipalité. Les paramètres de l'étude sont les suivants :

- 1) Paramètres hydrologiques;
- 2) Paramètres morphométriques;
- 3) Paramètres physico-chimiques;
- 4) Paramètres biophysiques;

Les lacs qui ont fait partie de cette étude sont les suivants : Bibitte, Calvé, Desmarais, Dufour, Duhamel, Forget, Fortier, Gauthier, Gélinas, Lamoureux, Maskinongé, Mercier, Moore, Ouimet, Tremblant.

Le présent document est divisé en deux sections; la première traite de la méthodologie utilisée pour effectuer l'ensemble des diagnoses de lacs ainsi que les recommandations de gestion générale. La deuxième traite des résultats, de leur interprétation et des recommandations pour chacun des lacs.

2. MÉTHODOLOGIE

2.1 Situation géographique

La ville de Mont-Tremblant se retrouve sur le bouclier canadien dans la partie centrale de la MRC des Laurentides. La ville est située à une centaine de kilomètres au nord de Montréal et occupe une superficie de 276 Km² (Plan directeur, 2003). La carte 1 illustre le territoire ciblé.

2.2 Acquisition des données

2.2.1 Date d'échantillonnage

Les diagnoses ont été effectuées entre le 27 juillet 2004 et le 20 août 2004. Le temps alloué à chaque lac était de une journée mis à part le Lac Tremblant où celui-ci prit 2 jours. Voici l'échéancier effectué :

Tableau 1. Dates et conditions météorologiques pour les différents plans d'eau

Date	Plan d'eau	Température (°C)	Couvert nuageux (%)	Vent (Km/h)
27 juillet 2004	Lac Desmarais	25	100	5-10
28 juillet 2004	Lac Forget	26	100	5-10
29 juillet 2004	Lac Dufour	25	5	5-10
30 juillet 2004	Lac Gélinas	26	1	10-15
2 août 2004	Lac Fortier	26	40	5-10
3 août 2004	Lac Calvé et Lac Moore	26	100	5-10
4 août 2004	Lac Bibitte	24	50	15-20
6 août 2004	Lac Maskinongé	15	80	10-15
10 août 2004	Lac Ouimet	21	100	0-5
11 août 2004	Lac Lamoureux	22	100	5-10
12 août 2004	Lac Mercier	22	100	10-15
16 août 2004	Lac Duhamel	25	1	10-15
17 août 2004	Lac Gauthier	23	20	10-15
18 août 2004	Lac Tremblant	27	100	15-20
19 août 2004	Lac Tremblant	26	100	15-20

2.2.2 Bathymétrie

La bathymétrie est la mesure de la profondeur d'un plan d'eau par sondage en vue de déterminer la configuration du fond. Plusieurs des principaux plans d'eau possédaient déjà cette bathymétrie. Il avait été convenu d'effectuer la bathymétrie seulement sur les lacs où elle était inexistante. Seulement trois lacs ont donc été cartographiés soit le lac Bibitte, Forget et Desmarais.

Les bathymétries étaient toujours effectuées en début de journée. Elles ont été effectuées à l'aide d'un échosondeur de type Eagle Cuda 168 gradué en mètres. Les transects étaient déterminés à l'aide de points de repère sur le lac et effectués à l'aide d'une chaloupe et d'un moteur électrique. En effectuant les transects à une vitesse constante, la profondeur était notée de façon régulière sur la carte topographique. L'ensemble du lac devait être couvert de ces transects. Ainsi, il était possible de déterminer à quel endroit précis se retrouvait la fosse afin de pouvoir effectuer les analyses physico-chimiques.

2.2.3 Relevés physico-chimiques

La valeur de chacun des paramètres physico-chimiques du lac influencera la présence et l'abondance des organismes aquatiques ainsi que la santé générale de l'écosystème. Les substances chimiques peuvent provenir de source naturelle ou anthropique selon la nature géologique du milieu, la provenance des eaux de surface et les activités humaines pouvant s'y dérouler. Les paramètres observés dans cette étude nous permettront d'évaluer la qualité de l'eau du lac et recommander des mesures correctives, le cas échéant. Certains paramètres ont été analysés *in situ* à l'aide des différents instruments de mesure, alors que d'autres ont été analysés par le laboratoire accrédité BioServices de Sainte-Agathe-des-Monts. Le prélèvement des paramètres physico-chimiques était effectué à l'endroit le plus profond de chaque lac.

2.2.3.1 Analyses in-situ

En début de chaque journée de diagnose, un calibrage des différents équipements utilisés était effectué afin d'assurer une précision optimale de ces derniers.

Lors des campagnes d'échantillonnages, cinq (5) paramètres étaient analysés sur le terrain. L'ensemble de ces paramètres était analysé à l'aide d'une multi-sonde submersible de marque HYDROLAB (modèle Surveyor 4). Cette multi-sonde permet d'évaluer la température (°C), l'oxygène dissous (en mg/L et en pourcentage), le pH et la conductivité (us/cm) à chacun des mètres de la colonne d'eau.

Afin de s'assurer de la validité des résultats obtenus avec l'hydrolab, nous avons contre-vérifié ceux-ci à l'aide d'une deuxième série d'équipements. L'oxygène dissous et la température de l'eau ont été réévalués à l'aide d'un oxymètre de type YSI ID-1. Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre Hanna-meter de type HI 8314. La conductivité a été réalisée à l'aide d'un conductivimètre Hanna-meter de type HI 98312.

La transparence a été mesurée à l'aide d'un disque de Secchi. Le protocole d'échantillonnage *in situ* décrit par Somer (1992) a été respecté durant les sorties terrain.

2.2.3.2 Analyses laboratoire

Un échantillon intégré est le prélèvement d'une petite quantité d'eau à chaque mètre de profondeur afin d'obtenir un portrait uniforme de la colonne d'eau. On utilise cette méthode dans le but d'effectuer certains tests de laboratoire où les résultats donnent une vue d'ensemble du plan d'eau pour certains paramètres.

Le prélèvement intégré à chacun des lacs était fait à l'aide d'un échantillonneur-intégrateur. Seuls les paramètres phosphore total (1m du fond et 1m de la surface), nitrites-nitrates (1m de la surface) et chlorophylle « a » (1m de la surface) n'ont pas fait partie du prélèvement intégré. Toutes les bouteilles ont été fournies par le laboratoire accrédité. Une fois remplies, tous les échantillons étaient entreposés dans une glacière à 4°C. Un délai de 24 heures suivant l'échantillonnage a été respecté pour la livraison au laboratoire. Les paramètres analysés par le laboratoire sont énumérés au tableau 2.

Tableau 2. Liste des paramètres physico-chimiques analysés dans le cadre du programme d'évaluation et de surveillance des lacs

Paramètres	Unités	Limites de détection	Mesures <i>In situ</i>	Laboratoire accrédité
Descripteurs physiques				
Température	(°C)	0.1	X	
Transparence	(m)	0.1	X	
Oxygène dissous	(mg/L)	0.01	X	
Conductivité (intégré)	(µS/cm)	0.1	X	X
pH (intégré)		0.01	X	X
Couleur vraie	(UCV)	1		X
Turbidité	(UTN)	0.05		X
Tannin	(mg/L)	0.09		X
Dureté	(mg/L de CaCO ₃)	1		X
Métaux				
Cuivre	(mg Cu/L)	0.09		X
Fer	(mg Fe/L)	1		X
Manganèse	(mg Mn/L)	0.2		X
Descripteurs biologiques				
Chlorophylle « a »	(µg/L)	0.02		X
Substances nutritives				
Carbone organique total	(mg/L de C)	0.5		X
Nitrites -Nitrates	(mg/L de N)	0.03		X
Phosphore total	(mg/L de P)	0.002		X
Ions majeurs				
Chlorures	(mg/L de Cl)	0.3		X
Alcalinité	(mg/L de CaCO ₃)	0.3		X

2.2.4 Relevés des foyers d'érosion

La navigation en pourtour des lacs était effectuée en chaloupe afin d'y répertorier les zones de ravinage, d'érosion, de décrochage ou tout simplement de sédimentation importante. S'il y avait lieu, chaque site était cartographié et des prescriptions s'appliquant à l'ensemble du lac étaient notées.

Afin de mieux identifier les différents endroits problématiques, ceux-ci ont été clairement indiqués sur des cartes annexées. Ces cartes, produites par des étudiantes travaillant pour la Ville de Mont-Tremblant, avaient d'abord comme but de faire l'inventaire et de classer les terrains selon différents critères (boisés/ déboisés). De notre côté, nous y avons rajouté les herbiers aquatiques ainsi que les foyers d'érosion importants. Aucune

carte n'est annexée pour les lacs où l'on notait aucun herbier aquatique et aucune érosion sévère.

2.2.5 Relevés de la végétation aquatique

Le relevé des herbiers aquatiques a été effectué pour chaque lac. On considérait l'endroit comme un herbier lorsque 50% et plus de la superficie était recouverte d'une espèce végétale dominante. Une classification simplifiée des principaux groupements végétaux aquatiques a été réalisée dans le but de dénommer et de cartographier ces habitats.

De plus, chaque émissaire et tributaire était visité afin de déterminer la présence ou non de problématiques environnementales. La section suivante présente la description des différents herbiers.

L'herbier à ériocaulon septangulaire

Cette espèce communément appelée « broche à tricoter » est extrêmement commune dans les eaux acides de lacs oligotrophes et mésotrophes et se retrouve fréquemment sur les littoraux peu profonds (moins de 1m) dont le substrat est composé de gravier ou de sable et rarement les substrats vaseux. Elle se développe aisément dans les eaux où l'alcalinité se situe près de 9.6 mg/L de CaCO₃ et dont le pH moyen est de 6.9 (Crow et Hellquist, 1983). Ce type de plante aquatique est très commune dans les lacs des Laurentides.

L'herbier à éléocharides

Cette espèce colonise habituellement les eaux peu profondes (<0.5m) et préfère nettement l'absence de courant. Elle a l'habitude de former des colonies pures qui fixent les boues ou les sables mobiles.

L'herbier flottant à nymphée odorante

Cette espèce adopte les habitats tranquilles (0.5 à 1m) comme les ruisseaux vaseux, les mares, les lacs aux eaux calmes. Elle possède une grande amplitude de tolérance se développant dans les eaux autant pauvres (oligotrophes) que riches (eutrophes). Son habitat préférentiel doit avoir une alcalinité moyenne de 25 mg/L de CaCO₃ et un pH moyen de 7.0.

L'herbier flottant à brasénie de Schreber

Cette plante se retrouve dans les zones peu profondes (1 à 2m de profondeur) à acidité variable des mares, des eaux lentes ou mortes (Marie-Victorin, 1995). Sa présence s'observe dans les eaux ayant une alcalinité moyenne de 15.9 mg/L de CaCO₃ et un pH de 6.6 (Crow et Hellquist, 1983).

L'herbier flottant à potamot à larges feuilles

Cette espèce colonise les littoraux vaseux. Elle préfère les eaux profondes et a la capacité de pouvoir se reproduire de façon végétative (par fragmentation).

L'herbier submergé à myriophylle à épi

Cette espèce se rencontre dans les lacs et les ruisseaux tranquilles, souvent saumâtres ou calcaires. Cette espèce est d'origine eurasienne et connaît actuellement un développement très agressif au Québec. On retrouve cette plante dans les lacs ayant une alcalinité autour de 60 mg/L de CaCO₃ et un pH moyen se situant près de 7.8 (Crow et Hellquist, 1983). Le myriophylle à épi et le myriophylle de Sibérie seraient des espèces capables de tolérer les plus hauts niveaux d'eutrophisation (Fleurbec, 1987).

3. DESCRIPTION DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

Ce chapitre comporte une description sommaire des différents paramètres analysés dans cette étude.

3.1 Physico-chimie

3.1.1 Descripteurs physiques

Température

Les plans d'eau sont soumis à des changements saisonniers en réponse aux variations atmosphériques. Dans nos régions, les lacs tempérés présentent une stratification thermique de la colonne d'eau au cours de l'été. Durant la période estivale, un gradient de température, appelé thermocline, élimine entièrement le mélange de la colonne d'eau en séparant l'eau en trois couches différentes : épilimnion (couche d'eau chaude), le métalimnion (thermocline) et l'hypolimnion (couche d'eau froide). Cette stratification thermique crée une barrière physique qui limite les échanges chimiques entre ces masses d'eau.

La température contrôle l'ensemble des paramètres biologiques. Elle peut donc rapidement devenir un facteur critique. L'augmentation de la température occasionne une diminution de l'oxygène dissous; ce qui entraîne une modification de l'ensemble de l'habitat. Cela peut affecter les périodes de fraie ainsi que l'éclosion des œufs.

Oxygène dissous

L'oxygène est de loin, le paramètre le plus important pour évaluer l'état de santé d'un lac. Le bilan de l'oxygène dissous dans l'eau est maintenu par les apports atmosphériques et les organismes photosynthétiques. Les propriétés de l'oxygène dissous en eau douce sont principalement liées à la température de l'eau et à la pression atmosphérique. Le profil d'oxygène dissous dans l'environnement aquatique se présente principalement sous deux formes, soit la courbe orthograde et la courbe clinograde. Mais il existe aussi deux autres courbes beaucoup moins fréquentes soit la courbe hétérograde positive et négative. Ces différents types de distribution verticale de l'oxygène fournissent un élément d'évaluation supplémentaire à la classification du stade trophique d'un lac. Pour sa part, la diminution de l'oxygène dissous peut causer des changements importants dans le type d'organismes aquatiques retrouvés dans le lac. En général, il est préférable d'avoir un niveau d'oxygène dissous supérieur à 4 mg/L pour la protection de la vie aquatique et une température de 22 °C ou moins.

Transparence

La transparence de la colonne d'eau indique le degré de pénétration de la lumière dans un lac. Elle permet également d'évaluer indirectement la quantité de matière organique dans l'eau ce qui, dans bien des cas, constitue une indication de la quantité d'algues qui peut être présente dans celle-ci.

Conductivité (chlorures et sodium)

La conductivité est la propriété qu'à une solution de transmettre le courant électrique. L'évaluation de ce paramètre intègre l'ensemble de la composition ionique de l'eau (anions et cations). Cette mesure permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation d'une eau, c'est-à-dire la quantité de substances dissoutes ionisées présentes. La conductivité des eaux de nos régions varie entre 15 et 50 uS/cm.

pH

Le pH indique l'équilibre entre les acides et les bases d'un plan d'eau et est une mesure de la concentration des ions hydrogènes en solution. Le pH se mesure sur une échelle de 0 à 14. Un pH de 7 indique une eau neutre. Les eaux de surface se situent habituellement dans une plage variant de 6 à 9. Un pH inférieur à 5.5 représenterait un plan d'eau acide, alors qu'un pH variant de 5.4 à 6 représente un état transitoire.

Précisons que le pH d'une étendue d'eau décroît généralement à mesure que l'eau vieillit. Une étendue d'eau est ordinairement basique lorsqu'elle est jeune et devient de plus en plus acide avec le temps.

Le pH varie également dans la colonne d'eau selon la profondeur. Dans les couches superficielles, le pH peut augmenter à des niveaux plus alcalins lors d'activité de

photosynthèse dans la colonne d'eau. À l'inverse, le pH diminue lors des activités de respiration, soit lors de la dégradation de la matière organique par les bactéries. On remarque ce phénomène dans les couches profondes de l'hypolimnion où la concentration d'oxygène est déficiente. Par ailleurs, il existe également un autre phénomène d'alcalinisation de l'eau en milieu anoxique, soit la réduction des sulfates (SO_4^{-2}) en sulfure d'hydrogène (H_2S) présents dans les sédiments du fond. Ce phénomène peut expliquer en partie l'augmentation du pH à l'interface eau-sédiment notée lors des analyses *in-situ*.

Les variations de valeurs de pH peuvent être critiques pour plusieurs organismes. Les poissons d'eau douce préfèrent en général un pH entre 6.5 et 8.4.

Couleur vraie

La couleur vraie de l'eau est la couleur d'un échantillon après avoir été filtré ou centrifugé. Cette couleur vraie dépend de la nature et de la concentration des substances dissoutes. Ces matières proviennent de la dégradation des matières végétales : bois, lignine, tannin, écorce.

Turbidité

La turbidité est la mesure du caractère trouble de l'eau. Elle est causée par les matières inorganiques en suspension telles que l'argile, le limon et les particules organiques, le plancton et les autres organismes microscopiques. Une turbidité trop élevée empêche la pénétration de la lumière dans la colonne d'eau et peut ainsi diminuer la croissance des algues et des plantes aquatiques. La turbidité se définit donc comme l'inverse de la transparence.

Tannin-lignine

Les tannins sont des matières organiques particulières dissoutes provenant de la décomposition des plantes que l'on trouve dans les terres humides du bassin hydrographique.

Dureté

La dureté est une caractéristique de l'eau qui reflète sa teneur en calcium et magnésium.

3.1.2

Métaux

Cuivre

Le cuivre entre dans la composition d'enzymes et de pigments d'invertébrés. Lorsqu'en trop grande quantité, il est très toxique pour les poissons et pour beaucoup d'invertébrés. De plus, il inhibe le développement de certaines algues.

Lors de l'analyse de ce paramètre en laboratoire, le test a été effectué en fonction des critères de l'eau potable. Il sera donc impossible d'interpréter le résultat pour chacun des lacs si ce n'est qu'en fonction de la consommation de l'eau. Le laboratoire n'ayant pas la précision voulue pour un résultat en fonction du critère pour la vie aquatique.

Fer

La présence du fer dans les eaux douces dépend du pH et du pouvoir oxydant du milieu. Il est essentiel pour tous les organismes car il entre principalement dans la formation de l'hémoglobine des vertébrés. Par contre, en trop grande quantité, il peut être toxique pour les poissons.

Manganèse

Le manganèse est indispensable à la vie comme activateur d'enzymes, en particulier dans la photosynthèse de certaines algues. Mais il est beaucoup plus toxique que le fer.

3.1.3 Descripteurs biologiques

Chlorophylle « a »

La chlorophylle « a » est reconnue depuis longtemps comme étant un indicateur biologique très important dans l'évaluation de l'état trophique d'un lac. Elle représente la base de la chaîne alimentaire. Les concentrations de celle-ci dans l'eau expriment la biomasse de phytoplancton. Plus la concentration de phytoplancton est élevée, plus le lac est productif.

Par contre, une trop grande quantité de chlorophylle « a » amène des accumulations importantes de matière organique au fond de l'eau. Ce phénomène altère graduellement l'état du lac.

Il existe une variation interannuelle des concentrations de chlorophylle « a ». Lors des analyses de 2004, nous avons noté une diminution de ce paramètre sur nombre de lacs, et ce, comparativement aux résultats d'années antérieures. Cette baisse peut être attribuable à des facteurs climatiques particuliers à l'année en cours. En effet, l'été 2004 était caractérisé par des températures froides et des périodes prolongées de

précipitations et de couvert nuageux. Ces conditions limitent la photosynthèse et donc la concentration de chlorophylle « a » dans la colonne d'eau. Par ailleurs, une faible activité photosynthétique limite la prise en charge de nutriments (phosphore et nitrate) par les algues. À cet effet, il est possible d'enregistrer des concentrations supérieures de phosphore libre dans l'eau. C'est pourquoi un suivi triennal, au cours des années à venir, permettra de noter une tendance lourde dans les résultats et limiter de confondre les changements liés aux variations interannuelles.

3.1.4 Substances nutritives

Phosphore

Au Québec, le phosphore est un élément nutritif essentiel à la croissance des plantes. Toutefois, au-dessus d'une certaine concentration et lorsque les conditions sont favorables, il peut provoquer une croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques. Il provient principalement des effluents municipaux et des fosses septiques, du lessivage et du ruissellement des terres agricoles fertilisées et des effluents de certaines industries. Tel que discuté au paragraphe précédent, il est possible de noter des variations interannuelles de concentrations en fonction des conditions climatiques annuelles.

Azote

L'azote est aussi un élément nutritif important pour la croissance des végétaux. Cependant, cet élément est rarement limitant dans les lacs de nos régions comparativement au phosphore. Rappelons que les nitrites-nitrates représentent les deux formes d'azote assimilables par les végétaux et peuvent également causer des problèmes d'eutrophisation. Leurs principales sources sont les effluents industriels, municipaux, résidentiels et le lessivage des terres agricoles.

Carbone organique total

Le carbone est l'élément structurant de la vie. Il est associé à la présence de matières organiques, que celle-ci soit vivante ou non dans un cours d'eau. Ce paramètre permet de faire le suivi de l'évolution de la teneur en carbone dans l'eau d'un lac. La mesure du carbone organique totale inclue à la fois le carbone dissous et le carbone particulaire. Ces deux formes proviennent des apports allochtones et du métabolisme des organismes vivant dans le plan d'eau.

3.1.5

Ions majeurs

Chlorures

Les chlorures peuvent provenir des roches mais ils peuvent aussi se trouver en assez grande quantité dans les eaux de pluie. L'action des chlorures semble se réduire aux échanges osmotiques entre le milieu intérieur des organismes et le milieu extérieur. On peut détecter les lacs pollués par les sels de déglçage en faisant ce test.

Alcalinité

L'alcalinité d'un lac réfère à la quantité de composés ioniques présents dans une eau et qui limite les possibilités d'acidification par les polluants. L'alcalinité d'une eau est déterminée principalement par les bicarbonates et les carbonates. Ainsi, une eau contenant une forte alcalinité possède un pouvoir tampon important, réduisant les risques d'acidification du plan d'eau.

3.2 Indice trophique

L'état trophique d'un lac nous permet de statuer sur le niveau de productivité d'un plan d'eau ainsi que son stade de vieillissement. Celui-ci influencera certains paramètres bio-physiques tels la quantité d'oxygène dissous dans la colonne d'eau, le pH, le type de substrat, l'abondance et le type de communauté floristique et faunique. Ce processus de vieillissement se produit de façon naturelle, mais peut être accéléré par le déboisement des rives, l'apport important de nutriments dans l'eau, l'érosion et autres activités anthropiques.

L'évaluation de l'état trophique d'un lac s'effectue selon différentes méthodes numériques. Dans la présente étude, nous utiliserons la méthode développée par Carlson (1977).

3.2.1 Indice de Carlson (1977)

L'indice de Carlson (1977) est basé sur trois modèles différents utilisant les variables telles la transparence (disque de Secchi), la chlorophylle « a » en surface (biomasse phytoplanctonique) et la concentration de phosphore totale en surface (PT). Les équations sont les suivantes :

Transparence (m) : $TSI (Zs) = 10 (6 - (\ln Zs / \ln 2))$

Chlorophylle a (mg/L) : $TSI (Chl a) = 10 (6 - ((2,04 - 0,68 \ln Chl a) / \ln 2))$

Phosphore total (mg/L) : $TSI (PT) = 10 (6 - ((\ln (48 / PT)) / \ln 2))$

L'indice de Carlson varie sur une échelle de 0 à 100. Les cotes numériques sont les suivantes :

- 0 à 30 : Stade oligotrophe (pauvre en nutriments, lac jeune)
40 à 50 : Stade mésotrophe (stade intermédiaire)
60 à 100 : Stade eutrophe (riche en nutriments, lac au stade final)

Échelle quantitative

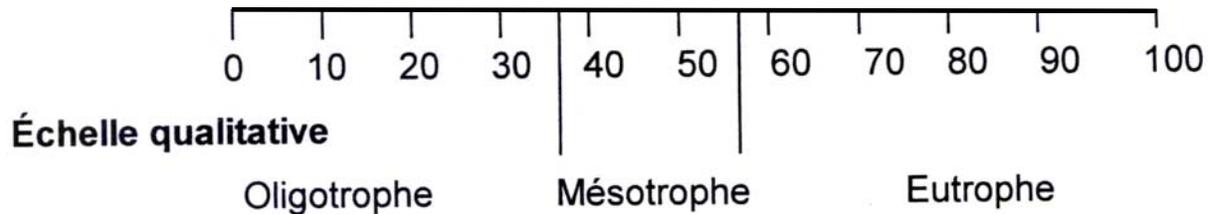


Figure 1. Échelle de l'indice de Carlson

4. RECOMMANDATIONS DE GESTION

4.1 Paramètres hydrologiques

4.1.1 Quantité d'eau et renouvellement du lac

Une grande partie des plans d'eau situés sur le territoire de la Ville de Mont-Tremblant sont des lacs de tête détenant des petits bassins versants, avec aucun apport d'eau en provenance d'autres lacs. L'apport hydrologique provient uniquement de leur bassin versant. L'eau de pluie est acheminée par les cours d'eau, les vallons sensibles et les sources souterraines. La perturbation de ces axes de drainage a un effet direct sur la capacité de renouvellement des lacs puisqu'elle entraîne une augmentation de la concentration des charges nutritives dans l'eau et un vieillissement prématuré des plans d'eau.

Recommandations

1. Afin de maintenir une recharge adéquate des lacs, il serait important de préserver intégralement les bandes de protection riveraine des cours d'eau, des sources et des vallons sensibles. À l'intérieur de ces limites, aucun déboisement, drainage (fossé, drain français, ponceau, etc.) ou construction particulière ne devrait être autorisé.

4.2 Paramètres morphométriques

4.2.1 Niveau d'eau des lacs

Le niveau d'eau des lacs peut être modifié par les barrages de castors à l'exutoire.

Recommandations

2. Selon les études préliminaires du Dr. Carignan, l'engorgement des sols et de la matière organique favoriserait la remise en disponibilité du phosphore dans l'eau. Ainsi, afin de limiter le lessivage du phosphore contenu sur les rives du lac, il est recommandé de ne pas laisser les castors ériger des barrages rehaussant le niveau d'eau de façon importante.

4.3 Paramètres physico-chimiques

4.3.1 Qualité de l'eau

Tel que discuté précédemment, la faible superficie du bassin versant ainsi que le volume d'eau restreint des différents lacs offrent une capacité de support modérée face aux polluants. Ceux-ci incluent les sédiments, les nutriments (azote, phosphore), les coliformes, les sels de déglacage et les hydrocarbures.

Recommandations

3. Afin de réduire les intrants de polluants dans les lacs, il est nécessaire de préserver les filtres naturels présents sur le territoire. La végétation des bandes riveraines ceinturant le lac et les cours d'eau devra être maintenue le plus dense possible, incluant les strates herbacées, arbustives et arborescentes. Les règlements municipaux concernant les marges de recul de ces zones doivent être respectés.
4. Pour tous travaux de construction de réseau routier, un plan de gestion environnemental devrait être élaboré et devrait inclure les mesures d'atténuation telles des bassins de sédimentation dans les fossés situés dans les bas de pentes, des digues réduisant la vitesse de l'eau dans les fossés à risque, du recouvrement de perré sur les épaulements des ponceaux, de la révégétalisation des talus inclinés et autres mesures correctives en vigueur.

Lors des phases de construction des chemins, des barrières de sédimentation devraient être placées aux endroits critiques afin d'empêcher l'apport important de sédiments dans le système hydrique.

L'eau des fossés devrait être dirigée dans les zones végétalisées afin qu'elle puisse être filtrée dans le sol avant d'être acheminée dans le réseau hydrique.

Tous les foyers d'érosion devraient être stabilisés et revégétalisés promptement à l'aide des techniques appropriées.

5. Sur les terrains voués au développement, les systèmes sanitaires individuels devront être conformes aux règlements municipaux en vigueur. Les pentes fortes et la présence de roche imperméable augmentent les risques de percolation et d'écoulement souterrain des polluants vers les lacs. Une attention particulière quant au choix du système épurateur devrait être tenue sur ces sites.

Favoriser un système municipal (ou communautaire) de vérification de vidange des fosses septiques. Le règlement oblige une vidange aux deux ans pour les résidences permanentes (2 personnes-année) et aux quatre ans pour les résidences occasionnelles.

6. Favoriser l'utilisation des moteurs électriques et des moteurs quatre temps à essence. Limiter l'utilisation des moteurs à forte puissance, causant un batillage et une dégradation des rives.

4.3.2 État trophique

Selon la méthode de Carlson 1977, nous avons déterminé les indices trophiques des 15 lacs. Plusieurs d'entre eux sont oligotrophes, encore peu soumis à un apport excessif de nutriments. Suite aux modifications du territoire par l'urbanisation, les lacs sont susceptibles de vieillir prématurément (eutrophisation) lorsque des mesures de prévention ne sont pas mises en application. Des réactions en chaîne se produisent dans l'écosystème aquatique et favorisent le développement de plantes aquatiques, réduisent la transparence de l'eau et diminuent l'oxygène dissous dans la colonne d'eau dans un laps de temps très court. Évidemment, l'eutrophisation d'un lac réduit, d'année en année, la valeur immobilière des résidences adjacentes. Afin d'éviter une eutrophisation accélérée du lac, les recommandations suivantes devraient être appliquées.

Recommandations

7. Maintenir une bande riveraine intacte (herbacés, arbustes et arbres) d'une largeur minimale de 15 mètres en bordure des lacs et des cours d'eau. Cette bande débute à la LNHE en s'éloignant de la rive. Pour tout aménagement d'infrastructure dans la bande de protection riveraine, les travaux doivent se conformer aux règlements municipaux de la Ville de Mont-Tremblant.
8. Demander, avant tout abattage d'arbres ou de chicots dans la zone riveraine, une autorisation municipale afin de limiter le déboisement excessif des rives. Laisser tous les chicots et autres débris ligneux tombant ou déjà tombés dans le littoral, afin d'améliorer la productivité de la zone littorale des lacs.

9. Aucun épandage d'herbicide, de pesticide et d'engrais (naturel ou chimique) à pelouse ne devrait être utilisé sur l'ensemble de l'encadrement forestier d'un lac de la Ville de Mont-tremblant.

4.4 Paramètres biophysiques

4.4.1 Encadrement forestier

L'encadrement forestier d'un lac (bande de 300 mètres) permet de filtrer l'eau venant du bassin versant avant son entrée dans le lac.

Recommandations

10. Favoriser le déboisement dans les zones où les pentes sont faibles contrairement à celles abruptes.
11. Limiter le déboisement des terrains à moins de 20% de sa superficie totale. Favoriser le développement des zones situées à l'extérieur de l'encadrement forestier (300 m).
12. Encourager la revégétalisation (à l'aide d'herbacés et d'arbustes) et le contrôle du ruissellement de surface dans les zones déboisées.
13. Favoriser un drainage de l'eau de ruissellement par diffusion dans le sol contrairement à la canalisation artificielle se jetant directement au lac.

4.4.2 Cours d'eau

Sur le territoire à l'étude, il existe plusieurs cours d'eau. Une bande de protection riveraine d'un minimum de 10 mètres de part et d'autre de ces cours d'eau devrait être respectée. L'interdiction d'aménager tout ouvrage dans cette zone et le maintien des strates herbacées, arbustives et arborescentes sont fortement recommandés.

Recommandations

14. Revégétaliser et reboiser la bande riveraine des tributaires.
15. Aménager des bassins de sédimentation dans les fossés adjacents aux ponceaux des cours d'eau et stabiliser les talus des chemins à l'aide de végétaux (mélange de semences).

4.4.3 Vallons sensibles

On retrouve plusieurs vallons sensibles sur le territoire de la Ville de Mont-tremblant. Ceux-ci sont importants pour le maintien de la quantité et de la qualité de l'eau des lacs.

Recommandations

16. Tout déboisement ou construction d'ouvrage (chemin, bâtiments, etc.) devrait être proscrit de ces zones.
17. Aucune installation sanitaire ne devrait être construite à moins de 30 mètres de la limite de ces zones.

4.4.4 Rives et zones riveraines

Tel que discuté à la section 2.2.5, la protection des bandes riveraines est primordiale au maintien de la qualité de l'écosystème aquatique. Les mesures de protection sont spécifiées dans ces sections.

Selon le règlement municipal, seule une bande de 5 mètres par terrain peut être déboisée pour permettre un accès aux lacs. Par contre, sur les lots où la pente est forte (plus de 30 %), l'accès aux lacs devrait se faire par le biais d'un simple sentier ou d'un escalier installé de manière à ne pas créer de foyers d'érosion.

Recommandations

18. Poursuivre le programme municipal de surveillance des rives à l'aide d'une banque photographique numérique, afin de favoriser le maintien de la végétation riveraine à long terme.

4.4.5 Aire équivalente de coupe

Les arbres et la végétation arbustive jouent un rôle régulateur primordial dans l'équilibre hydrologique des plans d'eau. Ainsi, un lac peut subir des impacts cumulatifs importants lorsque le couvert forestier de son bassin versant est réduit à moins de 50 % de sa superficie totale.

Recommandations

19. Limiter le prélèvement du couvert forestier sur l'ensemble du bassin versant afin de ne pas dépasser le seuil critique de 50 % de déboisement du territoire.

5. SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Nous recommandons de mettre en place un programme de suivi environnemental qui permettra de vérifier l'état de la qualité de l'eau et du bassin versant de chaque lac et de mettre en œuvre des mesures de mitigation, advenant une détérioration des écosystèmes. Le plan du suivi est décrit dans les sections suivantes.

Suivi triennal

Le suivi devrait être réalisé en 2007, soit trois ans après la présente diagnose. Cette étude devrait comporter 3 volets, soit :

a) Évaluation de la protection des bandes riveraines des cours d'eau et des lacs

Évaluation du niveau de protection ou d'empiètement dans les bandes riveraines des tributaires et des émissaires.

b) Évaluation des problèmes d'érosion et de sédimentation

Inventaire des foyers d'érosion et évaluation de la performance des aménagements du réseau routier.

c) Suivi limnologique des lacs

Évaluation de l'état trophique des 15 lacs inscrits à cette étude. Indice de Carlson (1977). Le protocole d'échantillonnage devra inclure les exigences spécifiques de ces méthodes.

Évaluation de la physico-chimie de l'eau des 15 lacs. Les échantillons devront être prélevés vis-à-vis la zone profonde du lac. Les paramètres à étudier sont énumérés au tableau 4.

6. CONCLUSION

À la lumière de cette étude, nous estimons que l'ensemble des lacs étudiés ne présente pas de problèmes majeurs et que leur statut trophique est relativement jeune. On note au tableau 3, que six lacs (40%) comportent des statuts trophiques oligotrophe et que six autres (40%) comportent des statuts mésotrophes. On note également qu'un lac (10%) possède une cote trophique méso-oligotrophe et qu'un seul (10%) est défini comme eutrophe.

Sur l'ensemble des 15 lacs étudiés, les analyses révèlent que quatre lacs semblent s'être détériorés aux cours des dernières années. En effet, on note une augmentation des concentrations de phosphore total ainsi qu'une diminution de la transparence dans les lacs Forget, Dufour, Fortier et Lamoureux. Notons par ailleurs qu'il était impossible de vérifier l'évolution des lacs Gélinas et Moore dans le temps, puisque aucune étude limnologique n'a été réalisée sur ces lacs avant 2004.

Tableau 3. Tableau comparatif des statut trophique des 15 lacs étudiés en 2004.

Plans d'eau	Statut trophique
Lac Bibitte	Oligotrophe
Lac Calvé	Oligotrophe
Lac Desmarais	Oligotrophe
Lac Duhamel	Oligotrophe
Lac Fortier	Oligotrophe
Lac Gélinas	Oligotrophe
Lac Tremblant	Oligotrophe
Lac Mercier	Oligo-mésotrophe
Lac Dufour	Mésotrophe
Lac Forget	Mésotrophe
Lac Gauthier	Mésotrophe
Lac Lamoureux	Mésotrophe
Lac Ouimet	Mésotrophe
Lac Moore	Mésotrophe
Lac Maskinongé	Eutrophe

La détérioration des lacs est principalement causée par l'augmentation du développement dans le bassin versant (principalement dans l'encadrement forestier), puisque l'augmentation des superficies déboisées diminue la capacité de filtrer les substances nutritives et les polluants avant leur acheminement dans les lacs. La détérioration des cours d'eau (incluant les vallons sensibles, les ruisseaux intermittents et permanents) contribue également à l'appauvrissement des lacs et des habitats aquatiques. Ainsi, il est nécessaire d'augmenter les surfaces boisées dans les bassins versants (incluant les rives), de diminuer les apports artificiels de fertilisants sur le territoire et réaménager les infrastructures routières afin de capter les polluants (abrasif, sédiments, etc.) et limiter leur intrant dans le réseau hydrographique.

Nous avons inclus à la page suivante, un tableau comparatif des paramètres étudiés en 2004 pour chacun des lacs ciblés.

7. GLOSSAIRE

Aérobique : milieu aquatique riche en oxygène dissous ou gazeux

Alcalinité : aptitude d'une eau à neutraliser un acide

Anaérobique : milieu aquatique dépourvu d'oxygène dissous ou gazeux

Anthropique : influence de nature humaine

Autotrophe : organisme photosynthétique capable de synthétiser de la matière organique à partir d'une source de lumière.

Bassin versant : ensemble des terres drainées par un cours d'eau et ses tributaires

Bathymétrie : évaluation de la profondeur d'un plan d'eau

Chlorophylle a : constituant cellulaire impliqué dans la photosynthèse, utilisé pour estimer la biomasse des organismes photosynthétiques (ou autotrophes)

Dimictique : qui signifie deux périodes de mélange complet de la colonne d'eau des lacs de nos régions, au cours d'une année

Épilimnion : couche d'eau en surface d'un lac ou d'un réservoir

Eutrophe : milieu lacustre avec une grande productivité biologique

Hypolimnion : couche d'eau inférieure d'un lac, généralement plus froide que l'épilimnion

Mésotrophe : état intermédiaire d'un lac comparativement à eutrophe ou oligotrophe

Oligotrophe : eau contenant une petite quantité de substances nutritives et ayant de ce fait une faible production organique; contenant habituellement de grandes quantités d'oxygène dissous à toutes les profondeurs

Orthograde : distribution de l'oxygène caractéristique des lacs oligotrophes

Oxygène dissous : oxygène présente dans l'eau et disponible aux organismes

pH : potentiel hydrogène, mesure de l'acidité d'une eau

Phosphore : élément nutritif essentiel à la croissance des algues microscopiques dans les lacs de nos régions

Seston : organismes pélagiques en suspension dans l'eau

Stratification thermique : différence de densité entre deux masses d'eau due au réchauffement solaire

Taux de renouvellement : signifie la fréquence à laquelle un plan d'eau renouvellera entièrement les eaux d'un lac

8. BIBLIOGRAPHIE

- ABBDEL-TECSULT**, 1983. Étude du régime hydrique, Lac Brière (Fortier), Municipalité de St-Jovite. Programme des lacs, Ministère de l'Environnement, Direction de l'aménagement des lacs et cours d'eau. 45 pages et annexes.
- Arsenault, S et B.-P. Harvey**. 2000. Suivi limnologique du lac Calvé : 1996-2000. Rapport préparé par Exxep environnement pour la Station Mont-Tremblant. Sainte-Foy. 9 pages
- Arsenault, S., N. Bertrand et H. Gilbert**. 1998. Étude limnologique du lac Tremblant. EXXEP Consultants pour la municipalité de Mont-Tremblant. # dossier 98-55-004, 134 pages et 16 annexes.
- Arsenault, S., S. Légaré et, H. Gilbert**. 1999. Étude limnologique du lac Ouimet. Rapport présenté par EXXEP Consultants à la municipalité de Mont-Tremblant, # dossier 99-55(b)-011, 206 pages et 5 annexes.
- Arsenault, Sylvain**. 1997. Lac Calvé, État Zéro, Analyse complémentaire. Rapport préparé par Exxep environnement pour la Station Mont-Tremblant. Sainte-Foy. 20 pages et 4 annexes.
- Arsenault, S. et N. Bertrand**. 1997. Oxygène dissous, Éclaircissement de la situation au Lac Tremblant. Document préparé pour la Ville de Mont-Tremblant par EXXEP Environnement, Ste-Foy. 7 pages et 1 annexe.
- Association pour la protection de l'environnement du lac Gauthier**, Été 2001. Lac Gauthier Express. Vol. 8 no. 2. 8 pages.
- Béland, Yvon et D. Doucet**. 1979. Étude du régime hydrique du Lac St-Jovite (Maskinongé). Service de protection de l'environnement, direction générale de la nature. 34 p. et 2 annexes.
- Bergeron, M et S. Arsenault**. 2001. Suivi environnemental du lac Tremblant. Document préparé pour la Ville de Mont-Tremblant par EXXEP environnement, Ste-Foy, 17 pages et 2 annexes.
- Boudrias, Dany**. Saisons 1999 et 2000. Rapport final, lac Dufour, St-Jovite paroisse, Québec Le réseau Inter- Lacs.
- Boudrias, Dany**. Saisons 1999 et 2000. Rapport final, lac Duhamel, St-Jovite paroisse, Québec Le réseau Inter- Lacs.
- Boudrias, Dany**. Saisons 1999 et 2000. Rapport final, lac Forget, St-Jovite paroisse, Québec Le réseau Inter- Lacs.

- Boudrias, Dany.** Saisons 1999 et 2000. Rapport final, lac Fortier, St-Jovite paroisse, Québec
Le réseau Inter- Lacs.
- Boudrias, Dany.** Saisons 1999 et 2000. Rapport final, lac Gauthier, St-Jovite paroisse, Québec
Le réseau Inter- Lacs.
- Boudrias, Dany.** Saisons 1999 et 2000. Rapport final, lac Lamoureux, St-Jovite paroisse,
Québec. Le réseau Inter- Lacs.
- Boudrias, Dany.** Saisons 1999 et 2000. Rapport final, lac Maskinongé, St-Jovite paroisse,
Québec. Le réseau Inter- Lacs.
- Dubé, Jean-Pierre et Néron, Daniel,** juillet 1989. Faisabilité et impact environnemental d'un
développement domiciliaire au lac Desmarais. EAT environnement inc. 32 pages.
- Dubé, Jean-Pierre et Néron, Daniel,** octobre 1989. Faisabilité d'un développement
domiciliaire au lac Mercier (Municipalité de Mont-tremblant). EAT environnement inc. 30
pages et annexes.
- Fleurbec, le groupe.** 1987. Plantes sauvages des lacs, rivières et tourbières. Guide
d'identification Fleurbec. Fleurbec, auteur et éditeur. Saint-Augustin (Porneuf), Québec.
399 pages.
- Hade, André.** 2003. Nos lacs, les connaître pour mieux les protéger. Éditions Fides. 359 p.
- Les Consultants Dessau inc.** 1984. Classification des installations septiques, lac Brière,
Municipalité de St-Jovite, volume 1. Ministère de l'Environnement, direction de
l'aménagement des lacs et cours d'eau. 21 pages et annexes.
- Marie-Victorin, Fr.** 1964. Flore laurentienne. 3^e édition. Les presses de l'Université de
Montréal, Montréal. 925 pages.
- Ministère des Richesses naturelles.** 1979. Diagnostic du lac Ouimet. Gouvernement du
Québec, Direction générale des eaux, Service Qualité des eaux. 10 pages et 3 annexes.
- Rochette, François,** 2000. Étude limnologique, Analyse et recommandations. Document
préparé pour l'association des propriétaires du lac Tremblant par Leroux, Beaudoin,
Hurens et ass. Inc. Dossier # M6554-00. 5 pages.
- St-Cyr, Louise,** septembre 2003. Étude de l'eutrophisation du lac Mercier. 18 pages.
- Théberge, A. et Arsenault, Sylvain,** octobre 2002. Diagnose écologique au lac Calvé :
programme de suivi. Rapport préparé par Exxep environnement pour la Station Mont-
Tremblant. Sainte-Foy. 18 pages et 2 annexes.
- Théberge, A. et S. Arsenault.** 2002. Inventaire du charançon *Euhrychiopsis lecontei* dans les
herbiers de myriophylle à épi des lacs Maskinongé, Ouimet et Duhamel. Document
préparé pour la Ville de Mont-Tremblant par EXXEP Environnement, Québec, 37 pages
et 5 annexes.

Vincent, Bernard, 1971. Étude physico-chimique et planctonique du lac Tremblant pendant douze mois consécutifs. Département des sciences biologiques, Université de Montréal. 45 pages et annexe.

Wetzel, R.G. 1983. Limnology. 2^e édition, CBS college publishing. 1026 pages.