

# **Étude de l'eutrophisation du lac Xavier**

## **Rapport préparé par:**

Louise St-Cyr, biologiste  
330 Bienville  
Longueuil, Québec, J4H 2E5 Tel: (450) 651-0973  
Courriel: [couillay@sympatico.ca](mailto:couillay@sympatico.ca)

## **En collaboration avec:**

GRIL (Groupe de recherche inter-universitaire en limnologie)  
Département de Sciences biologiques  
Université de Montréal  
C.P. 6128, Succursale Centre-Ville,  
Montréal, Québec, H3C 3J7

## **Rapport présenté à:**

Monsieur Normand Gagnon, président Corporation des résidents  
du lac Xavier 2151, chemin des Érables  
La Conception, Québec, JOT 1M0

**Octobre 2002**

## Table des matières

Table des matières .....	2
Lexique .....	3
Mandat .....	4
Matériels et méthodes.....	5
Sommaire des résultats obtenus au lac Xavier .....	10
Tableau des mesures physico-chimiques du lac Xavier .....	11
Diagramme de vieillissement du lac Xavier .....	12
Carte du lac Xavier indiquant la station d'échantillonnage .....	13
Commentaires / Recommandations .....	14
Littérature citée.....	17
Annexe 1: Tableau de la solubilité de l'oxygène dans l'eau en relation avec la température de l'eau.....	18

## Lexique

**Anoxyque:** Sans oxygène.

**Colonne d'eau:** Toute l'eau rencontrée le long d'une ligne fictive, de la surface jusqu'au fond.

**Épilimnion:** La couche d'eau chaude située dans la partie supérieure d'un lac thermiquement stratifié.

**Eutrophisation:** Les changements dans la productivité des eaux; étude du vieillissement d'un lac (oligothrophe —> eutrophe).

**Eutrophe:** Lac dont la productivité est élevée; généralement peu profond, peu ou très peu transparent et riche en substances nutritives avec des déficits fréquents en oxygène dissous dans la saison chaude.

**Hypolimnion:** La couche d'eau froide située dans la partie inférieure d'un lac thermiquement stratifié.

**Lac thermiquement stratifié:** Lac dont la température de l'eau de la surface vers le fond n'est pas uniforme.

**Mésotrophe:** Un stade transitoire entre les stades oligotrophe et eutrophe, généralement caractérisé par un déficit relatif en oxygène dissous, un enrichissement en matières organiques et une diminution de la transparence de l'eau.

**Métalimnion:** Une couche d'eau à température variable située entre l'épilimnion et l'hypolimnion, dans un lac thermiquement stratifié.

**Oligotrophe:** Lac jeune dont la productivité est faible, caractérisé par des eaux transparentes, une profondeur généralement élevée et la présence d'oxygène dissous dans l'ensemble de la masse d'eau.

**Thermocline:** Ligne fictive séparant les eaux chaudes des eaux froides dans un lac techniquement stratifié.

## **Mandat**

Pour procéder à une étude de l'eutrophisation du lac Xavier, en utilisant les principales mesures d'analyse, les données suivantes, telles que convenues, ont été obtenues dans la partie la plus profonde du lac:

- un profil de l'oxygène dissous et de la température, à 0.5 mètre et ensuite à tous les mètres;
- une mesure de la transparence de l'eau avec le disque de Secchi;
- une mesure de la conductivité de l'eau;
- une mesure du pH de l'eau;
- une mesure de la concentration de chlorophylle "a" dans l'épilimnion;
- une mesure de la concentration de phosphore total dans l'hypolimnion;
- une liste non exhaustive des principales espèces de plantes submergées.

Une embarcation, ainsi qu'une carte bathymétrique ou une indication de l'endroit le plus profond du lac devaient être fournies par le demandeur.

## **Matériels et méthodes**

L'échantillonnage a eu lieu le 5 août 2002. Un guide connaissant bien le lac a ancré son embarcation à l'endroit qui devait être le plus profond du lac. À cette station, les mesures et échantillons d'eau suivants ont été obtenus.

### Profil de la température et de l'oxygène dissous

Les données de température (°C) et d'oxygène dissous (mg/L) ont été obtenues directement sur le terrain à l'aide d'un oxymètre YSI. Les mesures ont été prises à 0.5 mètre et ensuite à tous les mètres jusqu'à 10.5 mètres.

### Mesure de la transparence de l'eau

Les mesures de la transparence de l'eau ont été obtenues sur le terrain avec un disque de Secchi, en effectuant la moyenne de deux lectures.

### Échantillons d'eau

Les échantillons d'eau nécessaires aux autres analyses ont été prélevés aux profondeurs définies, soient à 0.5 mètre (à la surface, dans l'épilimnion) et en profondeur (à 15 mètres), à l'aide d'une bouteille Van Dorn. Les échantillons d'eau étaient alors transférés dans des bouteilles de plastique préalablement lavées (dans des bouteilles opaques pour le pH et la chlorophylle "a") et conservées au froid dans une glacière jusqu'au laboratoire.

### pH

Le pH de l'eau à 0.5 mètre de profondeur a été mesuré le soir même de la prise de l'échantillon à l'aide d'un pH-mètre - conductivimètre portatif.

### Conductivité

La conductivité de l'eau à 0.5 mètre de profondeur a été mesurée le soir même de la prise de l'échantillon à l'aide d'un pH-mètre - conductivimètre portatif et le résultat exprimé en  $\mu\text{mhos/cm}$  à 25°C.

### Chlorophylle "a"

La chlorophylle "a" de l'échantillon d'eau prélevé à 0.5 mètre de profondeur a été analysée selon la méthode de Lorenzen (1967) au laboratoire du Dr Bernadette Pinel-Alloul au département de Sciences biologiques de l'Université de Montréal. Pour chaque échantillon, un volume de 400 ml d'eau a été filtré sur filtre GF/C le soir même de la prise de l'échantillon et

le filtre congelé jusqu'à l'analyse. L'extraction des pigments a été effectuée dans l'éthanol 90% pendant 24 heures. L'absorbance des extraits a été mesurée par spectrophotométrie à 665 et 750 nm. Deux volumes d'eau différents ont été filtrés et analysés, et la moyenne des résultats effectuée. Les valeurs sont exprimées en µg/L.

### Phosphore total

L'analyse de phosphore total de l'échantillon d'eau prélevé à 15 mètres de profondeur a été réalisée selon la méthode du bleu de molybdène (Stainton *et al.* 1977) après avoir passé à l'autoclave des échantillons de 50 ml avec 0.5 g de persulfate de potassium pendant 1 heure à 120 °C. Deux analyses ont été réalisées pour chaque échantillon et la moyenne des résultats effectuée. Les valeurs sont exprimées en µg/L. Ces analyses ont été effectuées au laboratoire du Dr Richard Carignan au département de Sciences biologiques de l'Université de Montréal.

### Indices d'eutrophisation des lacs

Le présent rapport inclut des indices d'eutrophisation. Il est cependant nécessaire d'être prudent dans l'interprétation des indices obtenus.

Les indices retenus proviennent d'un rapport du gouvernement du Québec (Mathieu *et al.* 1979). Tous les paramètres requis pour calculer la cote trophique d'un lac tel que déterminé par Mathieu *et al.* (1979) n'ont pas été mesurés dans le présent contrat (ex. poids sec de seston et profondeur moyenne du lac). Cependant, quatre indices du niveau de vieillissement des lacs ont été retenus.

#### 1. Oxygène dissous

Le pourcentage de saturation en oxygène dissous en profondeur, en période de stratification thermique maximale et estivale, est sans aucun doute un des paramètres les plus indicateurs du degré d'eutrophisation d'un plan d'eau. La diminution des concentrations en oxygène dissous au fond d'un lac est reliée, en majeure partie, à la consommation de ce gaz dissous par les bactéries aérobiques qui décomposent la matière organique s'accumulant à cet endroit. Or, cette accumulation de matière organique est proportionnelle à la quantité de matière vivante produite par le milieu lacustre qui meurt et sédimente au fond du lac. Il est donc normal que le phénomène de la diminution plus ou moins progressive des quantités d'oxygène dissous en profondeur, au cours des aimées, soit associé à l'augmentation de la production biologique du milieu aquatique qui constitue le reflet le plus évident du vieillissement d'un lac.

Pour pouvoir comparer les lacs entre eux, une mesure du pourcentage de saturation en oxygène dissous est préférable à la concentration en oxygène dissous puisque la solubilité de l'oxygène varie selon la température de l'eau; une eau froide contient plus d'oxygène (en concentration) qu'une eau chaude à des conditions ambiantes semblables. Le pourcentage de saturation en oxygène dissous a été calculé à partir des concentrations d'oxygène mesurées sur le terrain à l'aide d'un tableau de solubilité d'oxygène dans l'eau selon la température de celle-ci (Annexe 1).

Le pourcentage de saturation d'oxygène utilisé est celui retrouvé à un mètre au-dessus du fond.

## 2. Transparence de l'eau

La transparence mesurée avec un disque de Secchi est une mesure de la quantité de matière en suspension dans l'eau, bien qu'elle puisse être également influencée par certaines substances en solution, comme les acides humiques, qui donnent une coloration brunâtre à l'eau et conséquemment réduisent la transparence. La diminution de la transparence de l'eau est reliée, tout comme celle de l'oxygène dissous en profondeur, à une augmentation du degré d'eutrophisation. En fait, on associe une faible transparence à une forte concentration de particules en suspension, dont la majorité serait de nature biologique, surtout des organismes planctoniques. Encore une fois, on peut constater qu'il s'agit d'un paramètre qui est associé à la production biologique du milieu aquatique. Cependant, certains lacs ont une partie plus ou moins importante de particules en suspension qui sont de nature inorganique (ex. argile très fine). Évidemment, la transparence en sera diminuée pour autant et conséquemment, la valeur de ce paramètre s'en trouvera amoindrie.

## 3. Phosphore total

Le phosphore est l'élément nutritif qui est le plus souvent limitatif à la croissance des plantes et des algues dans les lacs. La productivité du phytoplancton est étroitement associée aux concentrations de phosphore dans l'eau. Par contre, les plantes aquatiques enracinées puisent le phosphore directement à partir des sédiments.

À la fin de l'été, avec l'établissement d'une stratification thermique dans un lac, il peut y avoir relargage du phosphore contenu dans les sédiments si l'hypolimnion est anoxyque. Cependant, la thermocline agissant telle une barrière, le phosphore contenu dans l'hypolimnion ne se mêle pas aux eaux de surface. Lors des brassages printaniers et automnaux des eaux du lac, il y a redistribution du phosphore dans toute la colonne d'eau. Comme indice

d'eutrophisation, il est recommandé de mesurer la concentration de phosphore total dans les eaux de surface au printemps. Cependant, étant donné la relation étroite entre les concentrations de phosphore dans l'hypolimnion en été et celles en surface au printemps, la donnée de concentration en phosphore total obtenue en été dans l'hypolimnion sera ici utilisée comme indice d'eutrophisation.

#### 4. Chlorophylle "a"

La valeur de concentration de chlorophylle "a" reflète indirectement la concentration de phytoplancton dans l'eau du lac.

#### Eutrophisation et stades trophiques

Le niveau de vieillissement du lac obtenu à partir des différents paramètres mesurés permet de le classer selon des stades trophiques. L'eutrophisation désigne les changements dans la productivité des eaux, c'est-à-dire l'augmentation de la production de matière organique en réponse à l'augmentation de la teneur des eaux en substances nutritives dissoutes. Le phénomène se déroule dans le temps à vitesse variable. Naturellement, avec le temps, le lac s'eutrophisera mais le processus d'eutrophisation peut s'accélérer à cause de la présence humaine.

Le stade oligotrophe: les lacs oligotrophes sont des lacs où la production est faible par suite d'une pauvreté réelle en substances nutritives entraînant une biomasse faible. Leurs eaux sont transparentes et leur profondeur est généralement élevée. La présence en toutes saisons d'une bonne concentration d'oxygène dissous dans l'ensemble de la masse d'eau permet aux organismes les plus exigeants (ex. les salmonidés) d'y vivre.

Le stade mésotrophe: situé entre les lacs oligotrophes et les lacs eutrophes, un stade intermédiaire peut être défini. Les lacs mésotrophes sont des lacs caractérisés par un déficit relatif en oxygène, un enrichissement en matière organique et une diminution de la transparence de l'eau. Le type mésotrophe n'est qu'un état transitoire car l'équilibre biologique du lac est en voie de transformation.

Le stade eutrophe: les lacs eutrophes sont généralement peu profonds, peu ou très peu transparents et riches en substances nutritives. Les déficits en oxygène dissous y sont fréquents dans la saison chaude, et les algues peuvent s'y développer. La prolifération des plantes aquatiques est grande et les espèces de poissons de moindre exigence sont dominantes.

### Plantes aquatiques

Une liste non exhaustive des plantes aquatiques submergées du lac a été dressée, selon les plantes vues dans le lac, aux endroits où le guide menait l'embarcation.

## Lac Xavier

### Sommaire des résultats

Accompagnateur/guide sur le lac: Monsieur Lucien Collin

Il y a peu de plantes aquatiques, la pente du littoral étant assez abrupte. Les plantes observées sont l'ériocaulon (*Eriocaulon septangulare*), du potamot (*Potamogeton* sp.) ainsi que des nénuphars (*Nuphar* sp.).

Présence de truites grises et arc-en-ciel rapportée, de même que des carpes (catostomes noirs) et des barbottes. Également rapportées, des moules et des écrevisses.

Le lac Xavier a une profondeur maximale d'environ 280 pieds. Pour effectuer les mesures et prélèvements d'eau, le bateau a été ancré à une profondeur d'environ 120 pieds (confirmée par sonar). Il faut mentionner qu'il a été difficile de maintenir le bateau en place et de faire les lectures en profondeur.

Le lac Xavier est thermiquement stratifié et la colonne d'eau est bien oxygénée jusque dans l'hypolimnion. La dernière lecture d'oxygène dissous dans l'eau, effectuée à 15 mètres de profondeur, indiquait plus de 95% de saturation.

La transparence de l'eau (plus de 8 mètres) est excellente. Les valeurs de phosphore total dans l'hypolimnion (3.8 ug/L) et de chlorophylle « a » en surface (0.75 µg/L) sont également excellentes.

**Tableau 1****Tableau des mesures physico-chimiques du lac Xavier**

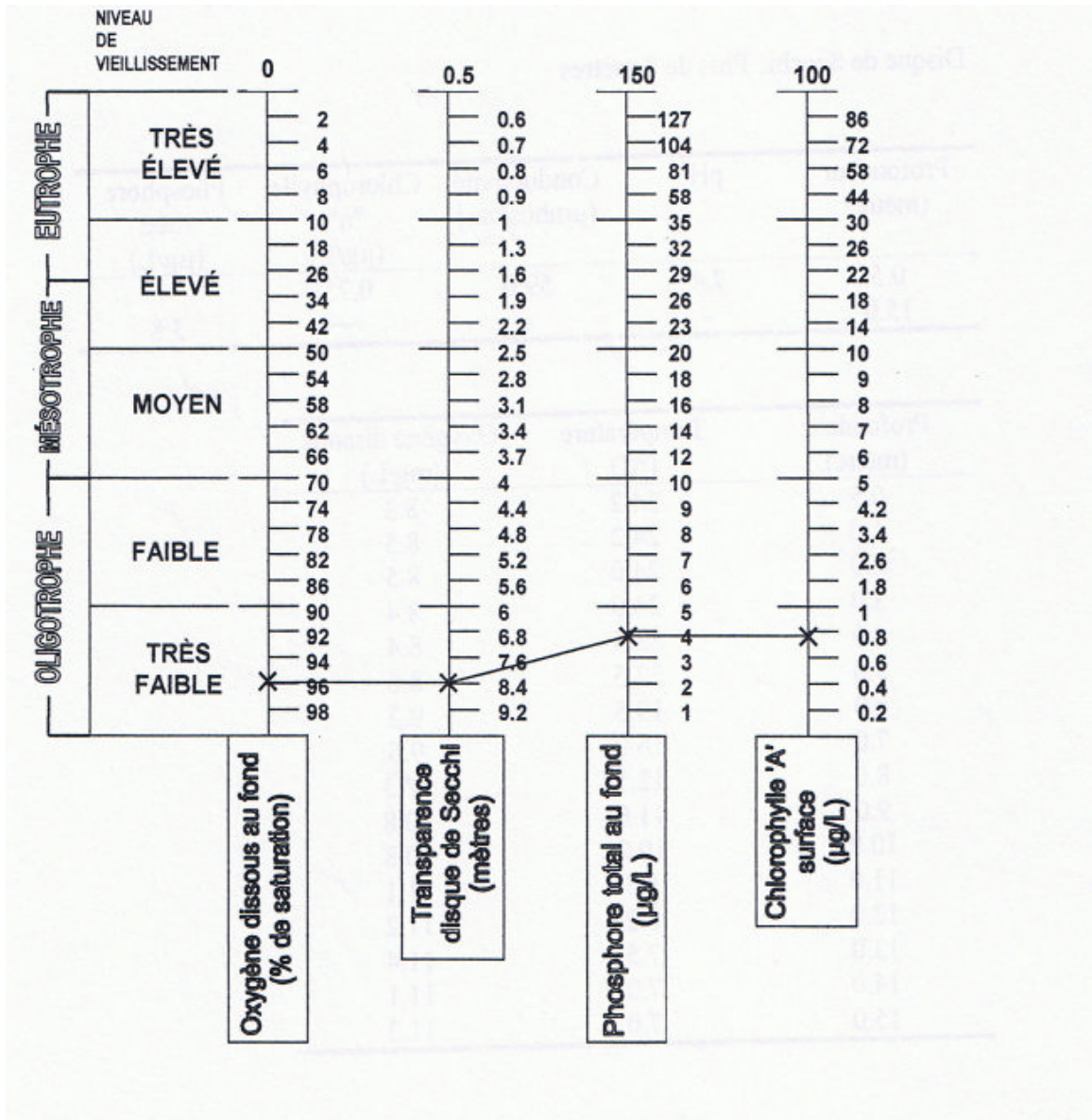
Valeurs de la température (°C), de l'oxygène dissous (mg/L), du pH, de la conductivité ( $\mu\text{mhos/cm}$ ), de la chlorophylle "a" ( $\mu\text{g/L}$ ), du phosphore total ( $\mu\text{g/L}$ ) et de la transparence de l'eau avec le disque de Secchi dans la colonne d'eau au-dessus de la zone la plus profonde du **lac Xavier**, le 5 août 2002.

Disque de Secchi: Plus de 8 mètres

Profondeur (mètre)	pH	Conductivité ( $\mu\text{mhos/cm}$ )	Chlorophylle "a" ( $\mu\text{g/L}$ )	Phosphore total ( $\mu\text{g/L}$ )
0.5	7.4	59.0	0.75	-
15.0	-	-	-	3.8

Profondeur (mètre)	Température (°C)	Oxygène dissous (mg/L)
0.5	24.2	8.3
1.0	24.2	8.5
2.0	24.0	8.5
3.0	24.0	8.4
4.0	23.5	8.4
5.0	22.5	8.6
6.0	19.5	9.2
7.0	16.0	9.6
8.0	12.5	10.3
9.0	11.0	10.8
10.0	10.0	10.8
11.0	8.5	11.1
12.0	8.2	11.2
13.0	7.5	11.4
14.0	7.0	11.1
15.0	7.0	11.3

## Diagramme de vieillissement du milieu aquatique du lac Xavier



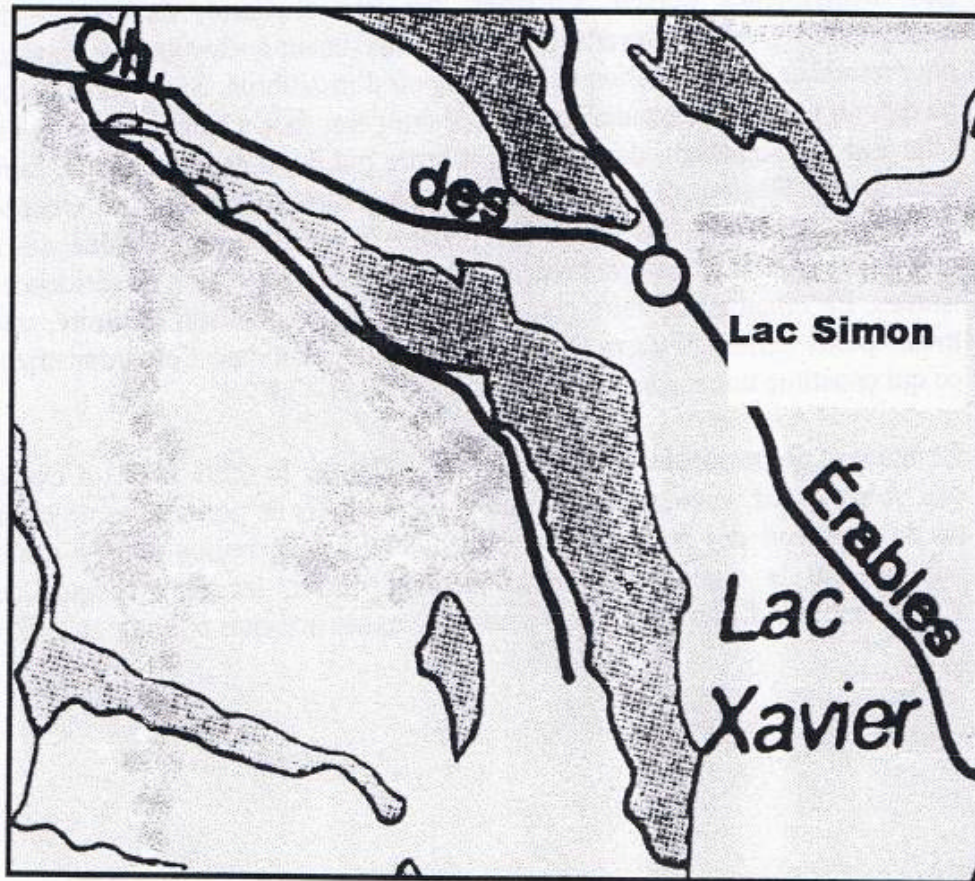


Figure 1: Carte du lac Xavier; le point désigne la station d'échantillonnage.

## Commentaires / Recommandations

Plusieurs mesures peuvent être prises pour garder le plus longtemps possible le lac Xavier dans son état actuel.

- L'entrée de sédiments dans le lac devrait être réduite au minimum.
- Les sédiments déjà déposés au fond du lac ne devraient en aucun cas être remis en suspension.
- Éviter les embarcations à moteur puissantes dans les zones peu profondes du lac.
- Les plantes aquatiques enracinées dans les sédiments ne devraient pas être arrachées.
- L'entrée de contaminants dans le lac, entre autres le phosphore et les sels de route, devrait être réduite au minimum.
- L'usage d'engrais devrait être interdit.
- Le myriophylle (*Myriophyllum spicatum*), une plante aquatique envahissante, est présente dans quelques lacs de la région. Les riverains doivent garder l'œil alerte pour détecter la présence de cette plante, qui doit être enlevée du lac (racines y compris, en évitant d'être fractionné) pour empêcher sa propagation. Les embarcations qui viennent d'un autre lac devraient être lavées, de même que les moteurs, pour éviter son établissement.

### Protection des rives, du littoral et des plaines inondables

Le Gouvernement du Québec a une Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (décret 103-96, 24 janvier 1996) qui a pour objectif :

- de maintenir et améliorer la qualité des lacs et cours d'eau en accordant une protection minimale adéquate aux rives, au littoral et aux plaines inondables;
- prévenir la dégradation et l'érosion des rives, du littoral et des plaines inondables en favorisant la conservation de leur caractère naturel;
- assurer la conservation, la qualité et la diversité biologique du milieu en limitant les interventions pouvant permettre l'accessibilité et la mise en valeur des rives, du littoral et des plaines inondables;
- dans la plaine inondable, assurer l'écoulement naturel des eaux et la sécurité des personnes et des biens et protéger la flore et la faune en tenant compte des caractéristiques biologiques de ces milieux;

- promouvoir la restauration des milieux riverains dégradés en privilégiant l'usage de techniques les plus naturelles possibles.

Afin de minimiser l'érosion des berges et l'entrée de sédiment dans le lac, une bande de protection d'un **minimum de trois (3) mètres** où la végétation est maintenue dans un état naturel doit être respectée pour les terrains qui bordent le lac ainsi que le long des cours d'eau du bassin versant qui se jettent dans le lac. Une ouverture de cinq (5) mètres peut être pratiquée pour permettre l'accès à l'eau.

En bordure des lacs et des cours d'eau, aucune construction ne doit être effectuée dans **la bande riveraine de protection de 10 ou de 15 mètres, dépendant de la pente de la rive**, calculée à partir de la ligne des hautes eaux.

### **Évacuation et traitement des eaux usées**

Au Québec, la Loi sur la Qualité de l'Environnement (L.Q.E.) fournit le cadre légal pour protéger et améliorer la qualité du milieu et en prévenir sa dégradation. Elle prescrit que nul ne doit émettre, déposer, dégager ou rejeter ni permettre l'émission, le dépôt, le dégagement ou le rejet dans l'environnement d'un contaminant au-delà de la quantité ou de la concentration prévue par règlement du gouvernement, ou qui est susceptible de porter atteinte à la vie, à la santé, à la sécurité, au bien-être ou au confort de l'être humain, de causer du dommage ou de porter autrement préjudice à la qualité du sol, à la végétation, à la faune ou aux biens.

Tous les citoyens se doivent de respecter la Loi sur la Qualité de l'Environnement qui donne également à tout citoyen le droit d'adresser une plainte à la municipalité pour dénoncer l'existence d'une nuisance et elle crée l'obligation à toute municipalité de visiter les lieux et de procéder à une enquête. Cette procédure garantit donc que l'on donnera suite à une plainte.

Le règlement Q-2, r.8 s'applique au traitement et à l'évacuation des eaux usées des résidences isolées et prévoit des normes de localisation par rapport aux cours d'eau, lacs, marais ou étangs, selon les différents types d'installations septiques qui doivent elles-mêmes être conformes aux normes du Règlement.

Les municipalités doivent s'assurer, sur leur territoire, du respect du règlement Q-2, r.8 et peuvent forcer un contrevenant à exécuter des travaux pour remédier à une situation de nuisance ou d'insalubrité. Si la municipalité ne répond pas aux demandes fondées de citoyens, face à l'obligation qui est faite aux municipalités, dans une loi d'ordre public, d'appliquer et de faire appliquer le Règlement sur son territoire, le Procureur général du Québec pourrait entreprendre des poursuites pénales contre une municipalité qui a permis le rejet dans l'environnement des eaux usées provenant de résidences isolées. En omettant de faire respecter le Règlement sur son territoire, une municipalité permet *de facto* le rejet d'un contaminant dans l'environnement ce qui constitue une infraction à l'article 20 de la L.Q.E.

En matière de nuisances et de causes d'insalubrité, le droit acquis n'existe pas. À cet égard, la cour a établi que le droit acquis ne permet pas de créer ou de maintenir des nuisances ou des situations dangereuses pour la santé publique ou la qualité de l'environnement. Enfin, les droits acquis ne s'attachent qu'à l'immeuble et ne couvrent pas ses activités polluantes.

### Littérature citée

- Lorenzen C.J. 1967. Determination of chlorophyll and pheo-pigments; spectrophometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12: 343-346.
- Mathieu P., P. Gentes et J.-P. Gauthier. 1979. L'âge des lacs. Méthode numérique d'évaluation de l'état trophique des lacs. Direction générale des eaux, Ministère des Richesses Naturelles, Gouvernement du Québec. 57 p.
- Protection des rives, du littoral et des plaines inondables: guide des bonnes Pratiques. Réalisé par le Service de l'aménagement et de la protection des rives et de littoral — Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune. Rédaction par Jean-Yves Goupil. Les Publications du Québec. 2002. 170 p.
- Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées, Q-2, R.8: guide d'interprétation et d'application. Préparé par le Service de l'expertise technique en eau de la Direction des politiques du secteur municipal du ministère de l'environnement. Chargé du projet: Michel Morissette. Les Publications du Québec. Octobre 2001. 150 p.
- Stainton M.P., M.J. Capel et F.A.J. Armstrong. 1977. The chemical analysis of freshwater. 2<sup>ième</sup> édition. *Can. Fish. Mar. Serv. Misc. Spec. Publ.* No 25.
- Wetzel R.G. 1975. *Limnology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, PA. 743p.

### Annexe 1

Tableau de la solubilité de l'oxygène dans l'eau en relation avec la température de l'eau (tiré de Wetzel 1975).

Température °C	Oxygène mg/L	Température °C	Oxygène mg/L
0	14.16	18	9.18
1	13.77	19	9.01
2	13.40	20	8.84
3	13.05	21	8.68
4	12.70	22	8.53
5	12.37	23	8.38
6	12.06	24	8.25
7	11.76	25	8.11
8	11.47	26	7.99
9	11.19	27	7.86
10	10.92	28	7.75
11	10.67	29	7.64
12	10.43	30	7.53
13	10.20	31	7.42
14	9.98	32	7.32
15	9.76	33	7.22
16	9.56	34	7.13
17	9.37	35	7.04