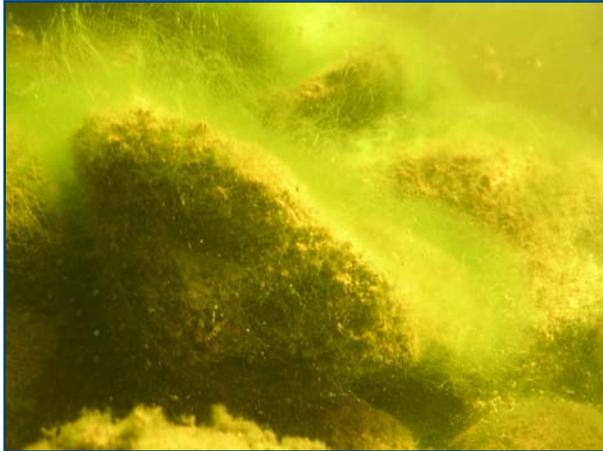


ÉTAT DE SANTÉ DU LAC LOVERING



PROGRAMME SUIVI DE LA QUALITÉ
DES LACS ET DES COURS D'EAU

RAPPORT FINAL
FÉVRIER 2006



Regroupement des associations pour la protection de l'environnement des lacs
et des cours d'eau de l'Estrie et du haut bassin de la rivière Saint-François

Description des photos de la page couverture

En haut à gauche : Algues vertes sur le substrat

En bas à gauche : Mesure de l'accumulation sédimentaire

À droite : Plantes aquatiques (potamot à larges feuilles et myriophylle à épi)

Comment citer ce rapport

RAPPEL (2006) *État de santé du lac Lovering*. Réd. C. Rivard-Sirois, M. Desautels et M.-F. Pouet, Sherbrooke, 171 p.

Mention spéciale

Nous désirons souligner le support technologique apporté par l'entreprise IULUS qui nous a permis de concrétiser notre approche de diagnostic de l'état de santé des lacs de l'Estrie et des environs.

IULUS a développé un système de gestion d'information en environnement (SGIE) basé sur la plateforme Web et la mobilité. Cette solution permet d'informatiser les données directement sur le terrain ainsi que d'exploiter les résultats sous forme de cartes et de tableaux. À la fois personnalisé et innovateur, le SGIE nous a permis de doubler notre efficacité de travail tout en augmentant considérablement la qualité, la quantité et la traçabilité de nos observations. En interagissant directement sur l'information et en réduisant la distance vis à vis celle-ci, les biologistes se situent en meilleure position afin de proposer des constats et des pistes de solutions, en plus de participer à la protection de l'environnement.

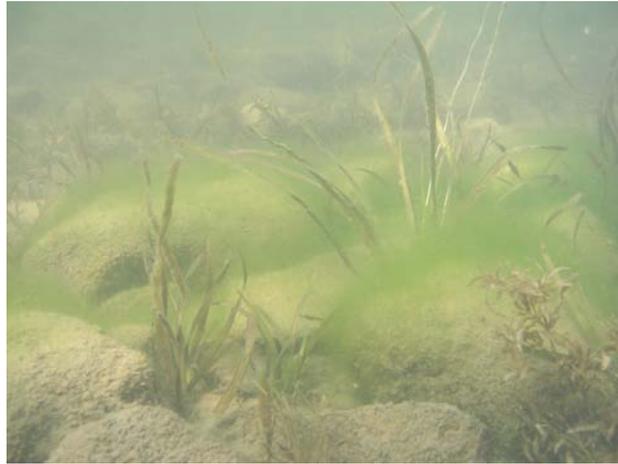
Ainsi, conjointement, nous planifions la suite et aborderons l'enjeu majeur de la bonne santé des lacs sous l'angle du bassin versant dans le but de favoriser une implication croissante des acteurs dans l'environnement des lacs.

Merci à toute l'équipe de IULUS!

Camille Rivard-Sirois
RAPPEL



ÉTAT DE SANTÉ DU LAC LOVERING



Coordination du projet et rédaction du rapport
Camille Rivard-Sirois (B. Sc. Biologie)

Participation à la rédaction du rapport
Mélanie Desautels (M. Sc. Géographie)

Supervision du projet et correction du rapport
Marie-Florence Pouet (Ph. D. Génie de l'Environnement)



Suivi de la qualité des lacs et des cours d'eau, RAPPEL
Février 2006

Table des Matières

RÉSUMÉ	5
REMERCIEMENTS	7
PROBLÉMATIQUE	8
CHAPITRE 1 : MÉTHODOLOGIE	9
1.1 Description du projet et des objectifs	9
1.2 Paramètres étudiés	11
1.3 Procédures utilisées	13
1.3.1 Inventaire du littoral et de la rive	13
1.3.2 Campagnes d'analyses physico-chimiques	14
1.4 Informations météorologiques	15
CHAPITRE 2 : PORTRAIT GÉNÉRAL DU LAC ET SON BASSIN	17
2.1 Description générale du bassin versant.....	17
2.1.1 Aperçu du bassin hydrographique	17
2.1.2 Topographie	17
2.1.3 Utilisation du sol	20
2.2 Caractéristiques morphologiques du lac.....	22
CHAPITRE 3 : ÉTAT DE LA RIVE	25
3.1 Degré d'artificialisation de la rive en 2005	25
3.2 Données historiques de l'état de la rive	27
CHAPITRE 4 : QUALITÉ DE L'EAU DU LAC	29
4.2 Analyse des résultats de l'été 2005	30
4.3 Bilan de la qualité de l'eau du lac (1997-2005)	31
CHAPITRE 5 : ÉTAT DES PRINCIPAUX TRIBUTAIRES	33
5.1 État du ruisseau Alger	34
5.2 État du ruisseau Grande Allée.....	36
5.3 État du ruisseau des Berges	38
5.4 État du ruisseau Campagna	40
5.5 État du ruisseau sans nom (chemin Tourterelle)	42
5.6 État du ruisseau Roy	44
5.7 Bilan.....	46

CHAPITRE 6 : SÉDIMENTS DU LITTORAL.....	47
6.1 Types de substrats.....	49
6.2 Épaisseur des sédiments meubles.....	52
CHAPITRE 7 : PLANTES AQUATIQUES (MACROPHYTES) DU LITTORAL	55
7.1 Densité des herbiers	56
7.2 Diversité des espèces	58
7.2.1 Abondance relative des espèces.....	58
7.2.2 Espèces envahissantes.....	62
CHAPITRE 8 : ALGUES SUR LE FOND DU LITTORAL (PÉRIPHYTON)	67
CHAPITRE 9 : DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT DE SANTÉ DU LAC	69
9.1 Portrait global.....	69
9.2 Secteurs problématiques.....	70
9.2.1 Secteur des ruisseaux Campagna, Tourterelle et B.....	70
9.2.2 Secteur du ruisseau Alger	73
9.2.3 Secteur du ruisseau Grande Allée.....	75
9.2.4 Secteur du ruisseau des Berges.....	77
9.2.5 Secteur de l'Île de la conservation.....	79
9.2.6 Secteur du ruisseau Roy	81
9.3 Perceptives et recommandations	83
RÉFÉRENCES.....	85
ANNEXE 1 : PROTOCOLE DE L'INVENTAIRE DU LITTORAL ET DE LA RIVE	87
ANNEXE 2 : LOCALISATION DES TRANSECTS INVENTORIÉS.....	95
ANNEXE 3 : RÉSULTATS BRUTS DES TRANSECTS INVENTORIÉS	103
ANNEXE 4 : PROTOCOLES D'ÉCHANTILLONNAGE ET DE MESURES.....	117
ANNEXE 5 : RÉSULTATS PHYSICO-CHIMIQUES HISTORIQUES.....	125
ANNEXE 6 : DESCRIPTION DES ESPÈCES DE PLANTES AQUATIQUES RECENSÉES	131
ANNEXE 7 : PRINCIPALES CAUSES DE DÉGRADATION D'UN LAC.....	139
ANNEXE 8 : PISTES DE SOLUTIONS GÉNÉRALES POUR AMÉLIORER L'ÉTAT DE SANTÉ D'UN LAC	143
ANNEXE 9 : GLOSSAIRE	161

Liste des Figures

Figure 1 : Processus d'eutrophisation d'un lac.....	8
Figure 2 : Description générale du projet	10
Figure 3 : Disposition de transects pour l'inventaire du littoral et de la rive.....	13
Figure 4 : Bassin versant du lac Lovering	18
Figure 5 : Pentés du bassin versant du lac Lovering.....	19
Figure 6 : Utilisation du sol dans le bassin versant du lac Lovering.....	21
Figure 7 : Impact de l'exposition aux vents dominants sur la sédimentation.....	23
Figure 8 : Secteurs naturellement propices à l'envasement et au développement	24
Figure 9 : État de la rive pour les 134 sections du lac Lovering.....	26
Figure 10 : État des rives du lac Lovering (par secteurs)	26
Figure 11 : Transparence de l'eau du lac mesurée à la fosse du lac durant l'été 2005.....	30
Figure 12 : Spectre ultraviolet de l'eau du lac en 2005.....	30
Figure 13 : Localisation des stations d'échantillonnage pour l'analyse des tributaires.....	33
Figure 14 : Spectre ultraviolet de l'eau du ruisseau Alger	35
Figure 15 : Spectre ultraviolet de l'eau du ruisseau Grande Allée	37
Figure 16 : Spectre ultraviolet de l'eau du ruisseau des Berges.....	39
Figure 17 : Spectre ultraviolet de l'eau du ruisseau Campagna	41
Figure 18 : Spectre ultraviolet de l'eau du ruisseau sans nom (chemin Tourterelle).....	43
Figure 19 : Spectre ultraviolet de l'eau du ruisseau Roy	45
Figure 20 : Abondance globale des différents types de substrats.....	49
Figure 21 : Type de substrat dominant dans chaque transect.....	51
Figure 22 : Épaisseur des sédiments du littoral pour chaque profondeur	52
Figure 23 : Épaisseur des sédiments dans chaque transect	54
Figure 24 : Recouvrement (%) occupé par les plantes aquatiques pour chaque profondeur.....	56
Figure 25 : Recouvrement (%) occupé par les plantes aquatiques dans chaque transect.....	57
Figure 26 : Abondance des différentes espèces pour chaque profondeur inventoriée.....	60
Figure 27 : Espèce de plante aquatique dominante dans chaque transect.....	61
Figure 28 : Recouvrement (%) du myriophylle à épi dans chaque transect.....	63
Figure 29 : Recouvrement (%) du potamot à larges feuilles dans chaque transect	64
Figure 30 : Recouvrement de l'élodée du Canada dans chaque transect.....	65
Figure 31 : Recouvrement global (%) occupé par les algues vertes.....	67
Figure 32 : Recouvrement (%) occupé par les algues vertes dans chaque transect	68
Figure 33 : Secteurs problématiques du lac Lovering.....	70

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Paramètres étudiés lors de l'inventaire du littoral et de la rive	11
Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques analysés.....	12
Tableau 3 : Résumé des conditions météorologiques	15
Tableau 4 : Pourcentage du bassin en fonction de la pente	17
Tableau 5 : Utilisation du sol dans le bassin versant du lac Lovering	20
Tableau 6 : Caractéristiques morphologiques du lac.....	22
Tableau 7 : Pourcentage des rives appartenant à quatre catégories d'état d'artificialisation	27
Tableau 8 : Critères utilisés pour évaluer le niveau trophique pour chaque paramètre.....	29
Tableau 9 : Résultats des échantillons d'eau prélevés à la fosse du lac en 2005.....	30
Tableau 10 : Synthèse des résultats (moyenne annuelle) de la qualité de l'eau du Lac Lovering.....	31
Tableau 11 : Sommaire des autres paramètres physico-chimiques.....	31
Tableau 12 : Critères de qualité pour la protection de la vie aquatique	33
Tableau 13 : Synthèse des résultats physico-chimiques ruisseau Alger.....	34
Tableau 14 : Synthèse des résultats physico-chimiques de l'état du ruisseau Grande Allée	36
Tableau 15 : Synthèse des résultats physico-chimiques du ruisseau des Berges	38
Tableau 16 : Synthèse des résultats physico-chimiques de l'état du ruisseau Campagna	40
Tableau 17 : Synthèse des résultats physico-chimiques du ruisseau sans nom (chemin Tourterelle).....	42
Tableau 18 : Synthèse des résultats physico-chimiques du ruisseau Roy.....	44
Tableau 19 : Différents types de substrats	48
Tableau 20 : Abondance des différents types de substrats pour chaque profondeur.....	49
Tableau 21 : Densité et diversité des plantes aquatiques en fonction du niveau trophique	55
Tableau 22 : Dominance des espèces de plantes aquatiques (toute profondeur confondue)	59

Résumé

Reconnu pour sa beauté naturelle, sa valeur écologique ainsi que pour les activités récréatives et de villégiature qu'il offre, le lac Lovering constitue un enjeu important pour l'économie locale. C'est pourquoi différents utilisateurs du lac, dont la Société de conservation du lac Lovering, sont préoccupés par sa santé et par la nécessité d'évaluer son état.

Afin de répondre à cette demande, un diagnostic de l'état de santé du lac Lovering a été réalisé en 2005. Ce diagnostic est basé à la fois sur l'état des rives du lac, la qualité de ses eaux profondes, l'état de ses principaux tributaires et sur l'état de la zone littorale (sédiments, plantes aquatiques et algues vertes).

Pour ce faire, un inventaire du littoral et de la rive a été réalisé. Au total, 402 portions de littoral (transects) et 134 portions de rives ont été inventoriées. D'autre part, durant l'été, six campagnes de mesures de la transparence de l'eau ainsi que deux campagnes d'analyses physico-chimiques ont été effectuées à la fosse du lac et à l'embouchure des six principaux tributaires. Finalement, un bilan des données historiques acquises depuis 1997 par le RAPPEL et par la Société de conservation du lac Lovering a été dressé.

Les résultats de cette étude ont permis de montrer que ce lac présente certains symptômes d'érosion et d'eutrophisation accélérée. D'une part, plusieurs rives ont été déboisées et artificialisées. D'autre part, les eaux profondes sont mésotrophes, donc typiques d'un niveau trophique plus avancé que ce qu'elles devraient théoriquement être. De plus, presque tous les tributaires apportent des quantités problématiques de phosphore, de matières en suspension et de coliformes fécaux. Finalement, plusieurs régions du littoral présentent une forte accumulation de sédiments fins, une prolifération des plantes aquatiques, d'importants peuplements de myriophylle à épi (une espèce considérée envahissante) ainsi que d'abondantes algues vertes.

En tout, six secteurs ont été identifiés comme prioritaires compte tenu des signes de dégradation visibles sur leur littoral :

- Secteur des ruisseaux Campagna, sans nom (rue Tourterelle) et sans nom A;
- Secteur du ruisseau Alger;
- Secteur du ruisseau Grande Allée;
- Secteur du ruisseau des Berges;
- Secteur de l'île de la conservation;
- Secteur du ruisseau Roy.

Devant ce constat, il importe de passer efficacement à l'action afin de réduire les apports en nutriments et de limiter l'érosion des sols du bassin versant (contrôle des sédiments). Chacun des intervenants du milieu (riverains, gestionnaires du territoire, agriculteurs, forestiers et entrepreneurs) est interpellé. Parmi les pistes de solutions proposées, on peut citer :

- Protéger les bandes riveraines;
- Lutter contre l'érosion des sols;
- Renaturaliser les rives artificialisées;
- Éviter tout épandage d'engrais (domestiques et agricoles) près du lac et de ses tributaires;
- Empêcher l'accès du bétail aux cours d'eau;
- Entretien de façon adéquate les fossés routiers.



Remerciements

De nombreuses personnes et organismes ont contribué à la réussite du projet État de santé du lac Lovering. J'aimerais souligner particulièrement les participations suivantes :

- **Marie-Forence Pouet**, directrice du programme Suivi de la qualité des lacs et des cours d'eau du RAPPEL, qui a supervisé et corrigé la rédaction du rapport final.
- L'entreprise **Iulus**, particulièrement Hugues Brizard, directeur informatique, pour la réalisation d'un système informatique de saisie et de cartographie des résultats ayant grandement augmenté l'efficacité du projet.
- La **Société de conservation du lac Lovering**, particulièrement la participation bénévole de Martine Couture et de Patricia Tremblay (organisation), Victor Roy (campagnes de prélèvement et de mesure) et Jean Cloutier, Marcel Mongrain et Jean-Noël Leduc (inventaire du littoral et de la rive).
- **L'Observatoire en Environnement et en Développement Durable** de l'Université de Sherbrooke (OEDD), particulièrement Olivier Thomas, Anne Pomerleau, Michel Marleau et Mariette Lambert pour leur collaboration aux campagnes d'échantillonnage et à certaines analyses physico-chimiques.
- **Alice Parkes** et **Yves Prairie** de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) pour la réalisation de certaines analyses physico-chimiques.
- La **Conférence régionale des élus de l'Estrie** (CRÉ) pour leur participation financière au projet.
- Le **conseil d'administration** et le **conseil exécutif du RAPPEL**, particulièrement Diane Pratte et Josée Beurivage pour leur prise en charge de certains aspects administratifs.
- **José Audet-Lecouffre**, **Christian Desgagné** et **Isabelle Nault** qui ont réalisé avec professionnalisme l'inventaire du littoral et de la rive.

Votre précieuse collaboration fut gage de succès, mille mercis à vous tous !

Camille Rivard-Sirois, Biologiste
Coordonnatrice du Suivi de la qualité des lacs et des cours d'eau
RAPPEL



Problématique

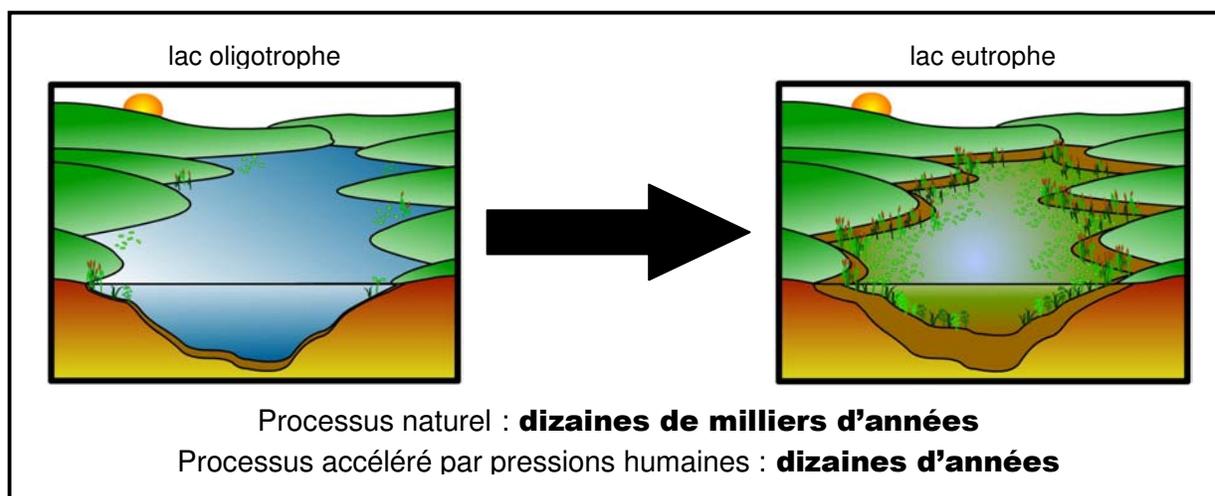
Reconnu pour sa beauté naturelle, sa valeur écologique ainsi que pour les activités récréatives et de villégiature qu'il offre, le lac Lovering constitue un enjeu important pour l'économie de la région. Or, ce lac, comme de nombreux plans d'eau du Québec, est soumis à différentes pressions anthropiques (urbaines, de villégiature, agricoles, forestières, etc.) qui entraînent la détérioration de la qualité de ses eaux.

Une des conséquences des activités humaines est l'apport excessif de nutriments et de sédiments. Les **apports en matières nutritives**, comme le phosphore et l'azote, provenant entre autres d'installations septiques mal entretenues ou d'usages excessifs de fertilisants, sont responsables de l'eutrophisation accélérée du lac. D'autre part, les **apports en sédiments**, provenant essentiellement de l'érosion des sols du bassin versant, envasent le fond et contribuent également à l'eutrophisation accélérée du plan d'eau.

L'eutrophisation est un processus de transformation, de vieillissement des lacs se caractérisant par une augmentation de la productivité d'un lac, c'est-à-dire notamment par un accroissement des plantes aquatiques et des algues (Hade, 2003). C'est un phénomène naturel à l'échelle géologique, mais qui se trouve fortement accéléré par les matières nutritives et les sédiments apportées par diverses activités humaines (voir figure 1).

Dans un plan d'eau en santé et jeune, les éléments nutritifs sont présents à de faibles concentrations et assurent une croissance normale des plantes aquatiques et des algues microscopiques (phytoplancton). Lorsque le phosphore devient trop abondant, il cause une croissance excessive des végétaux aquatiques. Cet envahissement par les plantes aquatiques et les algues a pour effet de détériorer la qualité des eaux, affectant ainsi la qualité esthétique, le goût et l'odeur de l'eau et modifiant la composition de la faune aquatique présente, dont celle des espèces de poissons d'intérêt sportif (Hébert et Légaré, 2000). La santé et la pérennité du plan d'eau ainsi que les différents usages humains sont donc grandement affectés par l'eutrophisation.

Figure 1 : Processus d'eutrophisation d'un lac



Chapitre 1 : Méthodologie

1.1 Description du projet et des objectifs

L'état de santé du lac Lovering préoccupe les différents acteurs du milieu, c'est pourquoi la Société de conservation du lac Lovering, en collaboration avec divers organismes, surveille depuis quelques années, la qualité de l'eau du lac dans certaines parties profondes du lac.

Or, l'eau n'est qu'une des composantes du lac. En effet, un lac est un écosystème aquatique caractérisé par différentes composantes : un lieu physique ou un habitat (rives, fond, etc.), des populations végétales, des populations animales et de l'eau. C'est dans l'optique d'approfondir les connaissances sur ces autres composantes et d'obtenir un portrait global de l'état du lac que le projet *État de santé du lac Lovering* a été mis sur pied à l'été 2005.

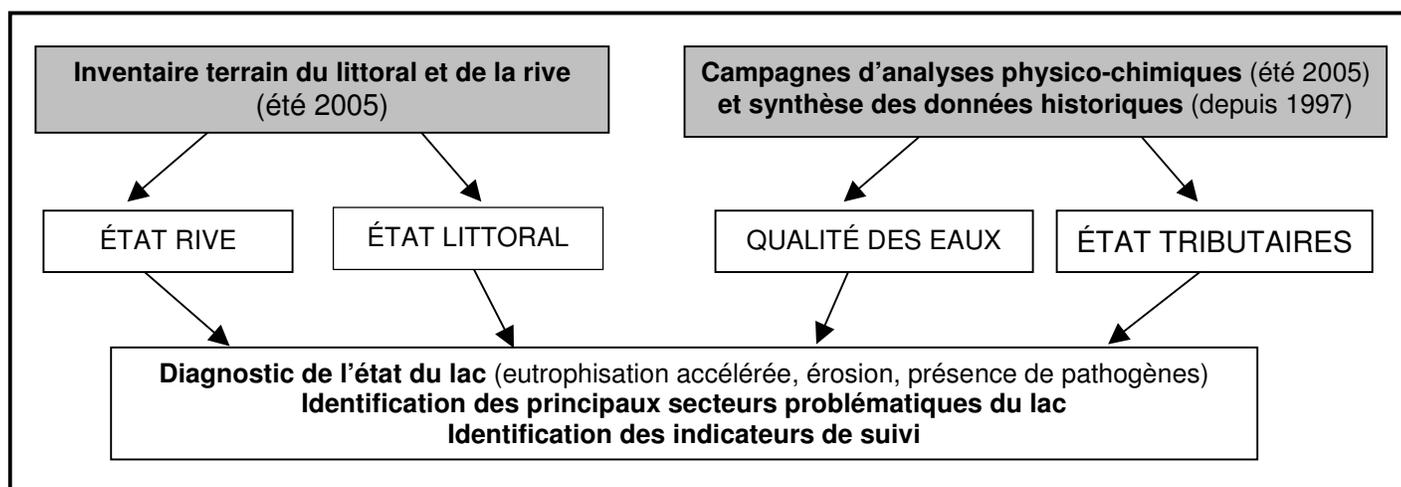
La figure 2 présente une description générale de ce projet. L'objectif global est d'établir le diagnostic de base de l'état du lac, d'identifier les principaux secteurs dégradés et de déterminer les indicateurs qui permettront d'effectuer un suivi adéquat de son état. Pour y parvenir, on distingue deux grandes étapes d'acquisition des données :

- La réalisation d'un inventaire du littoral et de la rive par une équipe du RAPPEL.
- La réalisation de deux campagnes d'analyses physico-chimiques et la synthèse des données historiques acquises depuis 1997 par le RAPPEL et la Société de conservation du lac Lovering.

Ces deux étapes visent l'acquisition de données sur l'état des 4 composantes du lac suivantes :

- La **rive** puisque la rive fait partie intégrante du lac et qu'elle y joue un rôle écologique de toute première importance. Or, l'artificialisation de la rive (transformation en aménagements humains) nuit à la santé du lac en favorisant l'érosion, en apportant au lac des éléments nutritifs et en contribuant au réchauffement des eaux peu profondes.
- La **zone littorale** puisqu'il s'agit de la première zone du lac à montrer des signes de dégradation (eutrophisation accélérée et érosion dans le bassin versant). De plus, cette zone sert d'habitat pour bon nombre d'animaux aquatiques et, ainsi, sa dégradation engendre des conséquences néfastes sur la biodiversité du lac.
- Les **eaux profondes** du lac (à la fosse) puisque cette analyse permet de déterminer le niveau trophique des eaux du lac.
- Les principaux **tributaires** puisque l'analyse de la qualité de leurs eaux permet d'identifier des apports de polluants, tels les nutriments et les sédiments.

Figure 2 : Description générale du projet



Finalement, ce projet s'inscrit dans une stratégie visant à suivre à moyen et long termes l'évolution de l'eutrophisation du lac ainsi qu'à identifier et à réduire les sources de dégradation de ce lac. Le présent rapport doit donc servir d'outil pour informer les intervenants du milieu sur l'état de santé du lac et les mobiliser autour des pistes de solutions potentielles à apporter. Tout cela, dans l'objectif de préserver et d'utiliser de façon plus durable cette précieuse ressource naturelle qu'est le lac Lovering.

1.2 Paramètres étudiés

Le tableau 1 présente une brève description des paramètres étudiés afin de déterminer l'état de la rive et du littoral. Le tableau 2 présente les différents paramètres physico-chimiques analysés pour déterminer la qualité des eaux du lac et l'état des tributaires.

Tableau 1 : Paramètres étudiés lors de l'inventaire du littoral et de la rive
(Source : Hade, 2001 ; Haury, 2000 ; Meunier, 1980)

Paramètres	Description
Degré d'artificialisation de la rive	<ul style="list-style-type: none"> • Pourcentage de la superficie de la rive occupée par des aménagements artificiels sur des portions de rive mesurant approximativement 100 mètres de long et 10 mètres de large. • Éléments artificiels : Aménagements réalisés et entretenus par l'être humain (structures de béton, de bois ou autre matériel inerte, bâtiments, enrochements, remblais, ensablements, entretien de pelouses et plates-bandes, etc.). • L'artificialisation des rives entrave la santé d'un plan d'eau en favorisant l'érosion, en apportant au lac des éléments nutritifs et en réchauffant davantage les eaux peu profondes.
Sédiments du littoral	<ul style="list-style-type: none"> • Matériel (matières minérales et organiques) qui recouvre le lit d'un plan d'eau, formé des matières en suspension qui se déposent et s'accumulent sur le fond. • Composé d'éléments grossiers (blocs, galets, graviers, sables, débris végétaux) et de particules fines (argile, limon et matières organiques fines). • Le type de sédiments (substrats) caractérise l'état de l'habitat aquatique (régit l'enracinement et le développement des plantes aquatiques, forme le milieu de vie des organismes qui vivent au fond et constitue le site de frai pour plusieurs poissons). • L'épaisseur des sédiments fins (accumulation sédimentaire) résulte de l'érosion des sols du bassin versant ainsi que de la décomposition des végétaux et autres organismes du plan d'eau. Ainsi, une forte accumulation sédimentaire est un signe visible d'un apport excédentaire de particules de sol et de matières organiques.
Plantes aquatiques du littoral	<ul style="list-style-type: none"> • Végétaux de grande dimension (taille macroscopique) qui possèdent des feuilles, une tige, des racines et de véritables vaisseaux. • Rôle : filtrent les particules en suspension et des éléments nutritifs, fournissent un habitat et de la nourriture pour différentes espèces fauniques (sont essentielles à l'écosystème aquatique). • Indicateurs biologiques de la qualité de l'état du lac. • La densité des herbiers de plantes aquatiques (pourcentage de recouvrement) et la diversité des espèces (abondance relative des espèces et présence d'espèces envahissantes) indiquent le niveau trophique du lac.
Algues vertes du littoral (périphyton)	<ul style="list-style-type: none"> • Algues : Végétaux aquatiques dépourvus de véritables feuilles, tige et racines. • Algues vertes : Groupe d'algues qui possèdent une coloration verte et une texture filamenteuse. • Périphyton : Algues qui se fixent à un substrat solide (roches, plantes, embarcations, quais, etc.). • Généralement de taille microscopique (invisible à l'œil nu), mais en présence d'apports humains de phosphore, elles s'agglomèrent et forment des masses macroscopiques. • La présence de masse d'algues vertes visibles sur le fond constitue un indicateur biologique d'une pollution locale en nutriments.

Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques analysés
(Source : Hade, 2001 ; Hébert et Légaré, 2000 ; Lévêque, 1996)

Paramètres	Description
Transparence de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Épaisseur de la colonne d'eau jusqu'où la lumière pénètre. • Paramètre mesuré à la fosse d'un lac, à l'aide d'un disque de Secchi. • Paramètre permettant de déterminer le niveau trophique des eaux d'un lac. • Paramètre influencé par l'abondance des composés organiques dissous et des matières en suspension qui colorent l'eau ou la rendent trouble.
Phosphore total (Ptot)	<ul style="list-style-type: none"> • Phosphore : Élément nutritif essentiel (nutriment) aux organismes vivants qui entraîne une croissance excessive des végétaux aquatiques (eutrophisation accélérée) lorsque trop abondant. • Ptot : Ensemble des différentes formes de phosphore (dissoutes et associées à des particules) mesuré à partir d'un échantillon d'eau prélevé dans un lac ou un tributaire. • Permet de déterminer le niveau trophique des eaux d'un lac et de déceler la présence de pollution nutritive dans un tributaire. • Sources : Utilisation d'engrais domestiques, fertilisation agricole, rejets municipaux et industriels, installations septiques inadéquates, coupes forestières abusives, etc.
Chlorophylle a	<ul style="list-style-type: none"> • Pigment présent chez tous les organismes qui font de la photosynthèse dont notamment les algues microscopiques en suspension dans l'eau (phytoplancton). • Reflet indirect de la quantité de phytoplancton dans l'eau d'un lac. • Permet de déterminer le niveau trophique des eaux d'un lac. • Paramètre lié à l'abondance du phosphore dans l'eau.
Matières en suspension (MES)	<ul style="list-style-type: none"> • Particules de petite taille qui ont la possibilité de se maintenir un certain temps entre deux eaux (particules de sol, matières organiques en décomposition, phytoplancton). • Indiquent des apports de particules de sol qui contribuent au réchauffement des eaux, diminuent la teneur en oxygène dissous, ensavent le fond des plans d'eau, colmatent les frayères et bloquent le système respiratoire de plusieurs poissons. • Sources : Érosion des sols du bassin versant (sols agricoles, sols forestiers, rives artificialisées, carrières et sablières, sites en construction, fossés routiers, etc.), rejets municipaux et industriels.
Coliformes fécaux (CF)	<ul style="list-style-type: none"> • Bactéries intestinales provenant des excréments produits par les animaux à sang chaud, incluant l'humain et les oiseaux. • Indiquent une contamination fécale et la présence potentielle de microorganismes pathogènes susceptibles d'affecter la santé animale et humaine. • Sources : rejets municipaux, épandages agricoles (fumier ou lisier), installations septiques et fosses à purin non conformes, débordements des stations d'épuration et des trop-pleins.
Spectre UV	<ul style="list-style-type: none"> • Spectrophotométrie UV : passage d'un rayon lumineux ultraviolet à travers un échantillon d'eau prélevé à la fosse ou dans un tributaire. Selon la composition de l'échantillon, certaines longueurs d'onde sont absorbées. • Spectre UV : signal obtenu (l'absorbance en fonction de la longueur d'onde), sorte d'empreinte (radiographie) de la composition de l'eau. • Indique la quantité de matières organiques et met en évidence la présence d'éléments spécifiques tels les MES, les pesticides, les nitrates et les détergents.

1.3 Procédures utilisées

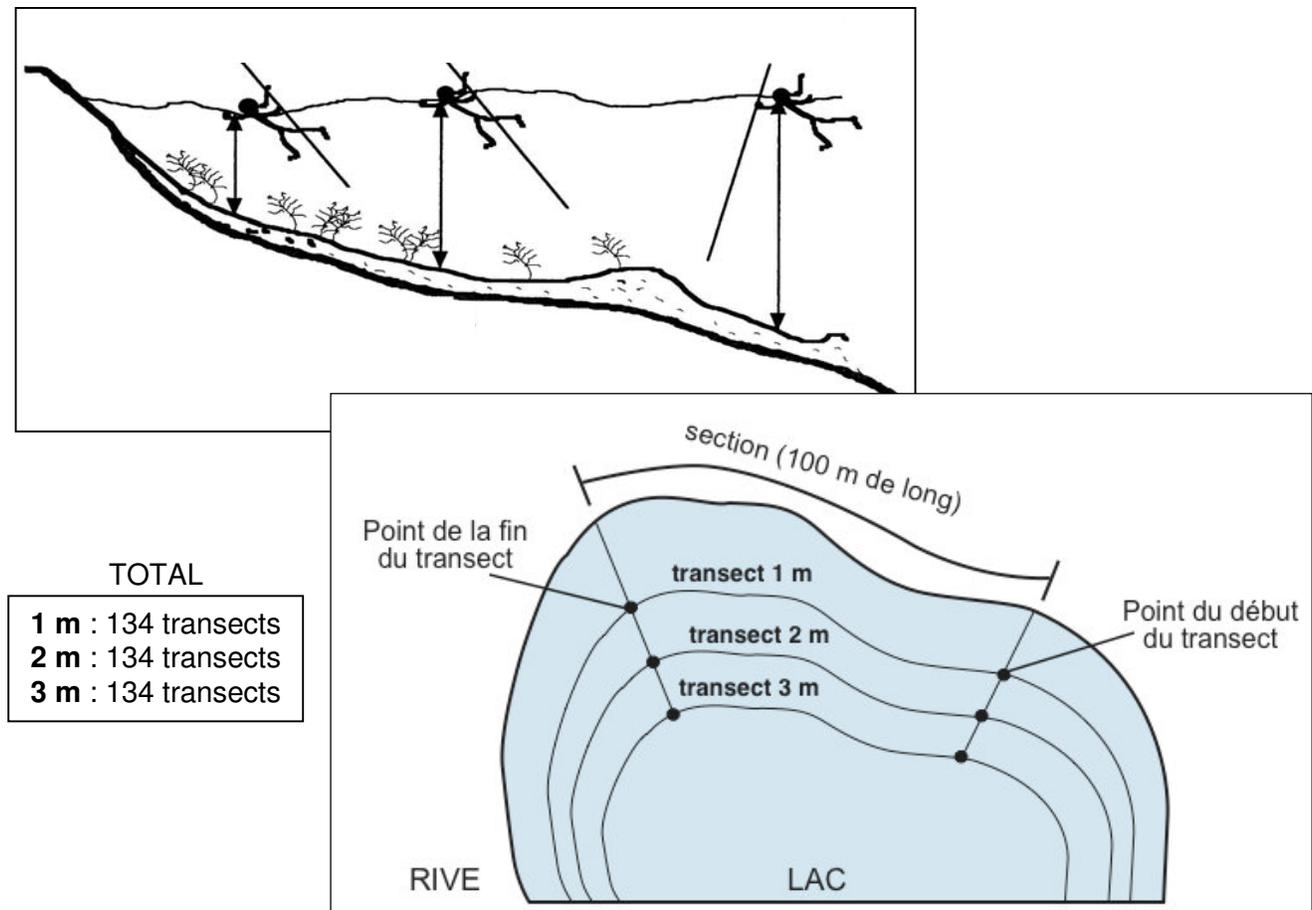
1.3.1 Inventaire du littoral et de la rive

L'inventaire du littoral et de la rive a été réalisé la dernière semaine du mois de juillet. La totalité du périmètre du littoral du lac (15 km) a été divisé en sections (portions du littoral mesurant environ 100 mètres de long). Toutes les sections se succèdent de sorte que la fin d'une section correspond au début de la section suivante.

Pour chaque section étudiée, des informations concernant l'état de la rive et du littoral ont été prises et notées par une équipe de biologistes du RAPPEL accompagnée par un bénévole de la Société de conservation du lac Lovering. Le degré d'artificialisation de la rive a été évalué visuellement sur une bande de 10 mètres de large. D'autre part, les données relatives à l'état du littoral (sédiments, plantes aquatiques, périphyton) ont été récoltées selon la **méthode des transects**.

Un transect est une ligne imaginaire sur laquelle des données sont recueillies. Dans le contexte du présent inventaire, les transects sont tracés au-dessus d'une colonne d'eau d'une hauteur prédéterminée (de **un, deux** ou **trois** mètres), parallèlement à la rive (cf. figure 3). Ainsi, pour chaque section étudiée, trois transects ont été inventoriés (un transect à un mètre de profond, un à deux mètres et un autre à trois mètres de profond). Ces trois profondeurs ont été choisies afin de bien représenter la zone littorale, c'est-à-dire la zone de croissance des plantes aquatiques. Chacun de ces transects mesure environ 100 mètres de long et deux mètres de large. Pour plus de détails concernant le protocole d'inventaire, voir l'*annexe 1 : Protocole de l'inventaire du littoral et de la rive*.

Figure 3 : Disposition de transects pour l'inventaire du littoral et de la rive



Le littoral du lac a été divisé en **134 sections**, ce qui correspond à un total de **402 transects**. Le nombre total de sections est inférieur au périmètre du lac divisé par 100 mètres, puisque la longueur des transects a été mesurée à l'aide du GPS à partir de la profondeur de 3 mètres et non par rapport à la ligne des hautes eaux. Or, le périmètre du lac au-dessus de la colonne d'eau de 3 mètres de profond est inférieur au périmètre du lac calculé à partir de la ligne des hautes eaux. Vous trouverez les coordonnées géographiques du début de chacun des transects à l'*annexe 3 : Résultats bruts des transects inventoriés*.

Il est à noter que pour des besoins de visibilité, les transects ont légèrement été espacés les uns des autres sur les cartes des résultats. Veuillez vous référer à l'*annexe 2 : Localisation des transects inventoriés* pour connaître les coordonnées géographiques exactes de chacun de ces transects.

1.3.2 Campagnes d'analyses physico-chimiques

Au cours de l'été 2005, six campagnes de mesure de la transparence de l'eau ont été réalisées. Les mesures ont été prises par la Société de conservation du lac Lovering selon le protocole fourni à l'*annexe 4 : Protocoles d'échantillonnage et de mesures*.

Deux campagnes de prélèvement d'échantillons d'eau ont également été organisées à l'été 2005. La Société de conservation du lac Lovering et l'Observatoire de l'Environnement et du Développement Durable (OEDD) ont géo-référencé chaque station de prélèvement : fosse du lac et embouchure des six principaux tributaires. Pour chaque station, des échantillons d'eau ont été recueillis selon le protocole décrit à l'*annexe 4 : Protocoles d'échantillonnage et de mesures*. Les échantillons ont été caractérisés par différents laboratoires :

- Concentration en phosphore total : UQAM;
- Concentration en chlorophylle *a* : UQAM;
- Coliformes fécaux : Laboratoires d'analyses S.M. inc.;
- Concentration en matières en suspension : OEDD;
- Empreinte UV : OEDD.

La première campagne a eu lieu le 10 juillet, en **temps de pluie**. La veille de cette campagne, les deux stations météorologiques situées à proximité du lac (soit Magog et Georgeville) ont enregistré plus de 25 mm de pluie (Environnement Canada, 2005). La deuxième campagne s'est déroulée le 25 juillet, en **temps sec**. La moyenne des précipitations enregistrées durant les cinq jours précédant cette campagne est inférieure à 2-3 mm (Environnement Canada, 2005).

Finalement, des données physico-chimiques recueillies par le RAPPEL (au cours des diverses campagnes effectuées depuis 1997) ont été synthétisées et ajoutées au diagnostic. D'autre part, à la demande de la Société de conservation du lac Lovering, les données recueillies en 2004 par l'entreprise *Aménagements Natur'eau-lac senc* ont également été intégrées.

1.4 Informations météorologiques

Le tableau 3 présente une synthèse des données climatiques recueillies dans les deux stations météorologiques situées à proximité du lac Lovering (Magog et Georgeville) durant l'été 2005. Vous trouverez également les normales climatiques calculées à partir des données enregistrées entre 1971 et 2000. Il est à noter que les normales climatiques de la station de Georgeville n'étaient pas disponibles au moment de mettre sous presse.

Ces données montrent que les températures moyennes et les précipitations totales observées dans ces deux stations, à l'été 2005, ont été similaires aux normales climatiques.

Tableau 3 : Résumé des conditions météorologiques
(Source : Environnement Canada, 2005)

		Magog		Georgeville		Normale climatique régionale *
		2005	Normale	2005	Normale	
Température moyenne (°C)	Mai	9,7	12	9,9	-	11,2
	Juin	19,5E	16,9	20,2E	-	16,0
	Juillet	20,3	19,4	20,4E	-	18,6
	Août	19,6	18,2	20,5*	-	17,4
Pluie totale (mm)	Mai	88,8	100	151,6E	-	97,2
	Juin	161,4	110,4	111,3*	-	112,8
	Juillet	121,4	120,2	131,6	-	119,8
	Août	105,8	120	99,6*	-	129,0

E : la valeur est estimée

* : la valeur affichée est basée sur des données incomplètes



Chapitre 2 : Portrait général du lac et son bassin

Ce chapitre présente les principales caractéristiques morphologiques et géologiques du lac Lovering et de son bassin versant. Selon ces caractéristiques, le lac sera plus ou moins vulnérable aux pressions humaines pouvant conduire à l'eutrophisation accélérée.

2.1 Description générale du bassin versant

2.1.1 Aperçu du bassin hydrographique

Le lac Lovering est situé dans les municipalités de **Magog** et du **Canton de Stanstead**, à l'intérieur de la MRC de Memphrémagog. Il s'agit d'un lac de tête, c'est-à-dire qu'aucun autre lac ne l'alimente en eau. Le lac fait partie du bassin versant de la rivière Saint-François. Son exutoire, le ruisseau Fitch, se déverse dans la baie Fitch et ensuite dans le lac Memphrémagog.

La figure 4 présente la limite du bassin versant ainsi que les ruisseaux qui alimentent le lac Lovering. Ce bassin versant draine un territoire d'une superficie de **47,5 km²**. Une dizaine de tributaires permanents ou intermittents s'y déversent. À l'heure actuelle, ces ruisseaux ne portent pas tous un nom. Pour des besoins de localisation, nous avons attribué une lettre (A, B, C, D ou E) aux ruisseaux non nommés.

2.1.2 Topographie

Le tableau 4 et la figure 5 présentent les caractéristiques des pentes du bassin versant du lac Lovering. La topographie influence les risques d'érosion et donc les apports en sédiments.

Les points les plus élevés du bassin se trouvent au sud-est. Il s'agit des collines Bunker qui atteignent une altitude d'environ 420 m. Quant au lac, il se trouve à une altitude d'environ 245 m.

En ce qui concerne les pentes, les zones sensibles sont celles supérieures à 5° (environ 9 %). Ces pentes sont sensibles particulièrement lorsqu'on procède à la mise à nu des sols (dévégétalisation pour l'implantation d'infrastructures routières, de construction de bâtiments, de coupes forestières intensives ou d'agriculture). Dans le cas du bassin versant du lac Lovering, 7 % du bassin peut être considéré comme sensible à l'érosion en fonction de l'inclinaison de la pente.

Le secteur situé au sud-est du bassin entre les chemins Bunker et de Fitch Bay est sensible à l'érosion. On retrouve également quelques zones dans le secteur alimentant le ruisseau Alger. Tout le nord du bassin ainsi que plusieurs secteurs à l'ouest sont quasi plats. Il est à noter que la présence de milieux humides est favorisée lorsque les pentes sont très faibles.

Tableau 4 : Pourcentage du bassin en fonction de la pente

Pente (°)	% du bassin
0 à 3° (pente faible)	66,7
3 à 5° (pente modérée)	26,2
5 à 10° (pente forte)	6,9
10° et plus (pente très forte)	0,2

2.1.3 Utilisation du sol

Le tableau 5 et la figure 6 présentent l'occupation du sol dans le bassin versant du lac Lovering. L'utilisation du sol a été déterminée à partir de la classification d'images satellites datant de 1999 et 2001 réalisée par VIASAT, de photographies aériennes et d'observations sur le terrain faites en 2005.

L'utilisation du sol génère des conséquences importantes sur le cycle hydrologique et sur la dynamique d'un bassin versant. Son analyse permet de mieux identifier des secteurs pouvant affecter la qualité des eaux.

La classification de l'utilisation du sol indique que le bassin versant immédiat du lac Lovering est majoritairement forestier. En effet, la forêt occupe un peu plus de 65 % du territoire.

L'agriculture occupe également une place importante dans l'utilisation du territoire. Près de 16 % du bassin est voué aux terres agricoles. On y retrouve des prairies, des pâturages, des champs en culture et des terres en friche. Plusieurs tributaires du lac Lovering drainent des terres agricoles pouvant occasionner des apports en nutriments et en sédiments dans le lac.

Au niveau des secteurs résidentiels, on retrouve plusieurs endroits où les rives sont occupées par des résidences. Le lac Lovering est presque entièrement urbanisé. Plusieurs routes longent également le lac. Le secteur nord-est semble le moins touché par l'occupation humaine.

Le lac Lovering est la principale étendue d'eau dans le bassin. On note également la présence de petites étendues d'eau résultant de la construction de barrage de castors. On note peu de milieux humides dans le bassin immédiat. Les milieux humides représentent des étendues de terre saturées d'eau ou inondées pendant une période suffisamment longue pour influencer la nature du sol et la composition de la végétation. Ils ont la capacité de retenir l'eau lors des précipitations et de la libérer graduellement pendant les périodes plus sèches. Ils régularisent ainsi le débit des cours d'eau qu'ils alimentent. De plus, les milieux humides filtrent une quantité importante de nutriments et permettent aux sédiments de se déposer. Il s'agit de secteurs très sensibles aux perturbations et présentant une bio-diversité importante. Il est important de bien les localiser et de les protéger. Dans le bassin versant du lac Lovering, ces milieux représentent environ 1,3 % du territoire, d'où l'importance de les protéger.

Tableau 5 : Utilisation du sol dans le bassin versant du lac Lovering

Utilisation du sol		% du bassin versant	
Forêt	Forêt	64,6	65,5
	Coupe non-déterminée	0,9	
Agricole		16,1	
Eau		10,2	
Résidentiel		6,4	
Milieu humide		1,3	
Site d'enfouissement		0,6	

2.2 Caractéristiques morphologiques du lac

Le lac Lovering est un lac de forme allongée (axe nord-sud) qui a été créé à la suite du retrait de la glaciation Wisconsin il y a environ 11 000 ans. Ensuite, avec la fin de la phase de l'océan Champlain, il y a environ 9 500 ans, le lac a été formé (Ilec, 2004).

Le tableau 6 présente les principales caractéristiques morphologiques du lac Lovering et la figure 8, sa bathymétrie.

Tableau 6 : Caractéristiques morphologiques du lac
(Source : RAPPEL, 2002)

Caractéristiques	Valeurs
Profondeur maximale (fosse)	25 m
Profondeur moyenne	9,8 m
Temps de séjour	1,59 an
Superficie du lac	4,9 km ²
Volume d'eau	48 200 000 m ³
Longueur	5,6 km
Largeur maximale	1,2 km
Périmètre	15,6 km
Périmètre habité	12,9 km (83 % du périmètre)

Ces caractéristiques morphologiques ont diverses conséquences sur la qualité de l'eau. Par exemple, un temps de séjour de 1,59 an signifie qu'il faut plus d'un an et demi avant que l'eau du lac ne soit renouvelée. Il faut donc tenir compte de ce temps pour voir des améliorations de la qualité de l'eau. De plus, ce temps de séjour important du lac permet à une partie des matières en suspension et du phosphore dans l'eau de décanter au fond.

D'autre part, le lac Lovering est relativement grand et profond. Dans de tels lacs, on remarque que les polluants sont dilués par le grand volume d'eau. Ainsi, les conséquences de l'arrivée de polluants par les tributaires, les fossés et le ruissellement ne se reflètent pas immédiatement sur la qualité de l'eau à la fosse du lac. C'est entre autres pourquoi la zone littorale peut présenter des symptômes d'eutrophisation avant que ce constat soit perceptible au niveau des eaux profondes du lac.

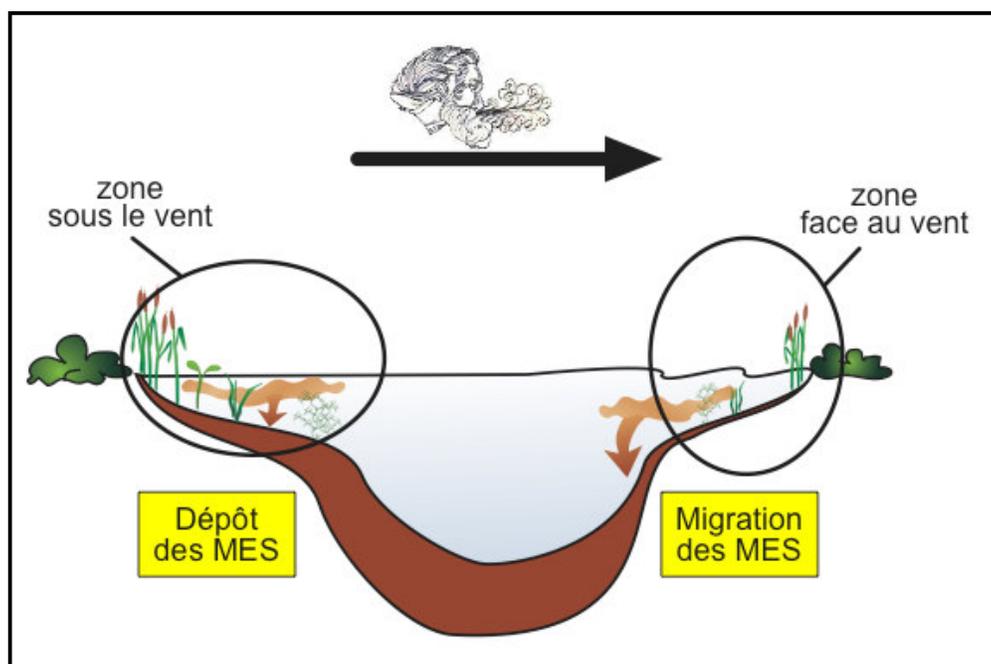
Finalement, une très grande portion du pourtour du lac est habitée, ce qui augmente les pressions que subit ce plan d'eau.

Certains secteurs du lac sont plus prédisposés à la sédimentation des matières en suspension et des nutriments (cf. figure 7). De façon générale, les sédiments s'accumulent davantage dans :

- les baies tranquilles (où le brassage des eaux causé par le ressac est réduit);
- les zones situées sous le vent (peu exposées aux vents dominants et aux vagues);
- les zones caractérisées par une faible pente (ressac moins important).

Ces secteurs sont également plus favorables à l'implantation et au développement des plantes aquatiques, car ceux-ci présentent des eaux plus calmes et plus chaudes, une bonne pénétration de la lumière ainsi que des sédiments plus fins et plus riches en phosphore (Meunier, 1980). C'est donc dans ces secteurs que les premiers symptômes d'eutrophisation risquent de se manifester.

Figure 7 : Impact de l'exposition aux vents dominants sur la sédimentation



Compte tenu des caractéristiques morphologiques, on peut conclure que les baies situées sur le côté ouest du lac sont naturellement plus vulnérables à l'envasement et à la prolifération des plantes aquatiques, en raison de leur localisation face aux vents dominants couplée à la douceur de leur pente (voir figure 8). Ces secteurs seront donc les premiers à montrer des signes d'eutrophisation prématurée.

Chapitre 3 : État de la rive

Selon la Politique de la protection des rives, du littoral et de la plaine inondable, **la rive** est légalement définie comme *la partie du milieu terrestre attenante à un lac ou à un cours d'eau. La rive assure la transition entre le milieu aquatique et le milieu strictement terrestre. Elle permet le maintien d'une bande de protection de 10 ou 15 mètres de largeur sur le périmètre des lacs et cours d'eau. La rive est mesurée en partant de la ligne des hautes eaux vers l'intérieur des terres* (MEF, 2002). Selon cette politique, la largeur de la rive à protéger correspond horizontalement à 10 mètres minimum si la pente est inférieure à 30 % avec un talus de moins de 5 mètres et 15 mètres minimum si la pente est supérieure à 30 % incluant un talus de plus de 5 mètres. Il importe de conserver les rives à l'état naturel, car contrairement aux rives artificialisées, une rive naturelle maintient le plan d'eau en bonne santé puisque celle-ci **F**reine l'érosion, **F**iltre les nutriments, **r**afraîchit l'eau et **F**ournit un habitat à la faune.

3.1 Degré d'artificialisation de la rive en 2005

Le degré d'artificialisation a été évalué pour chaque section sur des portions de rive mesurant environ 100 mètres de long et 10 mètres de large. Selon l'abondance des structures artificielles (pourcentage de la superficie), la rive de chaque section a été classée dans une des cinq catégories suivantes :

Catégories de rive	Présence de structures artificielles
Naturelle	Moins de 10 % de la superficie
Peu artificielle	Entre 10 % et 25 % de la superficie
Moyennement artificielle	Entre 25 % et 50 % de la superficie
Très artificielle	Entre 50 % et 75 % de la superficie
Totalement artificielle	Plus de 75 % de la superficie

La figure 9 présente l'abondance de chaque catégorie de rives pour l'ensemble du lac Lovering. Il ressort que la majorité des rives (56 %) ont été évaluées comme étant au moins moyennement artificialisées. De plus, près du quart (22 %) des sections présentent des rives considérées totalement artificielles. Ainsi, l'environnement terrestre entourant le lac est fortement perturbé sur une grande superficie. Heureusement, encore près du tiers des rives sont maintenues à l'état naturel.

La figure 10 présente l'état des rives pour différents secteurs du lac Lovering. Il s'agit de la moyenne du degré d'artificialisation observé dans des secteurs relativement homogènes. Cette carte montre que les régions les plus naturelles du lac se situent au niveau de l'étranglement de la baie au nord du lac et au niveau de la région tout au nord du lac (entre les ruisseaux Grande Allée et des Berges).

Les régions les plus artificialisées correspondent aux plus hautes densités résidentielles et sont situées près du ruisseau Grande Allée, entre les ruisseaux B et sans nom (rue Tourterelle) ainsi qu'au sud des deux grandes îles. Notons que les secteurs considérés vulnérables (figure 8 du chapitre 2) sont particulièrement artificialisés. Ce qui signifie que la vulnérabilité de ces secteurs est augmentée.

Finalement, si vous désirez connaître l'état d'artificialisation spécifique à chacune des sections du lac, veuillez vous référer à l'annexe 3 : *Résultats bruts des transects inventoriés*.

3.2 Données historiques de l'état de la rive

Il y a quelques années, le RAPPEL a procédé à l'étude de l'état de la rive du lac Lovering à partir de l'analyse de bandes vidéo datant de 1992 et de 1999. Les principaux résultats de cette étude sont présentés, à titre indicatif, au tableau 7.

Globalement, les rives du lac ont été classifiées comme étant très artificielles. Les éléments artificiels les plus remarquables ont été les enrochements, les murs de béton, les remblais, les débarcadères, les bâtiments, les chemins de graviers, les sols à nu ainsi que les patios (RAPPEL, 1998 ; RAPPEL, 2000a). De plus, on remarque une tendance à l'artificialisation de rives entre 1992 et 1999.

Tableau 7 : Pourcentage des rives appartenant à quatre catégories d'état d'artificialisation
(Source : RAPPEL, 1998 ; RAPPEL, 2000a)

Catégories		1992	1999
Naturelle	Naturelle	55 %	33 %
	Partiellement naturelle	1 %	21 %
Artificielle	Ornementale	33 %	25 %
	Dégradée	12 %	22 %

Il faut mentionner que la méthodologie utilisée en 1992 et 1999 diffère de celle utilisée en 2005. Ainsi, les résultats historiques sont difficilement comparables avec ceux de 2005. On regardera donc ce tableau à titre informatif seulement.

En conclusion, le lac Lovering possède différentes catégories de rives. Le degré d'artificialisation global est évalué à 25-50 % artificiel. Ce lac possède encore de beaux sites à l'état presque sauvage, ce qui est positif autant du point de vue environnemental que touristique.

Cependant, certaines zones sont fortement dégradées. D'ailleurs, le problème de dégradation de la rive du lac noté en 1992 et 1999 demeure toujours un problème en 2005.

La restauration de ces rives s'avère une stratégie essentielle au maintien de la santé du lac. Afin d'en connaître davantage sur la protection et revégétalisation des rives, nous vous invitons à consulter le livret *Rive et nature* produit en 2001 par le RAPPEL.



Chapitre 4 : Qualité de l'eau du lac

Afin d'évaluer la qualité des eaux profondes du lac Lovering, différents paramètres physico-chimiques ont été étudiés à la fosse du lac. Il s'agit du phosphore total, de la chlorophylle *a* et de la transparence de l'eau. Le spectre ultraviolet (UV) de l'eau à la fosse a également été intégré afin de compléter la caractérisation des eaux du lac. Veuillez vous référer à la section 1.2 *Paramètres étudiés* pour une description de chacun de ces paramètres.

Le tableau 8 présente les critères utilisés afin de déterminer le niveau trophique de chaque paramètre étudié. Il est à noter que lorsqu'il n'y a pas de concordance entre le niveau trophique calculé à partir des différents paramètres, c'est l'indice calculé à partir de la chlorophylle *a* qui est retenu.

Tableau 8 : Critères utilisés pour évaluer le niveau trophique pour chaque paramètre
(Source : MDDEP, 2004)

		Chlorophylle <i>a</i> (µg/l)	Phosphore total (µg/l)	Transparence de l'eau (m)
Peu nourri	Oligotrophe	< 3	< 10	> 5
	Oligo-mésotrophe	2,5 - 3,5	7 - 13	4 - 6
Moyennement nourri	Mésotrophe	3 - 8	10 - 30	2,5 - 5
	Méso-eutrophe	6,5 - 10	20 - 35	2 - 3
Bien nourri	Eutrophe	> 8	> 30	< 2,5

RAPPELONS NOUS ...

Un lac **oligotrophe** est un lac jeune qui est caractérisé par des eaux pauvres en nutriments, transparentes et bien oxygénées ainsi que par une faible production de végétaux aquatiques. À l'inverse, un lac **eutrophe** est riche en nutriments et en matière végétale. Il s'agit d'un stade avancé d'eutrophisation qui conduit entre autres à une modification des communautés animales, à un accroissement de la matière organique ainsi qu'à un déficit d'oxygène dans les eaux profondes. Finalement, un lac **mésotrophe** possède un niveau intermédiaire de vieillissement.

Lorsque les valeurs obtenues pour les différents paramètres se situent à la limite des principaux niveaux trophiques, on utilise les appellations **oligo-mésotrophe** et **méso-eutrophe**.

4.2 Analyse des résultats de l'été 2005

Les figures 11 et le tableau 9 présentent les résultats des analyses physico-chimiques réalisés à la fosse du lac Lovering en 2005. Ces données montrent qu'en général les propriétés physico-chimiques du lac sont typiques des eaux mésotrophes.

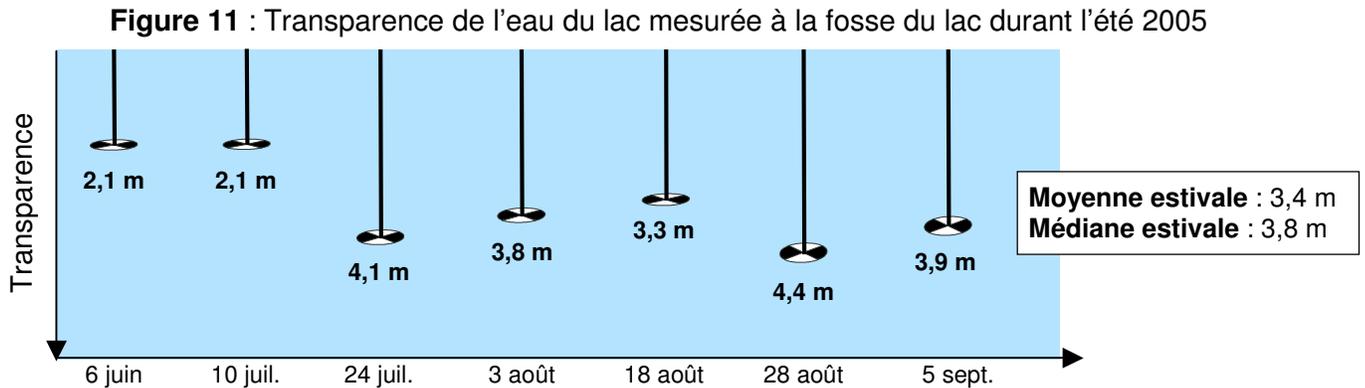
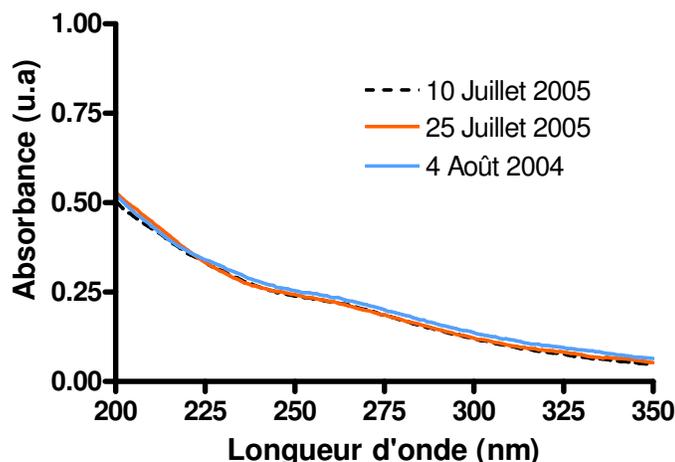


Tableau 9 : Résultats des échantillons d'eau prélevés à la fosse du lac en 2005

	Temps pluie (10 juil.)	Temps sec (25 juil.)
Phosphore total	13,0 µg/l	11,3 µg/l
Chlorophylle a	2,7 µg/l	4,1 µg/l

La figure 12 présente les deux spectres UV obtenus lors des campagnes de 2005. Le spectre acquis lors de la campagne 2004 également été ajouté, titre de comparaison. On constate que les trois spectres sont superposés, ce qui signifie que la composition et la concentration en matières organiques, matières en suspension et nitrates sont restées constantes. Comparé aux autres lacs de l'Estrie, ce spectre est typique des eaux moyennement chargées en matières organiques (oligo-mésotrophes).

Figure 12 : Spectre ultraviolet de l'eau du lac en 2005



4.3 Bilan de la qualité de l'eau du lac (1997-2005)

Les tableaux 10 et 11 présentent un bilan de la qualité de l'eau du lac Lovering de 1997 à 2005. Ces résultats montrent que :

- Il n'y a **aucune tendance** à moyen terme vers l'amélioration ou la détérioration. L'état du lac semble donc stable depuis 1996.
- Les eaux profondes du lac sont globalement évaluées **mésotrophes** (typiques d'un niveau d'eutrophisation intermédiaire).
- Il y a une **grande variabilité** entre les valeurs de chlorophylle *a* obtenues au fil des ans, ce qui influence le niveau trophique annuel.
- Les valeurs annuelles de phosphore et de transparence sont moins variables d'années en années.
- Les composés azotés, le pH, l'alcalinité et la conductivité sont dans l'intervalle des valeurs normalement observées au Québec (Hébert et Légaré, 2000).

Tableau 10 : Synthèse des résultats (moyenne annuelle) de la qualité de l'eau du Lac Lovering
(Source : RAPPEL, 1999b ; 1999a ; 2000b ; 2002 et 2005)

	Chlorophylle <i>a</i> (µg/l)	Phosphore total (µg/l)	Transparence (m)	Niveau trophique
1997	3,9	11,0	2,6	Mésotrophe
1998	7,0	14,7	2,7	Méso-eutrophe
1999	2,8	11,5	3,2	Oligo-mésotrophe
2000	2,3	8,9	2,9	Oligotrophe
2001	-	10,6	3,3	Mésotrophe
2004	4,6	10,6	2,1	Mésotrophe
2005	3,4	12,1	3,4	Mésotrophe

Tableau 11 : Sommaire des autres paramètres physico-chimiques
(Source : RAPPEL, 1999b ; RAPPEL, 2005)

	Azote total (mg/l)	Azote total dissous (mg/l)	Nitrates (mg/l)	pH	Alcalinité (µéq/l)	Conductivité (µS/cm)
1999	0,367	0,318	0,018	7,5	486	97
2004	0,334	0,266	0,008	7,9	410	93
2005	-	-	-	7,0	-	81

En conclusion, un lac de l'âge et la taille du lac Lovering devrait théoriquement présenter des eaux oligotrophes et non mésotrophes. Cela signifie que le lac reçoit des apports excédentaires de phosphore qui conduisent à son eutrophisation accélérée. Parmi les activités à l'origine de tels apports, on peut citer notamment, l'utilisation d'engrais chimiques sur les pelouses riveraines, la fertilisation agricole, le ruissellement urbain ainsi que les coupes forestières abusives.



Chapitre 5 : État des principaux tributaires

La qualité de l'eau apportée par les tributaires d'un lac affecte grandement la qualité des eaux du lac. En fait, une grande quantité des apports en phosphore et autres polluants arrivent au lac via les cours d'eau. C'est pourquoi nous incluons des données relatives à la qualité de l'eau des principaux tributaires dans notre diagnostic de l'état de santé du lac. Cependant, précisons que la qualité de l'eau acheminée par les fossés est également très importante, d'où la nécessité de les entretenir de façon adéquate (voir *annexe 8 : Pistes de solutions générales pour améliorer l'état de santé d'un lac*).

La qualité de l'eau a été étudiée à l'embouchure des six principaux tributaires du lac (cf. figure 13) à partir de différents paramètres physico-chimiques. L'évaluation des paramètres spécifiques (phosphore, matières en suspension et coliformes fécaux) a été faite à partir de critères de qualité (seuil de tolérance) pour la protection de la vie aquatique (voir tableau 12). Cette caractérisation a ensuite été complétée par l'analyse du spectre UV, un paramètre physico-chimique global.

Tableau 12 : Critères de qualité pour la protection de la vie aquatique
(Source : MDDEP, 2006)

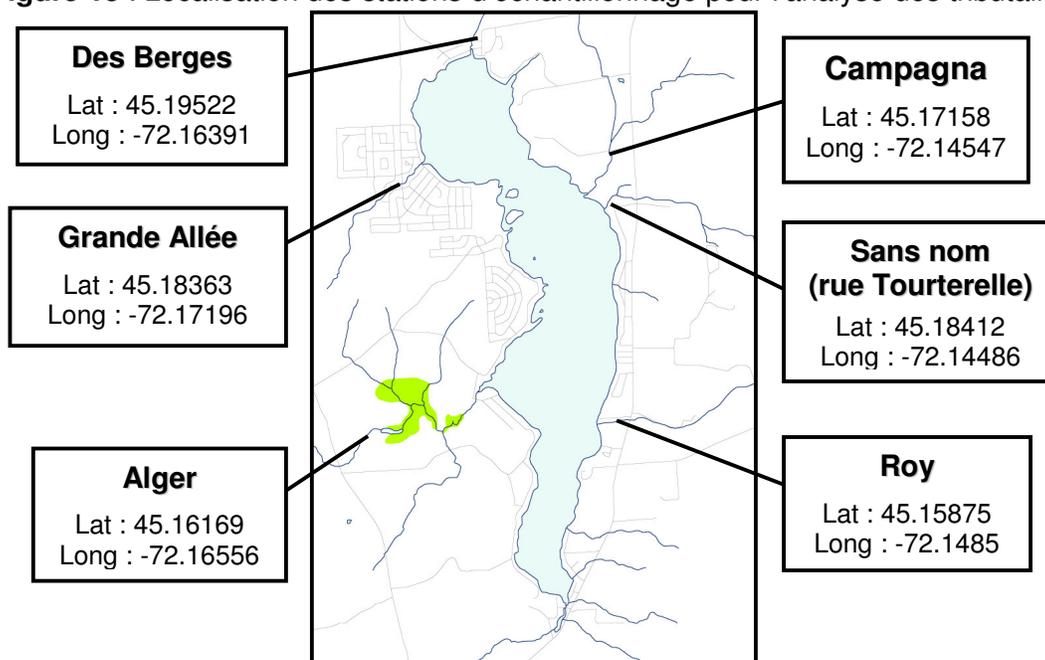
Paramètres	Critère de qualité
Phosphore total	< 20 µg/l
Coliformes fécaux	< 200 UFC/100 ml (pour la baignade)
Matières en suspension	< 5 mg/l

mg/l : milligramme par litre

UFC : unités formatrices de colonies

Note : Il y a des risques d'effets chroniques néfastes (à long terme) pour la vie aquatique lorsque le phosphore ou les MES excèdent les critères de qualité. D'autre part, il y a des risques pour les activités de contact primaire (telles la baignade et la planche à voile) lorsque la teneur en coliformes fécaux excède le seuil de 200 UFC/100 ml.

Figure 13 : Localisation des stations d'échantillonnage pour l'analyse des tributaires



5.1 État du ruisseau Alger

Le tableau 13 présente les résultats physico-chimiques de l'état du ruisseau Alger. Ces résultats montrent que :

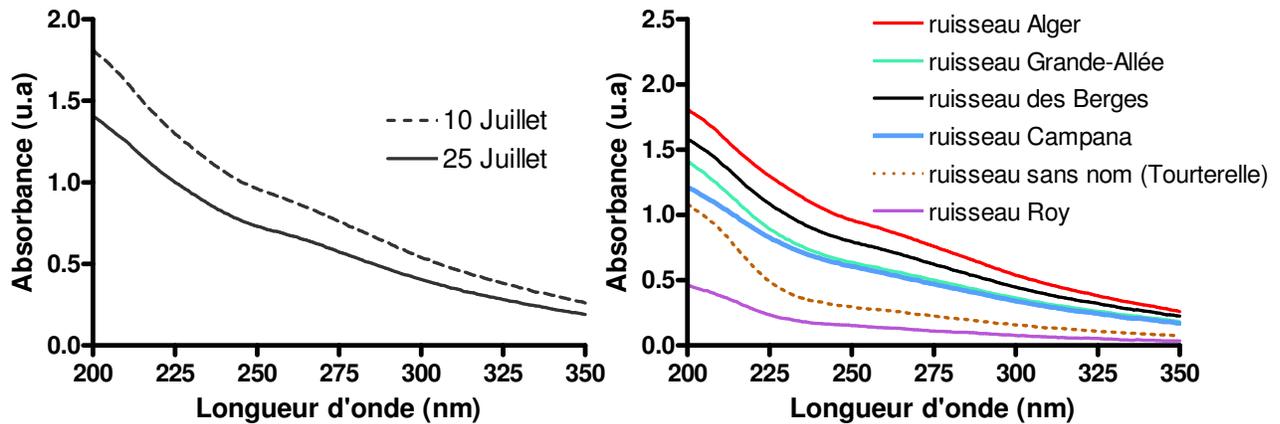
- En 2000 et 2001, la concentration de phosphore apportée par ce tributaire était problématique pour la santé du lac Lovering.
- Il faut noter que l'amélioration remarquée au niveau du phosphore en 2004 n'est pas significative en raison de la période d'échantillonnage. En fait, cette année-là, les échantillons ont été prélevés au mois de septembre alors que la majorité du phosphore est consommée par les organismes vivants.
- Ce ruisseau n'apparaît pas une source majeure de matières en suspension pour le lac Lovering. En fait, les concentrations observées se situent généralement près du seuil de tolérance pour la protection de la vie aquatique. Cependant, lors de l'inventaire du littoral et de la rive, les biologistes ont noté que l'eau à l'embouchure de ce ruisseau était particulièrement trouble. Ce qui est un signe d'apport en MES.
- Les résultats concernant les coliformes fécaux ne montrent pas de contamination fécale majeure. Cependant, en temps de pluie, la valeur dépasse le seuil fixé pour la baignade.

Tableau 13 : Synthèse des résultats physico-chimiques ruisseau Alger
(Source : RAPPEL, 2002 et Natur'eau-lac, 2004)

	2000 RAPPEL (moyenne)	2001 RAPPEL (moyenne)	2004 Natur'eau-lac (moyenne)	2005 RAPPEL		
				10 juillet (temps pluie)	25 juillet (temps sec)	Moyenne
Phosphore total (µg/l)	25	34	7	-	-	-
MES (mg/l)	-	3,3	8	-	< 2	< 2
CF (UFC/100 ml)	-	10	-	340	110	225

La figure 14 présente les spectres UV de ce ruisseau lors des deux campagnes et, pour comparaison, tous les spectres des ruisseaux lors de la campagne du 25 juillet. On constate que le ruisseau Alger est celui qui présente les plus fortes absorbances, ce qui signifie que c'est le ruisseau le plus concentré en matières organiques principalement d'origine naturelle. Par temps de pluie, on observe un décalage significatif du spectre vers les fortes absorbances, ce qui signifie qu'il y a apport de matières organiques et de MES par temps de pluie. Selon le débit du ruisseau, les apports en MES peuvent être importants.

Figure 14 : Spectres ultraviolets du ruisseau Alger et des autres tributaires



Observations notées par Natur'eau-lac en 2004 :

- Les rives du tributaire sont boisées (point positif).
- Plusieurs vestiges de barrages en béton (près de l'embouchure du tributaire) peuvent nuire à la libre circulation des poissons.
- Un barrage de castor a été démantelé par le passé. Ce qui a pu engendrer des apports de sédiments au lac.
- Le déversoir de l'étang sur le chemin Leroux semble problématique.
- Il y a érosion des talus du fossé situé à l'intersection des chemins Alger's Cove et Gendron.

En résumé, le ruisseau Alger est principalement touché par une problématique de phosphore. Il est recommandé de rechercher précisément les sources de pollution diffuses et ponctuelles parmi les activités agricoles et forestières dans le bassin versant.

Il faut également considérer la teneur en matières en suspension et en coliformes fécaux qui est variable de bonne à douteuse. Un des fossés du bassin apparaît d'ailleurs problématique.

De plus, nous vous recommandons de faire vos analyses de phosphore au printemps ou à l'été afin d'éviter de sous estimer ce paramètre.

5.2 État du ruisseau Grande Allée

Le tableau 14 présente les résultats physico-chimiques de l'état du ruisseau Grande Allée. Les résultats montrent que :

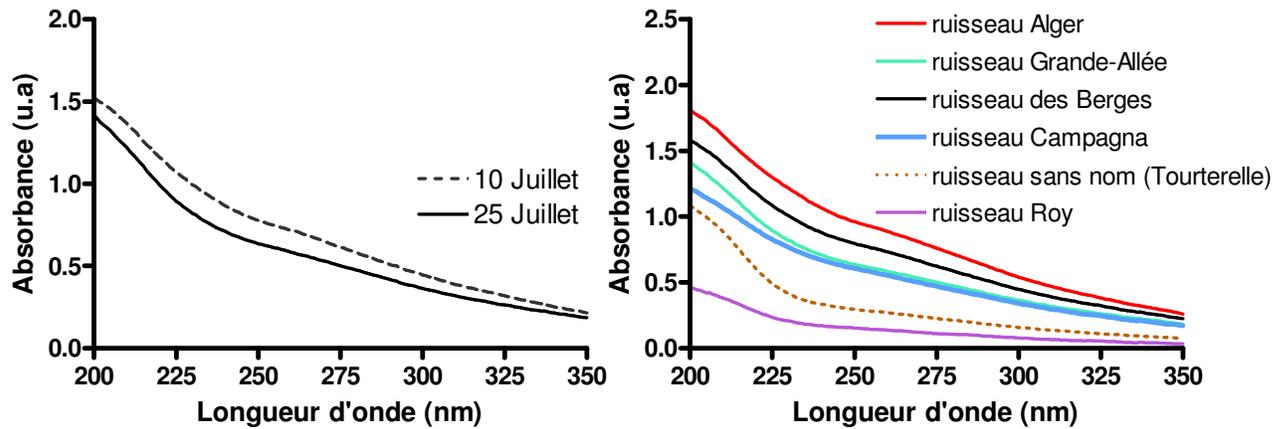
- En 2000 et 2001, la teneur en phosphore dans l'eau de ce tributaire était problématique indiquant la présence d'une ou plusieurs activités polluantes (productrices de phosphore) en amont. Notez que l'amélioration apparente de la concentration en phosphore en 2004 n'est pas significative puisqu'elle est attribuable à la période d'échantillonnage (cf. section 5.1).
- En 2004 et en 2005, la teneur en MES a été problématique pour la vie aquatique. Des problèmes d'érosion semblent donc être présents en amont de ce tributaire.
- La teneur en coliformes fécaux excède le seuil fixé pour la baignade, mais la contamination n'est pas majeure pour le lac.

Tableau 14 : Synthèse des résultats physico-chimiques de l'état du ruisseau Grande Allée
(Source : RAPPEL, 2002 et Natur'eau-lac, 2004)

	2000 RAPPEL (moyenne)	2001 RAPPEL (moyenne)	2004 Natur'eau-lac (moyenne)	2005 RAPPEL		
				10 juillet (temps pluie)	25 juillet (temps sec)	Moyenne
Phosphore total (µg/l)	40,1	41,3	11	-	-	-
MES (mg/l)	-	4,6	14	-	7	7
CF (UFC/100 ml)	-	-	-	550	300	425

La figure 15 présente les spectres UV du ruisseau Grande Allée lors des deux campagnes et pour comparaison, tous les spectres des ruisseaux lors de la campagne du 25 juillet. On constate que le ruisseau Grande Allée présente de fortes absorbances, dues à des matières organiques. On peut également noter la présence de nitrates, autres nutriments qui, couplés avec les valeurs de phosphore et de coliformes fécaux, conduisent à suspecter une contamination diffuse par des rejets domestiques (fosses septiques non conformes, par exemple) ou agricoles. Par temps de pluie, on observe un léger décalage du spectre vers de fortes absorbances, ce qui signifie qu'il y a un apport de MES par temps de pluie.

Figure 15 : Spectres ultraviolets du ruisseau Grande Allée et des autres tributaires

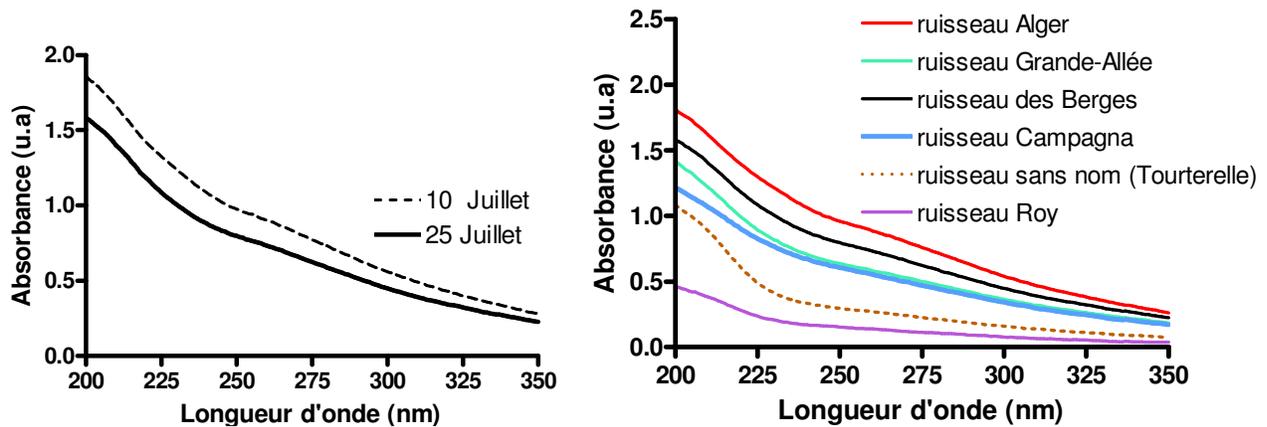


Commentaires notés par Natur'eau-lac en 2004 :

- Les rives du tributaire sont généralement boisées, mais certaines zones sont gazonnées.
- Le ponceau d'un nouveau chemin est bouché par les apports massifs de sédiments.
- Les rives du tributaire sont légèrement érodées.

En résumé, le ruisseau Grande Allée, comme le ruisseau Alger, est une source importante de phosphore pour le lac, mais également de nitrates et de MES. Pour améliorer sa qualité, il est important de rechercher et de réduire les sources de nutriments (phosphore et azote) et de sédiments parmi les activités résidentielles, le réseau routier et les terres agricoles présents dans le bassin.

Figure 16 : Spectres ultraviolets du ruisseau des Berges et des autres tributaires



Commentaires notés par Natur'eau-lac en 2004 :

- Aucun signe d'érosion majeure n'a été noté.
- L'étang semble servir de zone de nidification, d'où l'importance de le protéger.
- Un barrage de castor a été démantelé par le passé, ce qui a pu engendrer des apports de sédiments au lac.
- Des déchets sont présents près de l'embouchure du tributaire (risque d'embâcle).

En résumé, le ruisseau des Berges contribue également aux apports de nutriments (phosphore et azote) et de sédiments qui accélèrent l'eutrophisation du lac Lovering. Pour améliorer sa qualité, il importe de rechercher et de réduire les causes de dégradation parmi les activités résidentielles et municipales dans le bassin du ruisseau.

5.4 État du ruisseau Campagna

Le tableau 16 présente les résultats physico-chimiques de l'état du ruisseau Campagna. Les résultats montrent que :

- Les concentrations en phosphore sont nettement problématiques (lors des trois années où ce paramètre a été étudié). D'ailleurs, malgré la période tardive de l'échantillonnage de 2004, ce ruisseau affiche une concentration en phosphore qui excède de plus de deux fois le seuil de tolérance fixé pour la protéger de la vie aquatique.
- Ce ruisseau apparaît également comme une source de matières en suspension pour le lac Lovering (les concentrations observées durant les trois années excèdent le seuil de tolérance).
- En 2005, les apports de coliformes fécaux ont été problématiques, surtout lors de la période sèche.

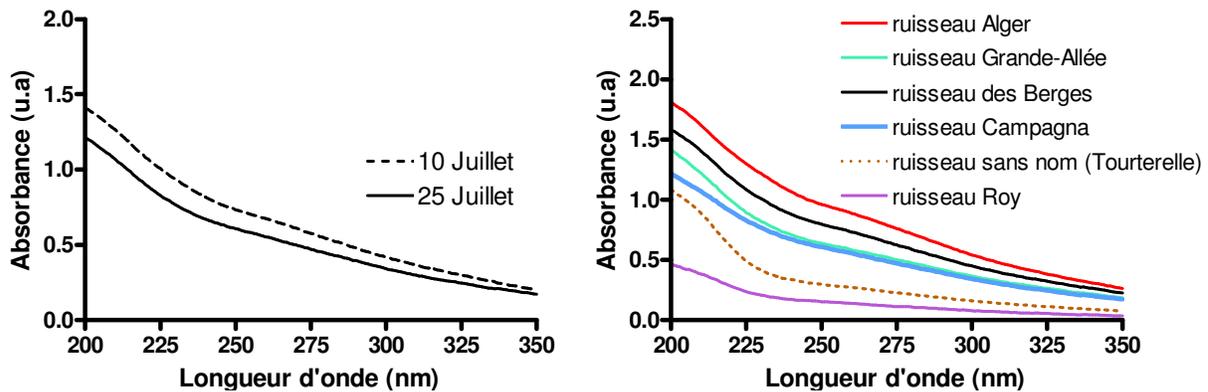
Tableau 16 : Synthèse des résultats physico-chimiques de l'état du ruisseau Campagna

(Source : RAPPEL, 2002 et Natur'eau-lac, 2004)

	2000 RAPPEL (moyenne)	2001 RAPPEL (moyenne)	2004 Natur'eau-lac (moyenne)	2005 RAPPEL		
				10 juillet (temps pluie)	25 juillet (temps sec)	Moyenne
Phosphore total (µg/l)	45,3	46,0	56,0	-	-	-
MES (mg/l)	-	12,8	13		6	6
CF (UFC/100 ml)	-	-	-	470	1200	835

La figure 17 présente les spectres UV du ruisseau Campagna lors des deux campagnes et pour comparaison, tous les spectres des ruisseaux lors de la campagne du 25 juillet. On constate que le ruisseau Campagna présente de fortes absorbances, dues notamment à des matières organiques principalement d'origine naturelle. On peut également noter la présence de nitrates, autres nutriments qui, couplés avec les fortes valeurs de phosphore et de coliformes fécaux, conduisent à suspecter une contamination diffuse par des rejets domestiques (fosses septiques non conformes, par exemple) ou agricoles (déjections animales). Par temps de pluie, on observe un léger décalage du spectre vers de plus fortes absorbances, ce qui signifie qu'il y a un léger apport de MES.

Figure 17 : Spectres ultraviolets du ruisseau Campagna et des autres tributaires



Commentaires notés par Natur'eau-lac en 2004 :

- Le bétail a accès à certaines portions du cours d'eau.
- Le drainage agricole est important.

Commentaires notés par l'OEDD en 2005 :

Une étude complémentaire réalisée par l'Observatoire de l'Environnement et du Développement durable (OEDD), le 14 juillet 2005, sur les branches est et ouest du ruisseau Campagna a montré que l'amont de la branche ouest présente une très forte absorbance (proche de 2.0 u.a. à 250 nm) traduisant une présence très importante de matières organiques (carbone organique total estimé = 55 mg/l contre 15 mg/l à l'embouchure du ruisseau Campagna). Par ailleurs, la couleur de l'eau était très brune avec présence d'irisations dues à des hydrocarbures dont l'origine reste à déterminer (Thomas, 2006).

En résumé, le ruisseau Campagna constitue l'une des principales portes d'entrée de polluants (nutriments, sédiments et pathogènes) pour le lac Lovering. Il est recommandé de suivre de près la qualité de ce cours d'eau au cours des années à venir.

Les concentrations élevées de phosphore, d'azote et de coliformes fécaux semblent notamment être attribuables à des épandages agricoles. De plus, l'accessibilité du bétail au cours d'eau notée par Natur'eau-lac peut engendrer de l'érosion ainsi qu'une contamination fécale.

Il importe donc de rechercher précisément et de réduire les causes de dégradation en amont de ce ruisseau.

5.5 État du ruisseau sans nom (chemin Tourterelle)

Le tableau 17 présente les résultats physico-chimiques de l'état du ruisseau sans nom situé près du chemin Tourterelle. Ce tableau montre que :

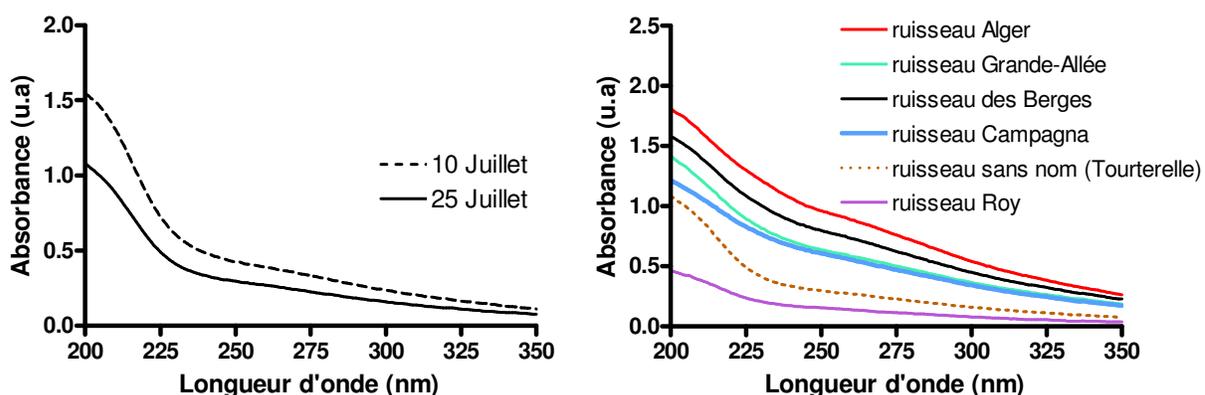
- Les eaux semblent de bonne qualité du point de vue du phosphore. Cependant, il ne faut pas oublier qu'une sous-évaluation de ce paramètre a eu lieu en 2004 en raison de la date d'échantillonnage.
- Ce tributaire apporte au lac des quantités importantes et néfastes de MES. En fait, la concentration mesurée en 2005 excède nettement le seuil de tolérance fixé.
- Les coliformes fécaux sont également problématiques. Une contamination d'origine fécale, par exemple causée par un épandage de fumier ou un rejet d'eaux usées, semble avoir eu lieu avant le 10 juillet 2005.

Tableau 17 : Synthèse des résultats physico-chimiques du ruisseau sans nom (chemin Tourterelle)
(Source : Natur'eau-lac, 2004)

	2004 Natur'eau-lac (moyenne)	2005 RAPPEL		
		10 juillet (temps pluie)	25 juillet (temps sec)	Moyenne
Phosphore total (µg/l)	13	-	-	-
MES (mg/l)	9		6	6
CF (UFC/100 ml)	-	2000	58	1029

La figure 18 présente les spectres UV du ruisseau sans nom lors des deux campagnes et pour comparaison, tous les spectres des ruisseaux lors de la campagne du 25 juillet. On constate que ce ruisseau sans nom présente une allure caractéristique des eaux peu chargées en matières organiques, mais contenant des nitrates, en concentration significative, qui, couplés avec les fortes valeurs de coliformes fécaux par temps de pluie, conduisent à suspecter une contamination diffuse par des rejets domestiques (fosses septiques non conformes, par exemple) ou agricoles (déjections animales). Par temps de pluie, on observe un léger décalage du spectre vers les fortes absorbances, ce qui signifie qu'il y a un léger apport de MES.

Figure 18 : Spectres ultraviolets du ruisseau sans nom (rue Tourterelle) et des autres tributaires



Commentaires notés par Natur'eau-lac en 2004 :

- Il n'y a aucun signe d'érosion sur les rives du tributaire.
- Une bande riveraine de un mètre de large est présente.
- Une clôture est présente pour empêcher l'accès du bétail au cours d'eau.

En résumé, ce ruisseau constitue une source de nitrates, de sédiments et de pathogènes. À l'heure actuelle, les données ne nous permettent pas de déterminer s'il y a également une problématique de phosphore. Nous recommandons donc d'analyser ce paramètre (au printemps et à l'été) d'autant plus que des activités agricoles sont présentes dans son bassin.

Il est à noter que ce ruisseau apparaît moins problématique que le ruisseau Campagna, lui aussi situé en milieu agricole. En fait, le ruisseau sans nom possède une petite bande riveraine ainsi qu'une clôture, ce qui réduit les risques de pollution agricole.

5.6 État du ruisseau Roy

Le tableau 18 présente les résultats physico-chimiques de l'état du ruisseau Roy. Ces résultats montrent que :

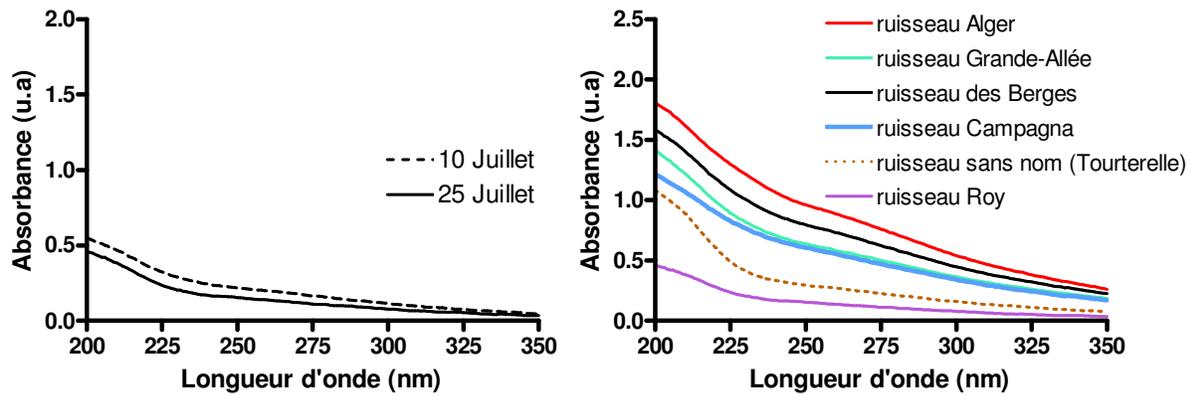
- Les eaux semblent de bonne qualité du point de vue du phosphore. Cependant, tout comme pour le ruisseau sans nom (rue Tourterelle), les valeurs ont pu être sous estimées en raison de la date d'échantillonnage.
- Ce tributaire apporte au lac des quantités de MES qui surpassent légèrement le seuil de tolérance fixé.
- Durant les deux périodes d'échantillonnage, les coliformes fécaux ont dépassé le critère de qualité pour la baignade. Cependant, il ne s'agit pas d'une contamination fécale majeure.

Tableau 18 : Synthèse des résultats physico-chimiques du ruisseau Roy
(Source : Natur'eau-lac, 2004)

	2004 Natur'eau-lac (moyenne)	2005 RAPPEL		
		10 juillet (temps pluie)	25 juillet (temps sec)	Moyenne
Phosphore total (µg/l)	10,0	-	-	-
MES (mg/l)	14,5		8	8
CF (UFC/100 ml)	-	280	173	227

La figure 19 présente les spectres UV du ruisseau Roy lors des deux campagnes et pour comparaison, tous les spectres des ruisseaux lors de la campagne du 25 juillet. On constate que le ruisseau Roy présente les plus faibles absorbances, caractéristiques d'une eau peu chargée en matières organiques mais contenant des nitrates, en concentration faible. Par temps de pluie, on observe un très léger décalage du spectre vers des absorbances plus fortes, ce qui signifie qu'il y a un très léger apport de MES.

Figure 19 : Spectres ultraviolets du ruisseau Roy et des autres tributaires



Commentaires notés par Natur'eau-lac en 2004 :

- Ce ruisseau constitue le site de frai pour l'éperlan arc-en-ciel.
- De nombreux embâcles naturels et artificiels sont présents et peuvent causer de l'érosion.
- Un faible drainage agricole est présent.
- Les rives près de l'embouchure sont fortement érodées (affaissement des talus).

En résumé, le ruisseau Roy, n'apparaît pas l'un des tributaires les plus problématiques du lac Lovering. Cependant, sa qualité est douteuse au niveau des nitrates, des MES et des coliformes en suspension. Il est malgré tout essentiel de rechercher et de réduire les causes précises d'érosion et de contamination fécale dans son bassin, surtout compte tenu du rôle écologique de ce ruisseau.

Les données ne nous permettent pas de déterminer s'il y a également une problématique de phosphore. Nous recommandons donc d'analyser ce paramètre dans les années à venir.

5.7 Bilan

De ce chapitre, il ressort que l'ensemble des tributaires étudiés apparaissent problématiques pour l'un ou l'autre des paramètres physico-chimiques.

Les apports de phosphore se font notamment via :

- Ruisseau Campagna
- Ruisseau des Berges
- Ruisseau Grande Allée
- Ruisseau Alger

Les apports de MES se font notamment via :

- Ruisseau Roy
- Ruisseau Campagna
- Ruisseau Grande Allée
- Ruisseau des Berges
- Ruisseau sans nom (rue Tourterelle)

N.B. Lors de l'inventaire du littoral et de la rive, les biologistes ont noté que les eaux à l'embouchure des ruisseaux D et E ainsi qu'à l'embouchure du canal de drainage situé à la section 63 étaient particulièrement troubles. Ces observations peuvent indiquer une teneur élevée en MES. Il conviendrait donc d'effectuer des analyses de caractérisation plus poussées à ce sujet.

Les apports majeurs de coliformes fécaux se font notamment via :

- Ruisseau sans nom (rue Tourterelle)
- Ruisseau Campagna

En conclusion, la caractérisation des tributaires montre que la principale problématique est la présence de nutriments. Il est donc important d'identifier les sources diffuses ou ponctuelles pouvant être à l'origine de ces concentrations de phosphore et de nitrates. Les nombreuses activités agricoles et résidentielles dans le bassin versant (voir section 2.1.3) semblent être à l'origine d'importants apports de phosphore.

La présence de matières en suspension et de coliformes fécaux sont également des problématiques à considérer.

Nous vous invitons à vous référer à l'*annexe 8 : Pistes de solutions générales pour améliorer l'état de santé d'un lac* pour connaître des mesures correctrices à mettre en œuvre afin d'améliorer la qualité de l'eau des tributaires du lac.

Chapitre 6 : Sédiments du littoral

La présente étude de l'envasement est basée à la fois sur le type de sédiment (substrat) dominant ainsi que sur l'épaisseur des sédiments meubles (particules fines). Veuillez vous référer à la section 1.2 *Paramètres étudiés* pour plus de détails.

Il existe différents types de sédiments (voir tableau 19) qui composent le fond d'un lac. Ces substrats servent d'habitat pour la faune et la flore du lac. Chaque type joue un rôle au sein de l'écosystème aquatique et, par conséquent une grande diversité de fond est essentielle à la pérennité de l'écosystème. Or, une accumulation de particules fines (mélange de matières organiques fines et de particules minérales fines) sur le littoral perturbe l'habitat aquatique. L'accumulation de ces particules fines provient de la **décomposition des organismes vivants** ou bien de **l'érosion des sols du bassin versant**.

D'une part, lorsque les végétaux et les animaux meurent, ceux-ci se déposent dans le fond et sont progressivement décomposés en matières organiques fines formant ainsi des sédiments fins. Donc, plus un lac est riche en algues et en plantes aquatiques, plus d'organismes morts s'amasseront dans le fond à la fin de chaque saison de croissance et plus l'accumulation sédimentaire y sera abondante.

D'autre part, lorsque les sols sont mis à nu, l'action érosive des gouttelettes de pluie arrache de nombreuses particules fines qu'elle transporte jusqu'au lac via les fossés et les cours d'eau, augmentant ainsi le comblement du lac. Donc, plus les sols du bassin versant sont privés de leur végétation naturelle, plus ces sols deviennent vulnérables à l'érosion, et plus leur terre est entraînée vers les plans d'eau.

Il est à noter qu'il se crée normalement un équilibre entre les apports allochtones (externes au lac) de sédiments et la dégradation de ces sédiments par les micro-organismes d'un lac. Ainsi, de façon naturelle, presque tous les sédiments qui arrivent au lac sont dégradés et recyclés, il n'y a alors pratiquement pas d'accumulation sédimentaire (Carignan, 2003). Cependant, lorsque les intrants surpassent la quantité décomposée, par exemple lorsque les sols du bassin versant s'érodent excessivement, les sédiments s'amoncellent les uns par-dessus les autres (envasement du fond).

Tableau 19 : Différents types de sédiments (substrats)
(Adapté de CRJC, 2003)

<p>Origine minérale Résultat de l'érosion des sols</p>	<p>Origine organique Résultat de la décomposition des organismes</p>	
<p>SUBSTRATS GROSSIERS</p> <p>Blocs (roches) : plus de 20 cm de diamètre Galets (caillou) : diamètre entre 2 et 20 cm Graviers : diamètre entre 0,2 et 2 cm Sables : diamètre entre 0,05 et 2 mm</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transportés seulement par courants forts. • Servent de frayères aux truites, touladi, ombles, dorés, achigans, etc. • Abrisent certains animaux dont les écrevisses. 	<p>DÉBRIS VÉGÉTAUX</p> <p>Feuilles (plantes aquatiques et terrestres) Branches et morceaux d'écorce Autres débris végétaux</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sont éventuellement décomposés en matières organiques fines. • Offrent un habitat pour certains animaux dont les vers et les insectes. • Servent de nourriture pour les animaux décomposeurs. 	<p>Éléments grossiers</p> <p>Ne favorisent pas l'implantation des plantes aquatiques.</p>
<p>PARTICULES MINÉRALES FINES</p> <p>Argiles et limons (silt) : diamètre inférieur à 0,05 mm</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sont facilement transportés par les courants et peuvent demeurer longtemps en suspension dans l'eau (MES). • Abrisent les vers et les bactéries. • Servent de frayères aux barbottes et aux meuniers, mais peuvent colmater les frayères des truites, touladi, ombles, dorés, achigans, etc. 	<p>MATIÈRES ORGANIQUES FINES</p> <p>Petites particules organiques résultant de la décomposition des organismes vivants</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sont facilement transportées par les courants et peuvent demeurer longtemps en suspension dans l'eau (MES). • Abrisent les vers et les bactéries. • Servent de frayères aux barbottes et aux meuniers, mais peuvent colmater les frayères des truites, touladi, ombles, dorés, achigans, etc. 	<p>Particules fines</p> <p>Sont propices à l'implantation et à la croissance des plantes aquatiques.</p>

Dans le cadre de notre inventaire, les catégories de substrats sont :

- Roc (roche mère)
- Blocs
- Galets
- Graviers grossiers (plus de 1 cm)
- Graviers fins (moins 1 cm)
- Sables
- Particules fines (particules minérales fines + matières organiques fines)
- Débris végétaux

6.1 Types de substrats

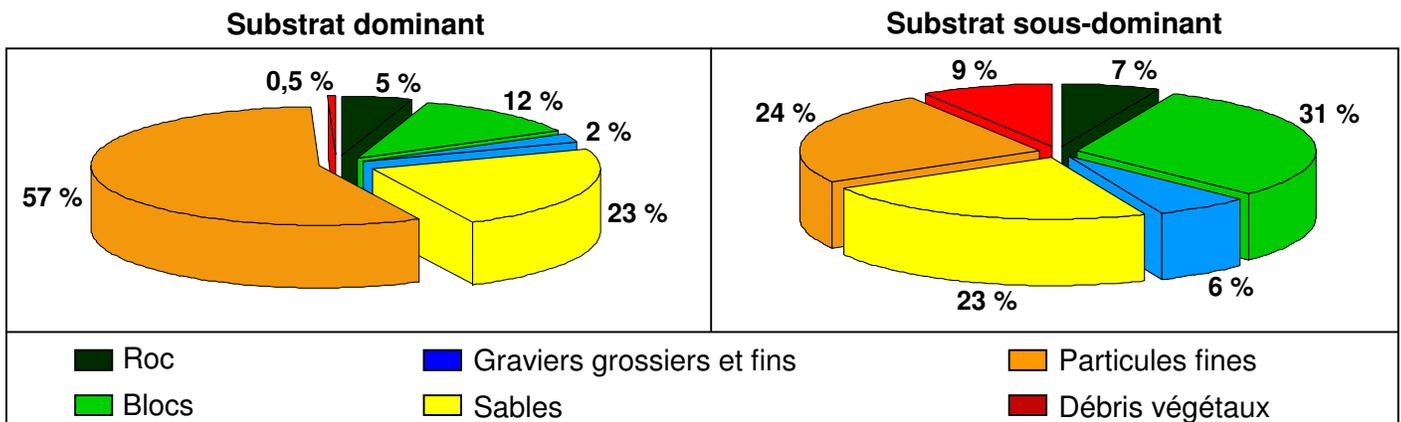
Le tableau 20 présente l'abondance des différents types de substrats dominants et sous-dominants pour chacune des trois profondeurs étudiées dans la zone littorale du lac Lovering. D'autre part, la figure 20 présente l'abondance globale (toute profondeur confondue). Ces données montrent que :

- De façon générale, la taille des particules diminue avec profondeur des transects, ce qui est tout à fait normal compte tenu que le brassage régulier des eaux et le ressac entraînent les particules fines vers les zones plus profondes.
- Les particules fines constituent le principal type de substrat, et ce pour chacune des trois profondeurs inventoriées. Globalement, ces particules constituent le substrat dominant ou sous-dominant dans les trois quarts des transects.
- Les sables sont également très présents. Ils sont recensés à titre le substrat dominant ou sous-dominant dans près de la moitié des transects.
- Les blocs sont également importants surtout à titre de substrat sous-dominant, mais les graviers et le roc sont plutôt rares.
- La majorité des transects dominés par les graviers et les blocs sont en train de subir un envasement (les particules fines constituent le substrat sous-dominant).
- Les débris végétaux ne dominent pratiquement jamais le fond, mais sont quelquefois recensés à titre de substrat sous-dominant.

Tableau 20 : Abondance des différents types de substrats pour chaque profondeur inventoriée

		Roc	Blocs	Graviers	Sables	Particules fines	Débris végétaux
Substrat dominant	1 m	1 %	18 %	4 %	32 %	43 %	1 %
	2 m	4 %	11 %	1 %	19 %	64 %	0 %
	3 m	9 %	7 %	1 %	19 %	63 %	0 %
Substrat sous-dominant	1 m	2 %	29 %	14 %	25 %	22 %	7 %
	2 m	7 %	31 %	3 %	25 %	24 %	9 %
	3 m	10 %	31 %	1 %	19 %	27 %	10 %

Figure 20 : Abondance globale des différents types de substrats



La figure 21 illustre le type de substrat dominant dans chacun des transects étudiés. On constate que les sites de reproduction de certaines espèces de poissons sont rares et de petites dimensions. D'ailleurs, ces sites sont principalement localisés dans les zones naturellement les moins propices à l'envasement compte tenu de leur pente abrupte et de leur exposition aux courants aquatiques (voir section 2.2 *Caractéristiques morphologiques du lac*). En plus d'être rares, ces sites montrent des signes d'envasement, donc de dégradation. En effet, des particules fines sont en train de s'accumuler en périphérie de ces sites, réduisant ainsi leur qualité. Les particules fines constituent d'ailleurs le substrat sous-dominant dans une grande partie des zones rocheuses.

Les principales zones **rocheuses** sont situées (propices à la reproduction du touladi) :

- Sur les pointes situées au centre-ouest du lac (au sud de l'île de la conservation);
- Au sud du ruisseau A;
- À l'est des deux grandes îles;
- Dans la zone tout au nord du lac (au niveau de 1 m de profond).

D'autre part, les zones de **graviers** sont encore plus rares. La principale est située (propice au frai de plusieurs espèces de truite) :

- Près de l'embouchure des ruisseaux Campagna et sans nom (rue Tourterelle).

D'un autre côté, l'abondance de **sables** et de **particules fines** est propice à d'autres espèces de poissons dites tolérantes. D'ailleurs, lors de la réalisation de l'inventaire du littoral et de la rive, de nombreux crapets soleil, crapets des roches, barbottes et perchaudes ont été aperçus.

Finalement, les **débris végétaux** retrouvés à plusieurs endroits, à titre de substrat dominant font partie de l'habitat de nombreux organismes vivants dont certains poissons et mollusques, plusieurs insectes et vers.

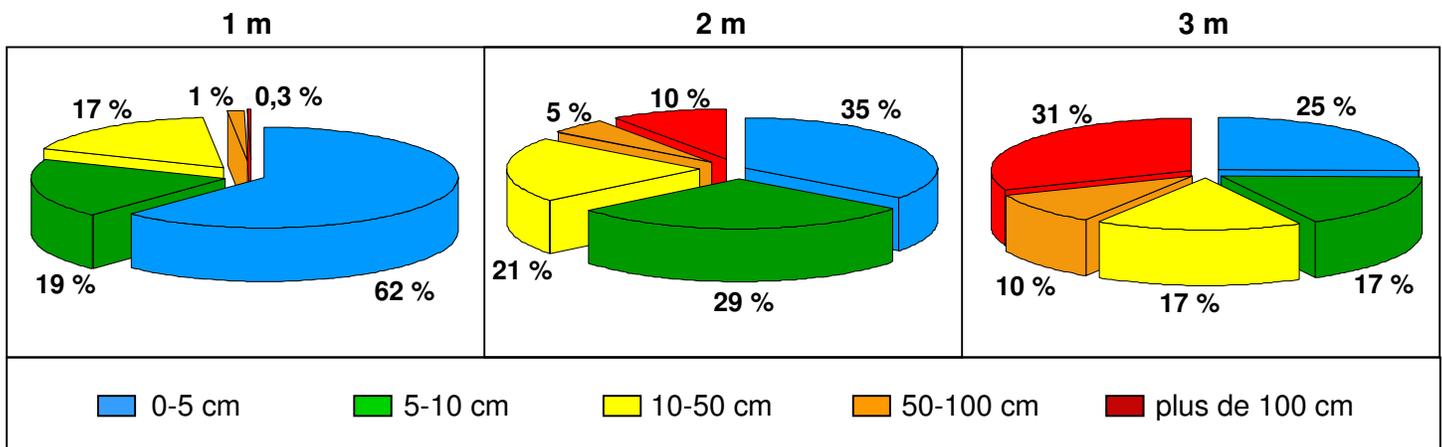
6.2 Épaisseur des sédiments meubles

L'épaisseur de l'accumulation des sédiments meubles (sables et particules fines) fournit des indications sur les pressions anthropiques subies par le plan d'eau. Une forte accumulation sédimentaire récente montre que les apports par l'érosion des sols du bassin versant et l'eutrophisation du milieu excèdent ce que le lac peut supporter. À titre indicatif, l'accumulation naturelle est pratiquement nulle d'une année à l'autre sur le littoral et elle varie autour d'à peine un cm par année à la fosse d'un lac, et ce, sans tenir compte de la compaction normale des sédiments (Carignan, 2003). Ainsi, voir les sédiments s'accumuler sur le littoral au cours d'une vie humaine est signe de dégradation.

La figure 22 montre l'accumulation sédimentaire présente pour chacune des trois profondeurs étudiées dans la zone littorale du lac Lovering. Il s'agit du pourcentage des mesures d'épaisseur prises qui appartiennent à chacune des cinq différentes classes. Les faits saillants qui se dégagent de cette figure sont les suivants :

- L'accumulation sédimentaire augmente avec la profondeur des transects, ce qui est tout à fait normal puisque que le brassage régulier des eaux et le ressac entraînent les particules fines vers les zones plus profondes.
- L'épaisseur sédimentaire moyenne **globale** (toute profondeur confondue) est évaluée à 40 cm, ce qui est élevé pour une zone littorale.
 - Une grande portion présente peu de sédiments : 63 % des mesures d'épaisseur sédimentaire sont inférieures à 10 cm et 41 % d'entre elles sont inférieures à 5 cm.
 - Certaines zones présentent une très forte accumulation de sédiments et font augmenter la valeur moyenne. 14 % du littoral possède plus d'un mètre de sédiments fins et 4 % en possède plus de trois mètres d'épais.
- La zone de **1 m** présente une faible accumulation sédimentaire : la moyenne est évaluée à 8 cm et 62 % des mesures sont comprises entre 0 et 5 cm.
- L'épaisseur sédimentaire moyenne de la zone de **2 m** est estimée à 30 cm. 64 % des mesures sont inférieures à 10 cm, mais 10 % d'entre elles excèdent un mètre d'épais.
- La zone de **3 m** constitue la zone la plus envasée du littoral : 31 % des mesures d'épaisseur des sédiments excèdent un mètre et l'épaisseur sédimentaire moyenne est évaluée à 83 cm.

Figure 22 : Épaisseur des sédiments pour chaque profondeur inventoriée



La figure 23 illustre l'épaisseur médiane des sédiments pour chaque transect étudié. Des signes de dégradation sont donc visibles à certains endroits spécifiques du lac. D'importants deltas de sédimentation sont présents :

- Dans la portion centre-est du lac, près des ruisseaux Campagna, sans nom (chemin Tourterelle) et B;
- À l'embouchure du ruisseau Alger;
- À l'embouchure du ruisseau Roy et dans la baie au sud de ce tributaire;
- À l'embouchure du ruisseau Grande Allée;
- À l'embouchure du ruisseau des Berges.

Il faut comprendre qu'il est normal d'observer un certain delta de sédiments à l'embouchure d'un tributaire. Cependant, les sédiments qui sont accumulés dans les zones mentionnées précédemment sont forcément attribuables à des causes humaines compte tenu de leur abondance. À cet effet, toutes les activités humaines qui mettent à nu le sol, les rives ou bien les fossés (telles certaines pratiques forestières, agricoles, riveraines, municipales et certaines méthodes de construction) sont susceptibles d'engendrer de l'érosion et donc des sédiments dans le lac. D'ailleurs, plus la pente du sol, de la rive ou du fossé est abrupte, plus les risques d'érosion sont élevés.

D'autre part, il est à noter que plusieurs affluents du lac semblent apporter, d'années en années, des quantités importantes de matières en suspension qui se déposent dans les zones propices. D'ailleurs, l'analyse des tributaires a montré que les ruisseaux Roy, Campagna, Grande Allée, des Berges et sans nom (rue Tourterelle) apportent des quantités anormales de particules de sol. De plus, les ruisseaux Alger, C et D transportent des eaux potentiellement chargées en MES puisque particulièrement troubles selon les observations des biologistes en charge de l'inventaire du littoral et de la rive.

Chapitre 7 : Plantes aquatiques du littoral (macrophytes)

L'envahissement par les plantes aquatiques est évalué en intégrant les résultats concernant la densité et la biodiversité des espèces aquatiques ainsi que la distribution des espèces considérées envahissantes.

Rappelons que les plantes aquatiques sont essentielles à la santé de l'écosystème aquatique. Il est tout à fait normal et nécessaire d'avoir des plantes aquatiques dans son lac, car elles sont indispensables à l'alimentation, à l'habitat et à la reproduction de nombreuses espèces de poissons.

Cependant, comme pour la santé humaine, tout est question de quantité et de qualité. Ainsi, une forte densité de certaines plantes aquatiques révèle des apports excessifs en nutriments qui eutrophisent prématurément le lac. Différentes activités dans le bassin versant contribuent à cette dégradation, notamment, les épandages d'engrais et de fumier à proximité du plan d'eau, les rejets des installations septiques domestiques, commerciales ou municipales non conformes, l'artificialisation des rives ainsi que les coupes forestières excessives.

Les plantes aquatiques constituent donc des indicateurs biologiques de l'état de santé d'un plan d'eau. La densité et diversité des espèces varient en fonction du niveau trophique (voir tableau 21).

Tableau 21 : Densité et diversité des plantes aquatiques en fonction du niveau trophique

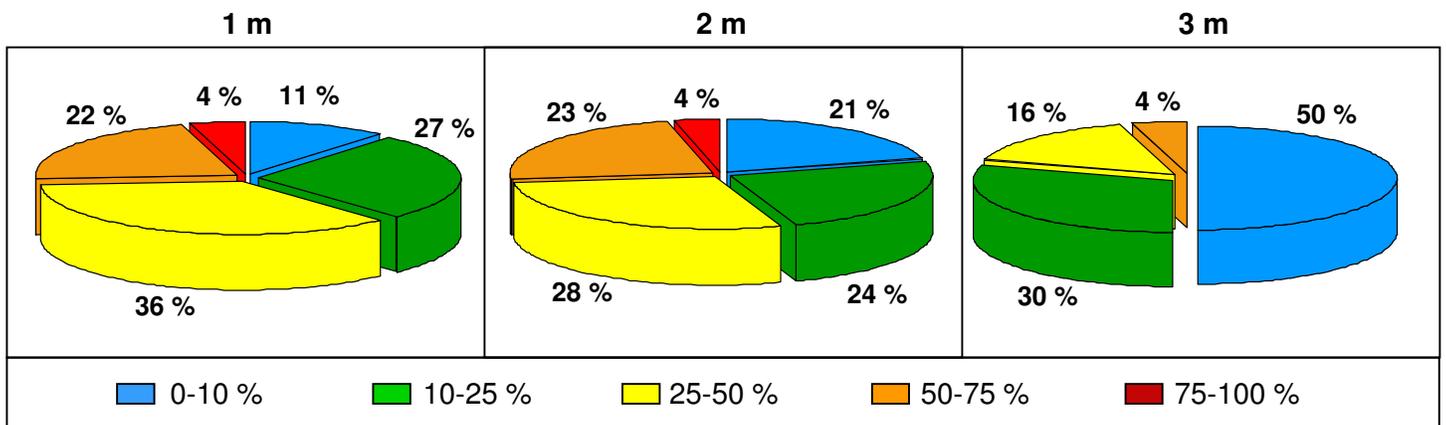
	Densité des herbiers	Diversité des espèces
Ultra-oligotrophe	Herbiers très peu denses et dispersés dans certaines zones	Modérée à élevée
Oligotrophe	Herbiers peu denses et très dispersés	Élevée
Oligo-mésotrophe	Herbiers de densité modérée	Très élevée
Mésotrophe	Herbiers de densité intermédiaire	Modérée
Eutrophe	Herbiers très denses et très étendus	Faible
Ultra-eutrophe	Herbiers très denses et étendus à l'ensemble du littoral du lac	Très faible

7.1 Densité des herbiers

La densité des herbiers a été évaluée par le pourcentage de recouvrement occupé par les plantes aquatiques, c'est-à-dire par le pourcentage de la superficie du littoral occupé par l'ensemble de ces plantes sans distinction faite par rapport aux espèces. La figure 24 présente ce pourcentage pour chaque profondeur étudiée. On note des caractéristiques typiques des lacs mésotrophes :

- Le recouvrement moyen est évalué à 25-50 % (toutes profondeurs confondues).
 - 27 % de transects présentent peu de plantes (recouvrement inférieur à 10 %).
 - 19 % des transects présentent un recouvrement élevé (supérieur à 50 %). De plus, 3 % des transects sont couverts à plus de 75 %.
- Les zones de **1 m** et **2 m** sont assez envahies par les plantes aquatiques : le recouvrement moyen est évalué à 25-50 % et plus du quart des transects possèdent un recouvrement supérieur à 50 %.
- La zone de **3 m** modérément envahie par les plantes aquatiques : le recouvrement moyen est évalué à 10-25 % et la moitié des transects possèdent un recouvrement inférieur à 10 %.
- Seulement 3 transects (1 %) ne comportent aucune plante.

Figure 24 : Recouvrement (%) occupé par les plantes aquatiques pour chaque profondeur inventoriée



La figure 25 illustre le pourcentage observé dans chacun des transects étudiés. Cette carte montre que les principaux herbiers sont situés :

- À l'embouchure du ruisseau Alger ;
- Sur le côté ouest de la baie au nord du lac (embouchure du ruisseau Grande Allée);
- À l'embouchure du ruisseau des Berges;
- À l'embouchure du ruisseau A;
- À proximité de l'île de la conservation;
- Au niveau des transects 55 à 57;
- Sur la portion centre-est du lac (embouchure des ruisseaux Campagna, chemin Tourterelle et B).

De façon générale, ces régions correspondent aux zones considérées naturellement propices au développement des plantes aquatiques (cf. chapitre 2) ainsi qu'aux régions où la sédimentation a été identifiée comme importante (cf. chapitre 6). Cependant, les causes de prolifération sont les apports nutritifs en provenance de diverses activités humaines. D'ailleurs, l'analyse des tributaires a montré que les ruisseaux Campagna, des Berges, Grande Allée et Alger apportent des quantités anormales de phosphore.

7.2 Diversité des espèces

L'inventaire a recensé près d'une trentaine d'espèces de plantes aquatiques différentes. En comparaison avec une cinquantaine d'autres lacs de la région, le lac Lovering contient un grand nombre d'espèces différentes (RAPPEL, 2004). Cette grande diversité, appréciable pour la faune aquatique, s'explique par la grandeur du lac combinée à la diversité des habitats qu'il offre. Pour une description de chacune de ces espèces, veuillez vous référer à l'*annexe 6 : Description des espèces de plantes aquatiques recensées*.

7.2.1 Abondance relative des espèces

Le tableau 22 présente la dominance des différentes espèces recensées dans les transects étudiés (toute profondeur confondue). Ce tableau affiche également le niveau trophique généralement associé à chacune de ces espèces. La figure 26 présente l'abondance des principales espèces en fonction de la profondeur des transects. Ces données conduisent aux observations suivantes :

- Des espèces bio-indicatrices de différents niveaux trophiques ont été recensées. Cependant, les espèces les plus abondantes sont typiques des eaux **mésotrophes à eutrophes**.
- La principale espèce du lac Lovering est la **vallisnérie américaine**. Cette espèce domine largement toutes autres espèces, et ce, à chacune des trois profondeurs inventoriées. Il s'agit d'ailleurs de l'espèce la plus abondante au Québec. Dans la majorité des transects du lac Lovering, cette espèce, de taille moyenne, occupe un recouvrement inférieur à 25 %. Cependant, dans 13 transects, celle-ci occupe un recouvrement supérieur à 50 %.
- Le **myriophylle à épi**, une espèce reconnue envahissante (voir section 7.2.2), constitue la deuxième espèce en importance. Cette grande plante est fréquente au niveau des transects de 2 m et de 3 m. Cependant, dans la majorité des transects, cette espèce occupe un recouvrement inférieur à 10 %.
- Le **potamot à larges feuilles** est également une espèce importante du lac Lovering, surtout au niveau de la zone de 2 m et de 3 m. Dans la majorité des transects étudiés, cette grande plante occupe un recouvrement inférieur à 10 % et dans la quasi-totalité de ceux-ci, un recouvrement inférieur à 25 %.
- Au niveau de la zone de 1 m, le **naïas souple** figure parmi les principales espèces. Cette petite plante occupe généralement un recouvrement inférieur à 10 %.
- La majorité des espèces présentes sont, en fait, très peu abondantes.

D'autre part, la figure 27 affiche l'espèce de plante aquatique qui domine chacun des transects étudiés. On remarque que :

- La vallisnérie américaine est distribuée sur l'ensemble du lac.
- Le myriophylle à épi constitue l'espèce dominante surtout sur le côté est du lac.
- Les principales espèces considérées bio-indicatrices des eaux oligotrophes, tels l'ériocaulon septangulaire, la sagittaire graminioïde, l'isoète à spores épineuses et le myriophylle grêle, ne sont dominantes que dans une faible proportion des transects.

Tableau 22 : Dominance des espèces de plantes aquatiques (toute profondeur confondue)
(Source niveau trophique : Meunier, 1980 et Fleurbec, 1987)

Espèces	Pourcentage de transect (%)				Niveau trophique
	Dom. 1	Dom. 2	Dom. 3	Total	
Vallisnérie américaine	52	20	7	79	M / E
Myriophylle à épi	13	13	15	42	M / E
Potamot à larges feuilles	10	16	10	36	M / E
Naïas souple	6	10	8	25	M / E
Algues <i>Chara</i> et <i>Nitella</i>	5	7	4	17	M / E
Ériocaulon septangulaire	3	3	2	8	O
Hétéranthère litigieuse et potamot zostériforme	2	5	7	14	M / E
Isoète à spores épineuses	2	3	4	9	O / M
Sagittaire graminoïde	1	1	2	5	O
Élodée du Canada	1	7	12	20	M / E
Élodée de Nuttall	0,5	1	3	4	ND
Myriophylle grêle	0,5	0,5	1	2	O
Potamot graminoïde	0,2	3	6	9	M
Potamot de Robbins	0,2	1	1	2	M / E
Potamot feuillé et nain	0,5	1	4	6	M / E
Nymphaea sp.	0,2	0	1	1	M / E
Potamot émergé	0,2	0	1	1	M
Potamots de Richardson, à longs pédoncules et perfolié	0,2	0	0,5	1	ND
Myriophylle à fleurs alternes	0	1	2	3	M / E
Lobélie de Dortmann	0	1	0	1	O
Potamot crispé	0	0,2	0	1	E
Rubanier sp.	0	0,2	0	0	ND
Potamot spirillé	0	0	1	1	ND
Bident de Beck	0	0	0	0	M / E
Aucune plante aquatique	1	4	5	10	-

O : Oligotrophe
M : Mésotrophe
E : Eutrophe
ND : Non déterminé

7.2.2 Espèces envahissantes

Certaines plantes aquatiques sont considérées envahissantes puisqu'elles possèdent la capacité de se reproduire rapidement, d'étendre leur distribution facilement et de déloger les autres espèces. Elles sont reconnues pour être un frein à la biodiversité d'un milieu (Haury *et al*, 2000) et leur présence peut être problématique pour l'écosystème (White *et al*, 1993). Au Québec, les plus connues sont le myriophylle à épi, le potamot à larges feuilles, le potamot crispé ainsi que l'élodée du Canada (Carignan, 2004). Ces quatre espèces sont présentes au lac Lovering, mais seuls le myriophylle à épi, le potamot à larges feuilles et l'élodée du Canada s'avèrent problématiques.

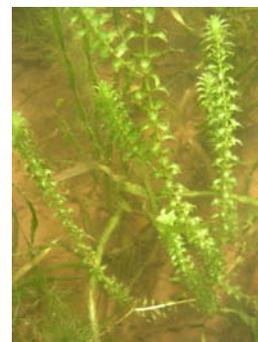
Ces plantes aquatiques deviennent envahissantes et problématiques dans certaines conditions. En effet, elles se multiplient de façon anormale lorsqu'il y a **fertilisation du milieu** par des apports en éléments nutritifs et qu'il y a **réchauffement des eaux peu profondes** par le déboisement des rives. C'est pourquoi, ces espèces sont plus abondantes dans les secteurs fortement artificialisés du lac ainsi qu'à l'embouchure des ruisseaux considérés problématiques (voir chapitres 3 et 5).

La figure 28 présente la distribution du **myriophylle à épi** (*M. spicatum*) dans zone littorale du lac. Le myriophylle à épi est une espèce fréquente au lac Lovering (deuxième plus abondante). Or, cette espèce introduite d'Europe est reconnue, par Environnement Canada, problématique pour plusieurs plans d'eau de notre pays (Ministère de l'environnement Canada, 2003). Le myriophylle à épi est présent à titre d'espèce dominante 1, 2 ou 3 dans près de la moitié du littoral (167 transects). On le retrouve dans toute la zone littorale du lac, surtout au niveau des profondeurs de 2 m et 3 m. Ces plus denses peuplements sont situés :

- à l'embouchure du ruisseau Alger
- à proximité de l'île de la conservation
- à l'embouchure du ruisseau des Berges
- près des deux grandes îles
- à l'exutoire du lac (décharge)



La figure 29 présente la distribution du **potamot à larges feuilles** dans la zone littorale du lac Lovering. Quoiqu'un peu moins abondant que le myriophylle à épi, le potamot à larges feuilles est également une espèce fréquente dans l'ensemble du littoral du lac. Cette espèce s'installe davantage dans les profondeurs de 2m et de 3 m où elle croît jusqu'en surface. Le potamot à larges feuilles domine (à titre d'espèce dominante 1, 2 ou 3) plus du tiers du littoral (144 transects). Le seul herbier problématique est situé à l'embouchure du ruisseau A.



La figure 30 présente la distribution de l'**élodée du Canada** dans la zone littorale du lac. Moins problématique au lac Lovering que les deux espèces précédentes, l'élodée du Canada domine (à titre d'espèce dominante 1, 2 ou 3) environ 20 % du littoral (82 transects). Elle est présente un peu partout dans le littoral à toutes les profondeurs. L'herbier le plus dense est situé au sud-ouest de la baie au nord du lac (près de l'embouchure du ruisseau Grande Allée).

Les seules mesures qui s'avèrent efficaces pour limiter l'envahissement du plan d'eau par ces plantes demeurent la conservation et la restauration de la bande riveraine ainsi que la réduction des entrées de nutriments dans le lac (voir *annexe 8*).



Chapitre 8 : Algues sur le fond du littoral (périphyton)

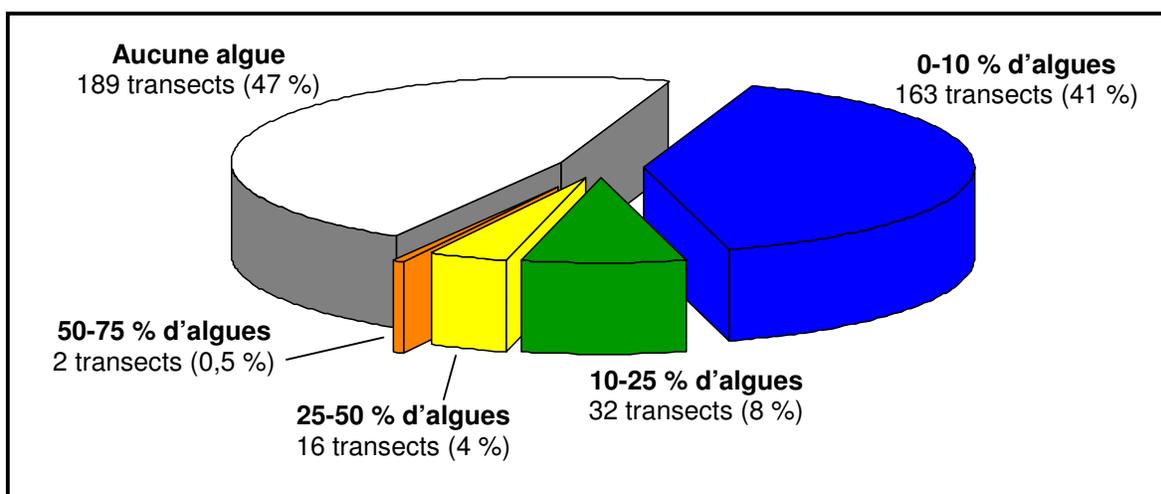
Il existe au moins 17 000 espèces différentes d'algues vertes (Raven et al., 2000). La plupart de ces algues se rencontrent dans les milieux d'eau douce, mais quelques-unes sont marines. Ces algues se fixent sur un substrat solide comme les roches, les quais, les embarcations ainsi que les plantes aquatiques. Les algues vertes peuvent également former des tapis qui flottent sur l'eau ou entre deux eaux. Les algues vertes sont normalement microscopiques, mais lorsque les éléments nutritifs sont disponibles en trop grande quantité, elles se multiplient au point de créer des amas visibles et gluants. Ces amas constituent des indicateurs biologiques révélant la présence d'une ou plusieurs sources de pollution locale en nutriments (Kalf, 2002). Les algues vertes atteignent leur densité maximale vers la mi-juillet (Kalf, 2002). Rappelons que l'inventaire s'est déroulé à la fin juillet, ce qui coïncide avec le développement maximal de ces algues.



La figure 19 présente, de façon globale, l'abondance des algues vertes dans la zone littorale du lac. La figure 20 illustre la densité des algues vertes dans chacun des transects étudiés. En bref, on constate que ces algues forment des amas visibles dans une grande portion du littoral (213 des transects étudiés). De plus, 18 transects présentent un recouvrement d'algues supérieur à 25 %. Ceci indique que les eaux sont anormalement riches en nutriments et que des sources de pollution sont à l'origine de telles colonies. L'ensemble du littoral est touché, mais l'embouchure du ruisseau des Berges et la région près de l'île de la conservation sont les zones plus problématiques.

L'étude des algues vertes nous confirme que les apports en nutriments excèdent les capacités d'absorption du lac. D'ailleurs, rappelons que l'analyse des tributaires a montré que les ruisseaux Campagna, des Berges, Grande Allée, Alger constituent d'importantes portes d'entrée de phosphore (cf. chapitre 5).

Figure 31 : Recouvrement global (%) occupé par les algues vertes



Chapitre 9 : Diagnostic de l'état de santé du lac

Ce chapitre traite de l'état de santé global du lac Lovering. Ce chapitre constitue un bilan des chapitres 3, 4, 5, 6, 7 et 8. Vous remarquerez l'utilisation de lumières de circulation pour afficher l'interprétation des résultats quantitatifs et qualitatifs. Il convient d'interpréter la couleur des lumières comme suit :

- **lumière verte** : état qui ne semble pas problématique (à garder à l'œil);
- **lumière jaune** : état préoccupant (faire attention et agir afin de réduire la perturbation);
- **lumière rouge** : état problématique (à prioriser dans un plan d'actions correctrices).

9.1 Portrait global

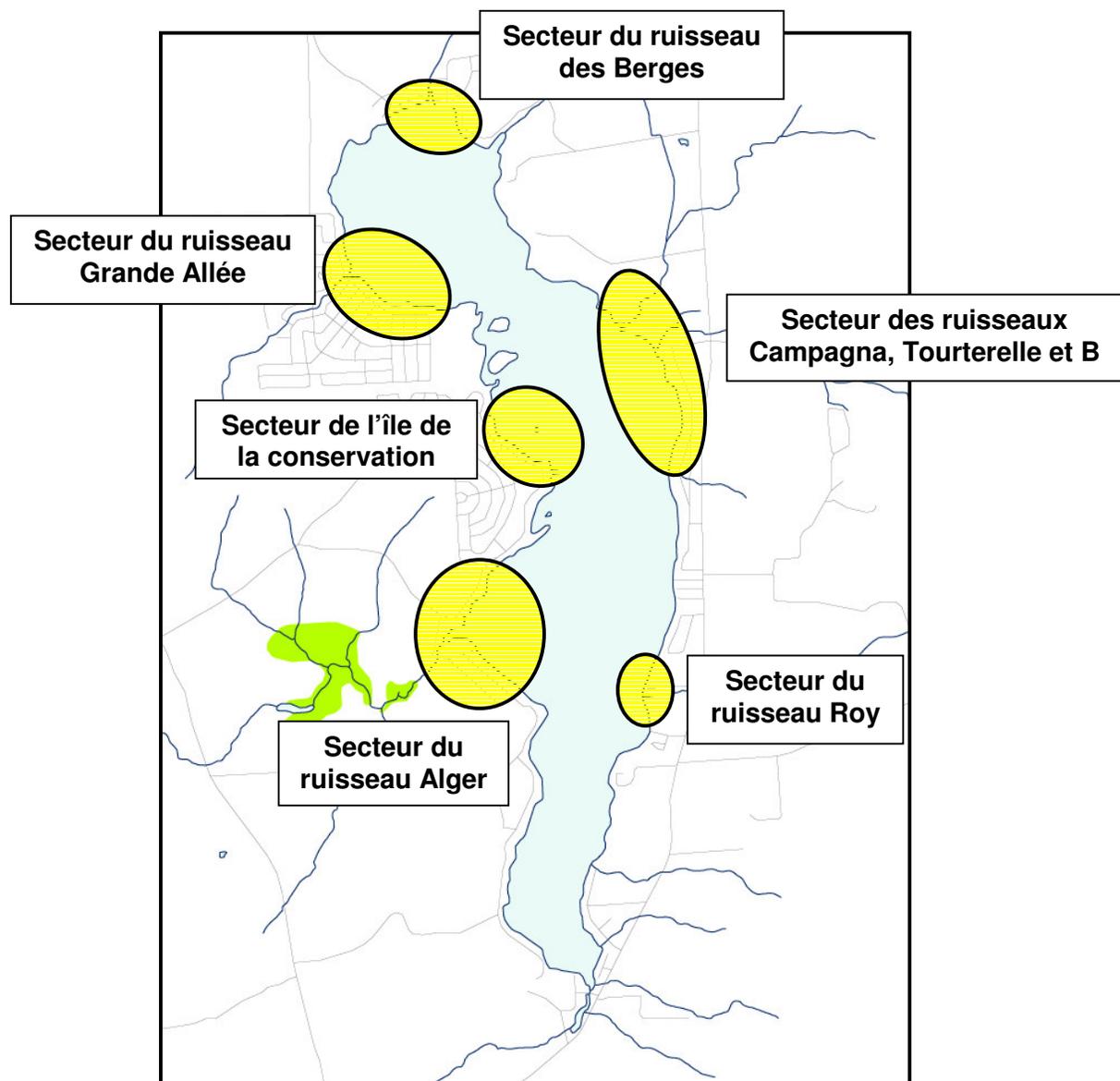
	Indicateur	Évaluation	
État de la rive (chap. 3)	Degré d'artificialisation (médiane)	Rive moyennement artificialisée	
État du littoral (chap. 6, 7 et 8)	Épaisseur des sédiments (médiane)	Zone de 1 m : 0-5 cm Zone de 2 m : 5-10 cm Zone de 3 m : 20-30 cm	
	Types de substrats	Abondance particules fines et sables	
	Densité des plantes aquatiques (médiane)	Zone de 1 m : 25-50 % Zone de 2 m : 25-50 % Zone de 3 m : autour de 10 %	
	Diversité des plantes aquatiques	Une trentaine d'espèces différentes Le myriophylle à épi est la 2 ^e espèce la plus abondante	
	Algues vertes	Présence élevée dans certaines régions	
Qualité de l'eau du lac (chap. 4)	Transparence, phosphore total et chlorophylle <i>a</i>	Eaux mésotrophes	
État des tributaires (chap. 5)	Phosphore	Les ruisseaux Campagna, des Berges, Grande Allée et Alger sont problématiques	
	Matières en suspension	Les ruisseaux Roy, Campagna, Grande Allée, des Berges et sans nom (rue Tourterelle) sont un peu problématiques	
	Coliformes fécaux	Les ruisseaux sans nom (rue Tourterelle) et Campagna sont particulièrement problématiques	

9.2 Secteurs problématiques

Les secteurs problématiques sont des points chauds précis qui fournissent des pistes de priorité où l'énergie devrait être focalisée. En fait, il s'agit de sites qui subissent de fortes pressions humaines et qui devront être restaurés sans plus tarder, afin de réduire la dégradation du lac ainsi que les pertes d'usages écologiques et anthropiques qui en découlent. Ces secteurs doivent donc être prioritaires dans un plan d'un plan d'action visant à réduire les sources de dégradation du lac Lovering. Cependant, il ne faut pas oublier l'importance d'agir également à titre préventif et de prendre des mesures pour éviter la dégradation des zones encore actuellement en bonne santé ou peu dégradées.

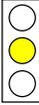
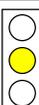
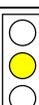
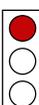
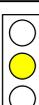
La figure 33 présente les secteurs problématiques identifiés à partir des résultats de cette étude. Il ressort que ces secteurs correspondent régulièrement à l'embouchure d'un ruisseau.

Figure 33 : Secteurs problématiques du lac Lovering



9.2.1 Secteur des ruisseaux Campagna, Tourterelle et B

Portrait (sections 59 à 70) :

	Paramètres	Évaluation	
État de la rive	Degré d'artificialisation	Au nord de Tourterelle : naturelle	
		Au sud du ruisseau B : totalement artificielle	
État du littoral	Sédiments	Envasement au niveau de 3 m	
	Plantes aquatiques	Présence d'un herbier à proximité des ruisseaux Campagna et B (au niveau de 2 m) Aucun problème d'espèces envahissantes	
	Algues vertes	Présence modérée	
État de l'eau	Ruisseau Campagna	Phosphore : problématique Coliformes fécaux : problématique MES : un peu problématique	
	Ruisseau sans nom (rue Tourterelle)	Phosphore : indéterminable avec données actuelles Coliformes fécaux : problématique MES : un peu problématique	

Caractéristiques environnementales

Ce littoral permet le dépôt des sédiments ainsi que l'installation des plantes aquatiques, mais ce secteur n'est pas considéré particulièrement propice à ces processus. En effet, malgré la pente relativement douce, le brassage régulier des eaux par le ressac des vagues favorise la migration d'une grande part des sédiments fins vers les parties plus profondes du lac. C'est pourquoi l'envasement ce produit surtout au niveau de la zone de 3 m ou plus profond.

Ainsi, une grande part des apports de sédiments et de nutriments en provenance des ruisseaux de ce secteur vont se répercuter également dans d'autres régions du lac.

La majorité du bassin versant de ce secteur se trouve dans une région où les pentes sont généralement douces, ce qui limite les risques d'érosion.

Causes anthropiques (d'origine humaine)

Différentes activités humaines sont à l'origine des apports de sédiments et de nutriments qui contribuent à la détérioration du lac dont :

- Les **activités agricoles** dans le bassin des ruisseaux Campagna et sans nom (rue Tourterelle)
Ces ruisseaux drainent plusieurs terres agricoles dont les eaux de ruissellement peuvent apporter un surplus de nutriments, de MES ou de coliformes fécaux, particulièrement si les bandes riveraines sont insuffisantes, si les fossés de drainage sont non-enherbés ou si le bétail peut accéder aux cours d'eau.
- Les nombreuses **rives fortement artificielles** au sud du secteur
L'absence de bandes riveraines suffisantes contribue à l'érosion de la rive, aux apports de nutriments ainsi qu'au réchauffement des eaux peu profondes.
- La **densité résidentielle élevée** au sud du secteur
Certaines pratiques riveraines engendrent des apports de sédiments, de nutriments et de pathogènes (installations septiques inadéquates, utilisation d'engrais domestiques et pesticides, etc.).
- L'entretien des **fossés routiers**
Le réseau routier peut favoriser le transport de MES et autres polluants vers le lac, surtout si les fossés sont entretenus avec la méthode conventionnelle (dévégétalisation des talus).

Recommandations

- Caractériser la qualité des eaux du ruisseau B.
- Poursuivre l'analyse de la qualité des ruisseaux Campagna et sans nom (rue Tourterelle). Vérifier particulièrement la teneur en phosphore en période estivale.
- S'assurer que les bandes riveraines (cours d'eau et fossés) sont respectées en milieu agricole. Cette mesure est essentielle puisque qu'une grande portion des ruisseaux Campagna et sans nom (rue Tourterelle) s'écoulent directement sur des terres agricoles.
- Le cas échéant, s'assurer que les activités agricoles empêchent que le bétail ait accès au cours d'eau et respectent les plans agro-environnementaux pour l'application de fertilisants.
- Mettre en place un programme de renaturation des rives du lac et des tributaires.
- Vérifier l'efficacité et la conformité des installations septiques.
- Éviter l'usage de fertilisants et de pesticides sur les pelouses riveraines.
- S'assurer que l'entretien des fossés routiers est effectué selon la méthode du tiers inférieur de façon à limiter l'érosion des talus.

9.2.2 Secteur du ruisseau Alger

Portrait (sections 135 et 2 à 8) :

	Paramètres	Évaluation	
État de la rive	Degré d'artificialisation	Médiane évaluée à 50-75 % artificiel	  
État du littoral	Sédiments	Fond principalement composé de particules fines Présence d'un delta de sédimentation surtout au niveau de 3 m	  
	Plantes aquatiques	Présence d'un très dense herbier à l'embouchure du ruisseau Alger (au niveau de 1 et 2 m) Présence élevée du myriophylle à épi	  
	Algues vertes	Présence modérée	  
État de l'eau	Ruisseau Alger	Phosphore : problématique Coliformes fécaux : un peu problématique MES : pas problématique selon les analyses, mais les eaux sont troubles à son embouchure	  

Caractéristiques environnementales

Ce secteur constitue l'un des secteurs naturellement les plus vulnérables à l'envasement et à la prolifération des plantes aquatiques.

Sa localisation géographique à l'abri des vents dominants couplée à la douceur de la pente qui s'y trouve favorisent à la fois la sédimentation des matières en suspension (en provenance du ruisseau Alger et en provenance du nord du lac) ainsi que le développement des plantes aquatiques.

De plus, certaines portions du bassin versant drainent des pentes qui varient de modérées à très fortes. Avec ce type de pentes, l'eau peut atteindre des vitesses permettant l'érosion des sols.

Causes anthropiques (d'origine humaine)

Malgré sa vulnérabilité naturelle, il n'en demeure pas moins que les causes de dégradation sont d'origine humaine. Certains éléments contribuent à la détérioration de ce secteur dont :

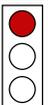
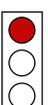
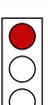
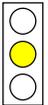
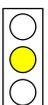
- La **densité résidentielle élevée**
Certaines pratiques riveraines engendrent des apports de sédiments, de nutriments et de pathogènes (installations septiques inadéquates, utilisation d'engrais domestiques et pesticides, etc.).
- Les nombreuses **rives fortement artificielles**
L'absence de bandes riveraines suffisantes contribue à l'érosion de la rive, aux apports de nutriments ainsi qu'au réchauffement des eaux peu profondes.
- Les **activités agricoles** dans le bassin du ruisseau Alger
Les eaux de ruissellement provenant de ces terres peuvent apporter un surplus de nutriments, de MES ou de coliformes fécaux, particulièrement si les bandes riveraines sont insuffisantes, si les fossés de drainage sont non-enherbés ou si le bétail a accès au ruisseau.
- Les **activités forestières**
Certains types de coupes, fossés, passages et traverses engendrent des apports de sédiments.
- L'entretien des **fossés routiers**
Le réseau routier peut favoriser le transport de MES et autres polluants vers le lac, surtout si les fossés sont entretenus avec la méthode conventionnelle (dévégétalisation des talus).

Recommandations

- Poursuivre l'analyse la qualité des eaux du ruisseau Alger. Vérifier particulièrement la teneur en phosphore en période estivale.
- Mettre en place un programme de renaturation des rives du lac et du ruisseau Alger.
- Vérifier l'efficacité et la conformité des installations septiques.
- Éviter l'usage de fertilisants et pesticides sur les pelouses riveraines.
- Faire respecter les bandes riveraines tant en milieu riverain, agricole que forestier.
- En milieu agricole, le cas échéant, s'assurer que le bétail n'accède pas aux cours d'eau. L'application des fertilisants doit également se faire en conformité avec les plans agro-environnementaux de la région.
- S'assurer que l'entretien des fossés routiers est effectué selon la méthode du tiers inférieur de façon à limiter l'érosion des talus.
- En milieu forestier, s'assurer que la voirie forestière ainsi que les passages et traverses de cours d'eau respectent l'environnement.
- Contrôler les apports de sédiments à l'aide de techniques et méthodes de lutte à l'érosion.
- Protéger les milieux humides et en faire une cartographie et un inventaire détaillé.

9.2.3 Secteur du ruisseau Grande Allée

Portrait (sections 100 à 108) :

	Paramètres	Évaluation	
État de la rive	Degré d'artificialisation	Médiane évaluée à 75-100 % artificiel	
État du littoral	Sédiments	Fond principalement composé de particules fines Présence d'un delta de sédiments à l'embouchure du ruisseau Grande Allée (au niveau de 2 et 3 m)	
	Plantes aquatiques	Présence d'un très dense herbier à l'embouchure du ruisseau Grande Allée (au niveau de 1 et 2 m) Présence modérée des espèces envahissantes	
	Algues vertes	Présence modérée	
État de l'eau	Ruisseau Grande Allée	Phosphore : problématique Coliformes fécaux : un peu problématique MES : un peu problématique	

Caractéristiques environnementales

Le littoral de secteur constitue l'une des régions naturellement les plus vulnérables à l'envasement et à la prolifération des plantes aquatiques.

Sa localisation géographique à l'abri des vents dominants couplée à la douceur de la pente qui s'y trouve favorisent à la fois la sédimentation des matières en suspension en provenance du ruisseau Grande Allée ainsi que le développement des plantes aquatiques.

D'autre part, les ruisseaux drainent un secteur où les pentes sont généralement faibles ou modérées. Avec ce type de pentes, les risques d'érosion sont modérés.

Causes anthropiques (d'origine humaine)

Malgré sa vulnérabilité naturelle, il n'en demeure pas moins que les causes de dégradation sont d'origine humaine. Certains éléments contribuent à la détérioration de ce secteur dont :

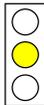
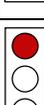
- La **densité résidentielle très élevée** (une des plus importantes de tout le lac)
Certaines pratiques riveraines engendrent des apports de sédiments, de nutriments et de pathogènes (installations septiques inadéquates, utilisation d'engrais domestiques et pesticides, etc.).
- Les **rives totalement artificielles** (un des secteurs les plus artificialisé)
L'absence de bandes riveraines suffisantes contribue à l'érosion de la rive, aux apports de nutriments ainsi qu'au réchauffement des eaux peu profondes.
- L'entretien des **fossés routiers**
Le réseau routier peut favoriser le transport de MES et autres polluants vers le lac, surtout si les fossés sont entretenus avec la méthode conventionnelle (dévégétalisation des talus).

Recommandations

- Poursuivre l'analyse la qualité des eaux du ruisseau Grande Allée. Vérifier particulièrement la teneur en phosphore en période estivale.
- Mettre en place un programme de renaturalisation des rives du lac et du ruisseau Grande Allée.
- Vérifier l'efficacité et la conformité des installations septiques.
- Éviter l'usage de fertilisants et pesticides sur les pelouses riveraines.
- S'assurer que l'entretien des fossés routiers est effectué selon la méthode du tiers inférieur de façon à limiter l'érosion des talus.
- Stabiliser les rives du ruisseau Grande Allée qui ont été érodées.
- S'assurer que des mesures efficaces de lutte à l'érosion sont utilisées sur les sites de construction (résidences et routes).

9.2.4 Secteur du ruisseau des Berges

Portrait (sections 88 à 93) :

	Paramètres	Évaluation	
État de la rive	Degré d'artificialisation	Médiane évaluée à 25-50 % artificiel	
État du littoral	Sédiments	Fond principalement composé de particules fines Présence d'un delta de sédiments à l'embouchure du ruisseau des Berges (au niveau de 2 et 3 m)	
	Plantes aquatiques	Présence d'un très dense herbier à l'embouchure du ruisseau des Berges Présence modérée du myriophylle à épi	
	Algues vertes	Présence élevé à l'embouchure de ruisseau des Berges (au niveau de la zone de 1 m)	
État de l'eau	Ruisseau des Berges	Phosphore : problématique Coliformes fécaux : un peu problématique MES : un peu problématique	

Caractéristiques environnementales

Le littoral de secteur est considéré modérément vulnérable à l'envasement et à la prolifération des plantes aquatiques.

La douceur de la pente qui s'y trouve permet la sédimentation des matières en suspension en provenance du ruisseau des Berges ainsi que le développement des plantes aquatiques.

La majorité du bassin versant de ce secteur se trouve dans une région où les pentes sont généralement douces, ce qui limite les risques d'érosion.

Causes anthropiques (d'origine humaine)

Quelques activités humaines sont à l'origine des apports de sédiments et de nutriments qui contribuent à la détérioration de ce secteur dont :

- La **densité résidentielle**
Certaines pratiques riveraines engendrent des apports de sédiments, de nutriments et de pathogènes (installations septiques inadéquates, utilisation d'engrais domestiques et pesticides, etc.).
- Quelques **rives artificialisées**
L'absence de bandes riveraines suffisantes contribue à l'érosion de la rive, aux apports de nutriments ainsi qu'au réchauffement des eaux peu profondes.
- Le **site d'enfouissement des déchets solides**
Les eaux de ruissellement peuvent entraîner les polluants vers le lac.
- L'entretien des **fossés routiers**
Le réseau routier peut favoriser le transport de MES et autres polluants vers le lac, surtout si les fossés sont entretenus avec la méthode conventionnelle (dévégétalisation des talus).
- Quelques **activités agricoles**
Une portion du bassin versant du ruisseau des Berges draine des terres agricoles.

Recommandations

- Poursuivre l'analyse la qualité des eaux du ruisseau des Berges. Vérifier particulièrement la teneur en phosphore en période estivale.
- Assurer la conservation du milieu humide, d'autant plus que ce milieu filtre les eaux en provenance du site d'enfouissement et des terres agricoles.
- Mettre en place un programme de renaturation des rives du lac et du ruisseau des Berges.
- Vérifier l'efficacité et la conformité des installations septiques.
- Éviter l'usage de fertilisants et pesticides sur les pelouses riveraines.
- S'assurer que l'entretien des fossés routiers est effectué selon la méthode du tiers inférieur de façon à limiter l'érosion des talus.

9.2.5 Secteur de l'Île de la conservation

Portrait (sections 121 à 127) :

	Paramètres	Évaluation	
État de la rive	Degré d'artificialisation	Au nord : rives totalement artificielles Au sud : rives peu artificielles	
	Sédiments	Fond principalement composé de particules fines et de blocs Accumulation sédimentaire modérée	
État du littoral	Plantes aquatiques	Présence d'un très dense herbier en face de l'île (au niveau de 1 et 2 m) Présence élevée du myriophylle à épi	
	Algues vertes	Présence élevée en face de l'île	

Caractéristiques environnementales

Ce littoral permet le dépôt des sédiments ainsi que l'installation des plantes aquatiques, mais ce secteur n'est pas considéré particulièrement propice à ces processus.

La pente relativement abrupte du littoral favorise la migration d'un grande part des sédiments fins vers les parties plus profondes.

La localisation géographique à l'abri des vents dominants crée une zone où les eaux sont plus tranquilles.

Les pentes du bassin versant sont généralement modérées près du lac, l'eau peut donc atteindre des vitesses permettant l'érosion des sols.

Causes anthropiques (d'origine humaine)

Quelques activités humaines sont à l'origine des apports de sédiments et de nutriments qui contribuent à détériorer ce secteur dont :

- La **densité résidentielle élevée**
Certaines pratiques riveraines engendrent des apports de sédiments, nutriments et pathogènes (installations septiques inadéquates, utilisation d'engrais domestiques et pesticides, etc.).
- Les **rives fortement artificielles** au nord du secteur
L'absence de bandes riveraines suffisantes contribue à l'érosion de la rive, aux apports de nutriments ainsi qu'au réchauffement des eaux peu profondes.
- L'entretien des **fossés routiers**
Le réseau routier peut favoriser le transport de MES et autres polluants vers le lac, surtout si les fossés sont entretenus avec la méthode conventionnelle (dévégétalisation des talus).

Recommandations

- Mettre en place un programme de renaturalisation des rives.
- Vérifier l'efficacité et la conformité des installations septiques.
- Éviter l'usage de fertilisants et de pesticides sur les pelouses riveraines.
- Faire respecter les bandes riveraines.
- S'assurer que l'entretien des fossés routiers est effectué selon la méthode du tiers inférieur de façon à limiter l'érosion des talus.

9.2.6 Secteur du ruisseau Roy

Portrait (sections 43 à 48) :

	Paramètres	Évaluation	
État de la rive	Degré d'artificialisation	Rives peu artificialisées	
	Sédiments	Fond principalement composé de particules fines Envasement de l'embouchure du ruisseau Roy et de la baie (au niveau de 2 et 3 m)	
État du littoral	Plantes aquatiques	Présence d'un herbier dans la baie (au niveau de 1 et 2 m) Faible présence des espèces envahissantes	
	Algues vertes	Présence modérée	
État de l'eau	Ruisseau Roy	Phosphore : indéterminable avec données actuelles Coliformes fécaux : un peu problématique MES : un peu problématique	

Caractéristiques environnementales

Ce littoral permet le dépôt des sédiments ainsi que l'installation des plantes aquatiques, mais ce secteur n'est pas considéré particulièrement propice à ces processus.

En raison des courants aquatiques, les apports de sédiments et de nutriments en provenance du ruisseau Roy vont de déposer surtout au niveau de la baie située au sud de ce tributaire.

Le bassin versant draine des pentes modérées à très fortes. Avec ce type de pentes, l'eau peut atteindre des vitesses permettant l'érosion des sols.

Causes anthropiques (d'origine humaine)

Malgré la vulnérabilité naturelle des sols du bassin versant, il n'en demeure pas moins que les causes de l'érosion sont d'origine humaine. Quelques activités humaines peuvent être à l'origine des apports de sédiments dont :

- Les **activités agricoles** dans le bassin du ruisseau Roy
Ce ruisseau draine des terres agricoles dans des pentes sensibles à l'érosion dont les eaux de ruissellement peuvent apporter un surplus de nutriments, de MES ou de coliformes fécaux, particulièrement si les bandes riveraines sont insuffisantes, si les fossés de drainage sont non-enherbés ou si le bétail a accès au ruisseau.
- L'entretien des **fossés routiers**
Le réseau routier peut favoriser le transport de MES et autres polluants vers le lac, surtout si les fossés sont entretenus avec la méthode conventionnelle (dévégétalisation des talus).

Recommandations

- Poursuivre l'analyse la qualité des eaux du ruisseau Roy. Vérifier particulièrement la teneur en phosphore en période estivale.
- Stabiliser les rives érodées du ruisseau Roy.
- Contrôler les apports de sédiments à l'aide de techniques et méthodes de lutte à l'érosion.
- Faire respecter les bandes riveraines tant en milieu agricole que riverain.
- En milieu agricole, le cas échéant, s'assurer que le bétail n'accède pas aux cours d'eau. L'application des fertilisants doit également se faire en conformité avec les plans agro-environnementaux de la région.
- S'assurer que l'entretien des fossés routiers est effectué selon la méthode du tiers inférieur de façon à limiter l'érosion des talus.

9.3 Perceptives et recommandations

L'étude de l'état de santé du lac Lovering a permis de montrer que le lac présente à la fois des signes d'eutrophisation accélérée et d'érosion dans le bassin versant. En effet, l'accumulation de particules fines sur le littoral, la multiplication de denses herbiers de plantes aquatiques et la présence accrue d'algues vertes à certains endroits révèlent que le lac se dégrade. De plus, la qualité de l'eau de plusieurs tributaires apparaît problématique.

Devant ce constat, il importe de passer efficacement à l'action afin de réduire l'érosion des sols du bassin versant (contrôle des sédiments) ainsi que les apports nocifs produits par les différentes activités humaines (contrôle des nutriments). Chacun des intervenants du milieu (riverains, gestionnaires du territoire, forestiers, agriculteurs et entrepreneurs) peut mettre en place différentes mesures. Protéger les bandes riveraines, protéger les sols de l'érosion, renaturaliser les rives artificialisées, éviter l'épandage d'engrais domestiques et agricoles et de pesticides à proximité du lac et de ses tributaires, gérer les fossés de façon plus écologique sont quelques pistes de solutions à envisager. Ces actions concrètes permettent de limiter la dégradation du lac Lovering, et même à plus long terme, d'améliorer son état de santé. Cependant, il faut agir et vite, car plus on attend, plus la restauration du milieu sera difficile.

Ce diagnostic de l'état de santé du lac Lovering doit servir d'outil pour aider les intervenants du milieu à établir un plan d'action pour réduire les sources de dégradation.

En plus d'encourager les différents intervenants du milieu à agir, nous aimerions également suggérer à la MRC du Memphrémagog, aux municipalités concernées ainsi qu'à la Société de conservation du lac Lovering, de continuer à affiner le portrait de l'état du lac et de mettre en place des indicateurs permettant de suivre les actions correctrices. Voici une liste non exhaustive des suivis à mettre en place et des études à réaliser :

- Suivre l'état de la rive du lac afin d'évaluer les améliorations et d'éviter des dégradations : le degré d'artificialisation est un indicateur facile à mettre en place pour le suivi des actions de renaturalisation. Un suivi à tous les cinq ans est approprié. Caractériser également l'état des rives des tributaires afin d'affiner le portrait.
- Poursuivre l'analyse des tributaires pour évaluer l'impact des actions mises en place. Le suivi de la qualité de l'eau des tributaires, à partir de paramètres appropriés, est également un bon indicateur de suivi des actions correctrices. Un suivi à tous les deux ans est approprié. Caractériser aussi l'état des autres tributaires du lac (dont les ruisseaux ici nommés A et B).
- Effectuer annuellement la mesure de la transparence de l'eau à la fosse du lac avec le disque de Secchi (idéalement à toutes les deux semaines durant la période estivale).
- Poursuivre l'analyse de la concentration en phosphore total et en chlorophylle *a* à la fosse du lac. Un suivi à tous les deux ans est approprié.
- Étudier la concentration de l'oxygène dissous dans la colonne d'eau à différentes périodes de l'année (profils d'oxygène) afin d'étudier l'évolution de la qualité de l'eau du lac et de l'habitat. Un suivi à tous les cinq ans est approprié.
- Suivre l'évolution (à moyen et long termes) de l'état du littoral du lac en choisissant certaines stations de référence. Un suivi à tous les cinq ou dix ans est approprié.
- Localiser et quantifier (dimension, épaisseur, constitution, etc.) les deltas de sédimentation présents à l'embouchure des différents tributaires du lac afin d'évaluer l'importance des apports en sédiments et d'en suivre l'évolution au fil des ans.



Références

AMÉNAGEMENTS NATUREL'EAU-LAC SENC (2005) *Analyse des tributaires. Rapport final*. Réd. J. Pedneau et J. Bolduc, Sherbrooke, 25 p.

BERNATCHEZ, L. et M. GIROUX (2000) *Les poissons d'eau douce et leur répartition dans l'est du Canada*. Éditions Broquet Inc, Ottawa, 350 p.

CARIGNAN, R. (2004) Département de Sciences biologiques de l'Université de Montréal. Communication personnelle.

CARIGNAN, R. (2003) Département de Sciences biologiques de l'Université de Montréal. Communication personnelle.

CORPORATION DE RESTAURATION DE LA JACQUES-CARTIER (CRJC) (2003) *Suivi volontaire de la qualité des cours d'eau : Un guide pratique*. Publications MNH, Canada, 198 p.

ENVIRONNEMENT CANADA (2005) *Rapport de données quotidiennes*. Disponible au http://www.climat.meteo.ec.gc.ca/climateData/dailydata_f.html

HADE, A. (2002) *Nos lacs : les connaître pour mieux les protéger*. Montréal. Fides. 359 p.

HAURY, J. et al. (2000) *Les macrophytes aquatiques bioindicateurs des systèmes lotiques*. Intérêt et limites des indices macrophytiques. Synthèse bibliographique des principales approches européennes pour le diagnostic biologique des cours d'eau. Étude sur l'eau en France n°87, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, 126 p.

HÉBERT, S. et S. LÉGARÉ (2000) *Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau*. Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq no ENV-2000-0487, rapport n°QE-121, 24 p. et 3 annexes.

INTERNATIONAL LAKE ENVIRONMENT COMMITTEE FOUNDATION FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WORLD LAKES AND RESERVOIRS (ILEC) (2004) Disponible au <http://www.ilec.or.jp/database/nam/nam-48.html>

KALFF, J. (2002) *Limnology*. Prentice-Hall Inc. Editor, USA, 592 p.

LÉVÊQUE, C. (1996) *Écosystèmes aquatiques*. Collection les Fondamentaux, Éditions Hachette, Paris, 159 p.

MEUNIER, P. (1980) *Écologie végétale aquatique*. Service de la qualité des eaux. Ministère des Richesses Naturelles du Québec. 69 p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU CANADA (2003) *myriophylle à épi (Myriophyllum spicatum)*. Plantes envahissantes de milieux naturels du Canada. Disponible à http://www.cws-scf.ec.gc.ca/publications/inv/p1_f.cfm



MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE (MEF) (2002) *Protection des rives, du littoral et des plaines inondables – guide des bonnes pratiques*. Réd. J.-Y. Goupil, Service de l'aménagement et de la protection des rives et du littoral, Publications du Québec, Québec, 170 p.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ENVIRONNEMENT ET PARCS DU QUÉBEC (MDDEP) (2006) Critères de qualité de l'eau de surface au Québec
Disponible au http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, ENVIRONNEMENT ET PARCS DU QUÉBEC (MDDEP) (2004) Direction du suivi de l'état de l'environnement (DSEE). Réseau de surveillance volontaire.
Communication personnelle.

RAPPEL (2005) *Suivi de la qualité des lacs et des cours d'eau. Campagne 2004*. Réd. M.-F. Pouet, Sherbrooke, 74 p.

RAPPEL (2004) *Un portrait alarmant de l'état des lacs et des limitations d'usages reliées aux plantes aquatiques et aux sédiments : Bilan 1996-2003*. Réd. A. Gagnon-Légaré et J. Pedneau, Sherbrooke, 319 p.

RAPPEL (2002) *Les plans d'eau de l'Estrie et du haut-bassin de la Saint-François : Un héritage incomparable menacé, Bilan 1996-2001*. Réd. G. Lemieux, E. Jacques et M. Lemmens, Sherbrooke, 193 p.

RAPPEL (2000a) *Artificialisation des rives et du littoral. Estrie et haut bassin de la Saint-François. Étés 1998-1999*. Réd. S. Laforest, Sherbrooke, 50 p.

RAPPEL (2000b) *Rapport sur le suivi de la qualité des eaux 2000*. Réd. Y. Prairie et M. Wild, Sherbrooke, 92 p.

RAPPEL (1999a) *Rapport sur le suivi de la qualité des eaux 1999*. Réd. Y. Prairie et A. Soucisse, Sherbrooke, 112 p.

RAPPEL (1999b) *La qualité des lacs de l'Estrie et du haut-bassin de la St-François à l'été 1998*. Réd. M. Lemmens, Sherbrooke, 111 p.

RAPPEL (1998) *Artificialisation des rives et du littoral. Estrie et haut bassin de la Saint-François*. Réd. S. Laforest, Sherbrooke, 68 p.

RAPPEL (1997) *La qualité des lacs de l'Estrie et du haut-bassin de la St-François à l'été 1997*. Réd. M. Lemmens, Sherbrooke, 93 p.

RAVEN, P.H., Evert R.F. et S.E. Eichhorn (2000) *Biologie végétale*. 1^{ère} édition, éditions DeBoeck Université, Paris, 944 p.

SCF et al. (2004) *Occupation du sol à partir des images classifiées Landsat-7, Sud du Québec, 1999-2003*. SCF, Faune Québec, CIC, MRNFP, MAPAQ, AAC, CSL.

THOMAS, O. (2006) Observatoire de l'Environnement et du Développement Durable, Université de Sherbrooke. Communication personnelle.

TRAK Concepts de cartes (2002) Carte bathymétrique du lac Lovering.

WHITE J.D., HABER, E. ET C. KEDDY. (1993) *Plantes envahissantes des habitats naturels du Canada*. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Ottawa, 136 p.

