
Lac Duhamel

Résultats, interprétation et recommandations
Août 2004

TABLE DES MATIÈRES

1. GÉNÉRALITÉ	1
1.1 Morphométrie du lac.....	1
1.2 Hydrologie du lac et du bassin versant	3
1.3 Physico-chimie	4
1.4 Cote trophique.....	9
1.5 Relevés de foyers d'érosion	9
1.6 Relevés de la végétation aquatique	10
2. CONCLUSION	12
3. BIBLIOGRAPHIE	13

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Paramètres morphométriques du lac Duhamel.....	1
Tableau 2. Paramètres hydrologiques du lac Duhamel et de son bassin.....	3
versant	
Tableau 3. Liste des paramètres analysés dans le cadre de l'état de.....	4
référence de la qualité de l'eau du lac Duhamel en 2004	

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Carte bathymétrique du lac Duhamel.....	2
Figure 2. Résultats des différents paramètres physico-chimiques <i>in-situ</i>	5
effectués au lac Duhamel	
Figure 3. Résultat de la conductivité <i>in-situ</i> effectuée au lac Duhamel.....	7
Figure 4. Inventaire de l'érosion et des herbiers aquatiques.....	11
au lac Duhamel, 2004	

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1. Résultats bruts d'analyses laboratoire, Août 2004.....	14
Annexe 2. Résultats bruts d'analyses <i>in-situ</i> , Août 2004.....	15

1. GÉNÉRALITÉ

Le lac Duhamel est alimenté par un bassin hydrographique de superficie réduite (2.8 km² incluant le lac). Celui-ci occupe 18.4% de l'ensemble du bassin versant. Il est composé d'un tributaire et d'un émissaire. De façon générale, le couvert forestier autour du lac est composé d'érablières matures du côté nord alors que la portion sud se caractérise par de jeunes peuplements. Le dépôt de surface est majoritairement constitué de till au sud et par un substrat rocheux avec sols minces au nord. Notons la présence de la route 117 longeant le versant sud du lac.

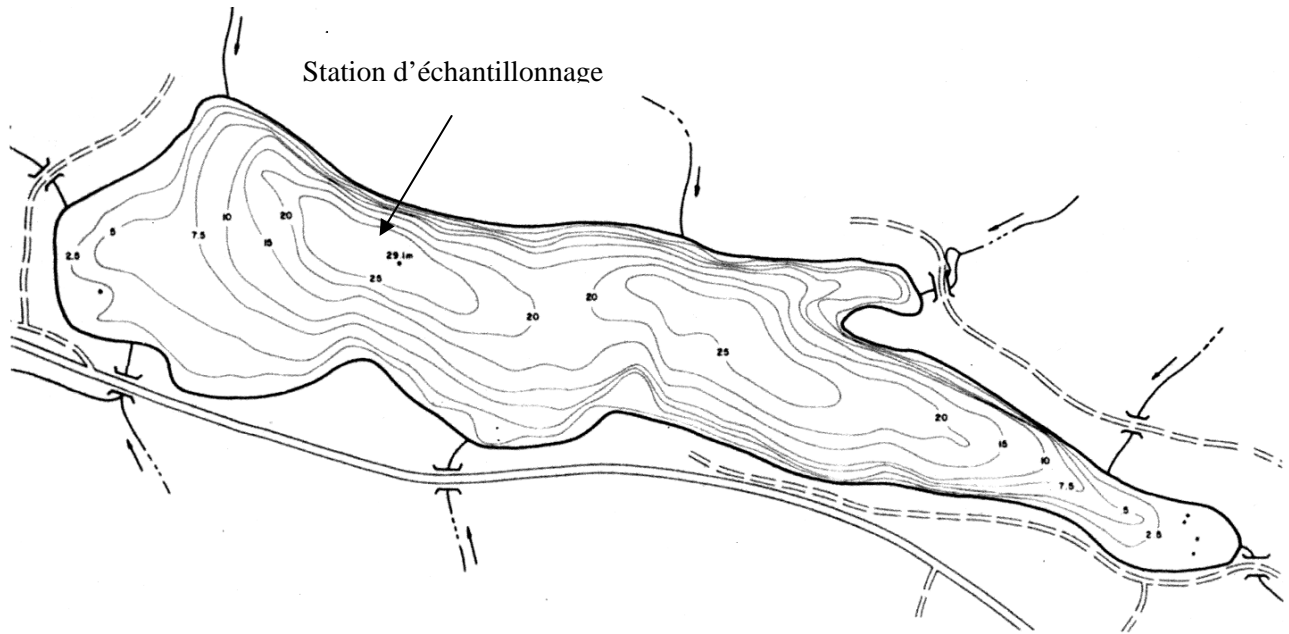
1.1 Morphométrie du lac

Les données morphométriques proviennent de la FAPAQ, du plan directeur de la Ville de Mt-Tremblant ou mesurées à partir des documents topographiques. Les données sont présentées au tableau 1 alors que la carte bathymétrique (Figure 1) se retrouve à la page suivante.

Tableau 1. Paramètres morphométriques du lac Duhamel

PARAMÈTRES	VALEUR	FORMULE / MÉTHODE	SIGNIFICATION
Altitude	256 m	Carte topographique	Altitude par rapport au niveau de la mer
Superficie (S)	0,52 km ²	Carte topographique	Superficie du plan d'eau
Périmètre (P)	4.60 km	Carte topographique	Périmètre de rivage
Longueur maximale (L)	1.94 km	Carte topographique	Longueur maximale sans quitter l'eau
Indice de développement du périmètre (Dp)	1.799	$Dp = P/2\sqrt{3,14S}$	Degré de sinuosité d'un rivage
Profondeur maximale (Z)	29 m	Echosondeur	Profondeur maximale de la colonne d'eau
Profondeur moyenne (Zm)	11.6 m	Bourassa et Joly 1977	Profondeur moyenne de la colonne d'eau
Volume du lac (V)	6 170 000 m ³	$V=Zm \times S$	Volume calculé du plan d'eau

Le lac Duhamel est un lac de tête de superficie moyenne (0,52 km² ou 52 ha). Sa longueur maximale est de 1.94 km avec un périmètre de 4.6 km. On note une colonne d'eau maximale de 29 mètres et une profondeur moyenne de 11.6 mètres. Le profil bathymétrique indique que le lac est de forme conique avec des pentes concaves. Son contour est faiblement sinueux. Le volume total en eau est de 6 170 000 m³.



Fourni par le Ministère des Richesses Naturelles

Les isobathes sont exprimées en mètres

BIOFILIA
CONSULTANTS EN
ENVIRONNEMENT

PROJET: Surveillance des lacs Lac Duhamel, Mont-Tremblant	TITRE: Carte Bathymétrique	Figure 1
DATE : 1 septembre 2004	ÉCHELLE: 1 : 11 700	DOSSIER : 2004-1144
CONCEPTION : Geneviève Ouimet, biologiste		

1.2 Hydrologie du lac et du bassin versant

Les données concernant l'hydrologie du lac et de son bassin versant nous permettent d'estimer la fragilité du lac et de ses habitats face aux modifications anthropiques du territoire. Le taux de renouvellement d'un lac influence la qualité de son eau et de son processus de vieillissement. Un taux de renouvellement adéquat permet de restreindre l'accumulation de nutriments et des charges particulières, ce qui assure une conservation accrue de l'écosystème. Les paramètres relatifs à l'hydrologie du lac et de son bassin versant sont présentés au tableau 2.

Tableau 2. Paramètres hydrologiques du lac Duhamel et de son bassin versant

PARAMÈTRES	VALEUR	FORMULE / MÉTHODE	SIGNIFICATION
Superficie du bassin versant (Ab)	2.8 km ²	Carte topographique	Surface totale (territoire) du bassin versant
Superficie du lac (Al)	0,52 km ²	Carte topographique	Superficie du plan d'eau
Débit spécifique (Qs)	0.02 m ³ /sec	Données du MENV	
Module à l'exutoire (Q)	6 300 000 m ³ /année	$Q = Qs \times A \times 3,156 \cdot 10^7$	Débit moyen annuel à l'exutoire du lac
Temps de renouvellement du lac (T)	2.12 années	$T = V / Q$	Temps de renouvellement complet du volume d'eau du lac
Rapport profondeur moyenne / T (ZmT)	5.47	$ZmT = Zm / T$	Capacité de récupération d'un lac

Le régime hydrique du lac Duhamel est peu documenté. Par contre, il a été possible d'estimer le module à l'exutoire en tenant compte de la pluviométrie moyenne annuelle ainsi que la superficie du bassin versant et du lac. Le taux de renouvellement des eaux du lac se fait aux 2 ans, ce qui le rend vulnérable à l'eutrophisation de par sa modeste capacité de récupération (5.47).

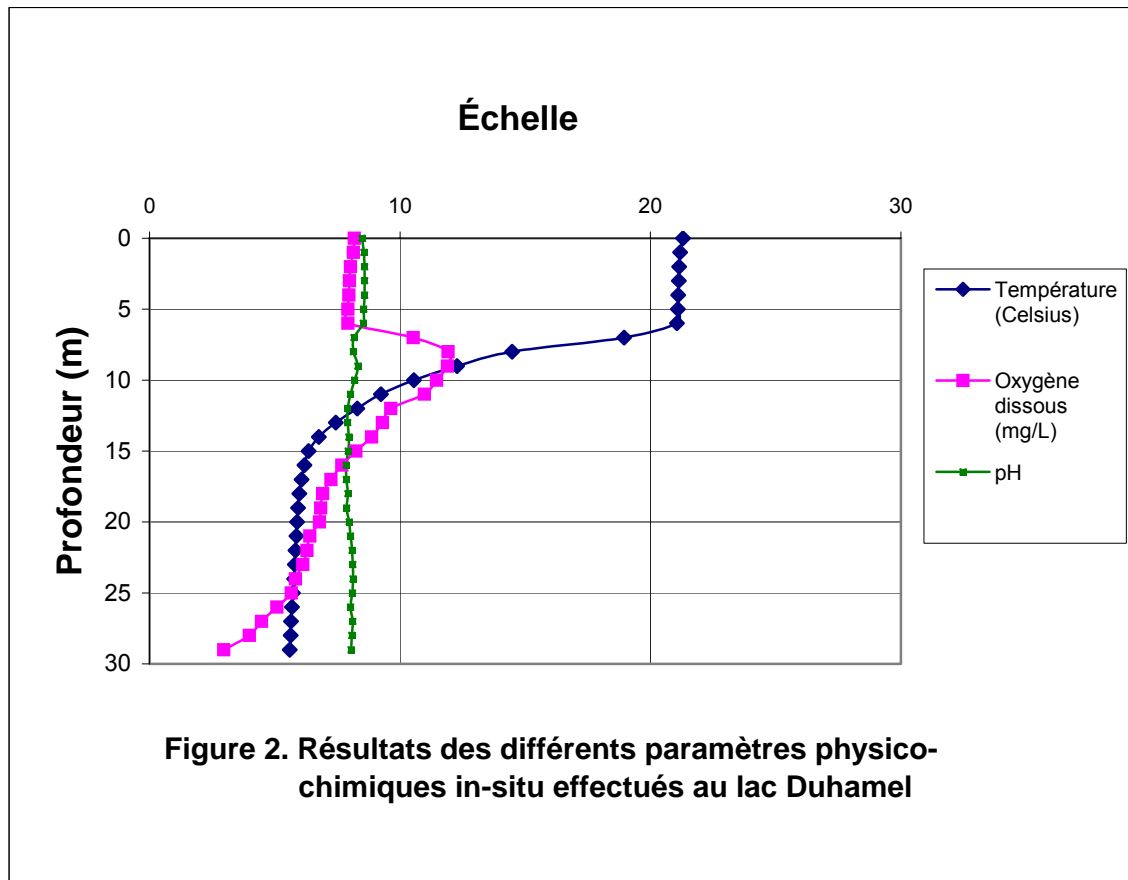
1.3 Physico-chimie

Plusieurs études ont déjà été effectuées sur le lac Duhamel par la firme EXXEP Environnement, le Réseau Inter-lacs et par Pierre L. Landry. Ces résultats antérieurs nous permettent d'évaluer l'évolution de celui-ci. Voici les résultats de laboratoire (tableau 3) pour les différents paramètres physico-chimiques étudiés (annexe I):

Tableau 3. Liste des paramètres analysés dans le cadre de l'état de référence de la qualité de l'eau du lac Duhamel en 2004.

Paramètres	Valeur	Unités
Descripteurs physiques		
Conductivité	267	(uS/cm)
pH	7,3	
Couleur vraie	5	(UCV)
Turbidité	<0.09	(UTN)
Tannin-Lignine	0,12	(mg/L)
Dureté	60	(mg/L CaCO ₃)
Transparence	8,93	(m)
Métaux		
Cuivre	0,09	(mg Cu/L)
Fer	0,025	(mg Fe/L)
Manganèse	0,033	(mg Mn/L)
Descripteurs biologiques		
Chlorophylle a	0,605	(ug/L)
Substances nutritives		
Nitrites-Nitrates	<0.02	(mg/L de N)
Carbone organique total	2,8	(mg/L de C)
Phosphore total à la surface	<0.009	(mg/L de P)
Phosphore total au fond	0,016	(mg/L de P)
Ions majeurs		
Chlorures	48	(mg/L de Cl)
Alcalinité	40	(mg/L de CaCO ₃)
Indice de Carlson	32,98	Échelle de 0 à 100
Transparence	28,41	
Phosphore total à la surface	35,85	
Chlorophylle a	34,67	

Le lac Duhamel possède une forte stratification thermique (annexe II). L'épilimnion (entre 0 et 6 mètres) se caractérise par des températures avoisinant 21°C. La température chute de façon importante (de 21 à 8°C) dans la thermocline (située entre 7 et 11 mètres), alors que l'hypolimnion présente des températures relativement homogènes (8 à 5°C). Les études antérieures de Boudrias semblent démontrer sensiblement la même courbe depuis 1999.

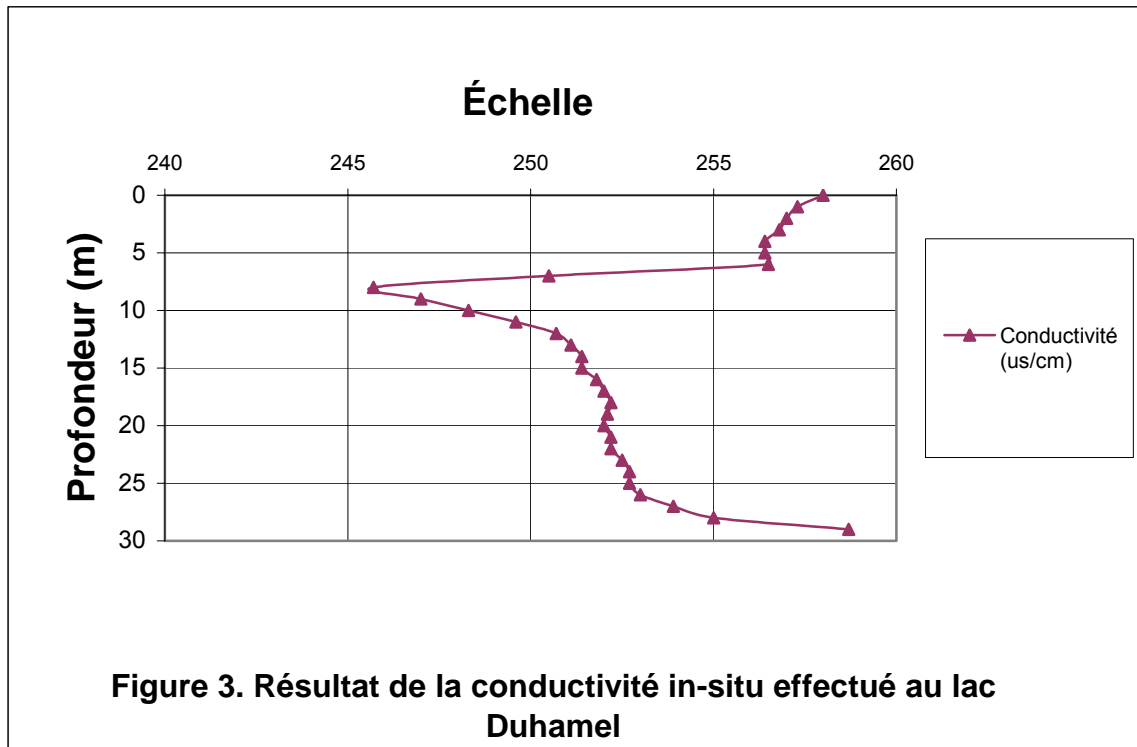


Les résultats de l'oxygène dissous montrent une distribution verticale de type clinograde (figure 2). On retrouve des concentrations de 7.92 à 8.18 mg/L d'oxygène dissous dans l'épilimnion; soit environ 95% de saturation. Dans le métalimnion, les concentrations augmentent légèrement pour atteindre des niveaux avoisinant 11.00 mg/L. Par la suite, les concentrations diminuent graduellement passant de 9.64 mg/L (12 mètres) à 2.96 mg/L (29 mètres). La seule étude qui rapporte des valeurs d'oxygènes dissous prises dans l'hypolimnion est celle d'EXXEP (2002). Celle-ci indique qu'en 1995 les taux d'oxygène dissous se situaient à près de 4 mg/L, alors que ceux obtenus en 2002 étaient de 7 mg/L (profondeur indéterminée). Les taux d'oxygène obtenus en 2004 sont inférieurs à ceux enregistrés au fond du lac en 2002, mais similaires à ceux obtenus en 1995. Par contre, en calculant la moyenne de l'oxygène dissous dans la colonne d'eau de l'hypolimnion (6.8 mg/L), on obtient des résultats similaires à ceux enregistrés par EXXEP en 2002.

Les valeurs de pH enregistrées dans l'épilimnion oscillent entre 8.48 et 8.53 alors que celles obtenues dans l'hypolimnion sont légèrement inférieures (8.00). Ces résultats témoignent d'une eau alcaline, mais conforme aux normes du Ministère de l'Environnement. Selon les analyses du laboratoire, le pH de l'échantillon intégré indique une eau presque neutre se situant à 7.3. Selon l'étude de Landry en 1994, on ne note aucune modification de la valeur du pH (7.4) dans colonne d'eau.

Au lac Duhamel, la conductivité est considérée élevée selon les analyses *in-situ* et de laboratoire (figure 3). Celle-ci demeure stable tout le long de la colonne d'eau passant de 258.0 us/cm à la surface à 258.7 us/cm au fond. On note une légère baisse de celle-ci dans le métalimnion (245.7 us/cm). Le résultat de l'échantillon intégré effectué par le laboratoire indique 267 us/cm. Le plan d'eau possède donc une forte salinité. Aucune donnée antérieure n'est disponible pour l'analyse de l'évolution de ce paramètre au lac Duhamel.

Les chlorures étant compris dans la conductivité, ceux-ci ont été analysés à part afin d'évaluer l'impact des sels de déglacement sur le lac. Pour le lac Duhamel, les chlorures se retrouvent en concentration modérée (48 mg/L) mais ne dépassant aucunement les critères de toxicité de la vie aquatique (230 mg/L). Selon l'étude de Landry (1994), on ne note aucune augmentation significative des chlorures puisque les concentrations étaient similaires à cette époque (41 mg/L).



La transparence de l'eau du lac Duhamel est évaluée à 8.93 mètres. D'après Wetzel (1983), la valeur de transparence obtenue au lac Duhamel est caractéristique des lacs oligotrophes. Depuis 1994, la transparence est demeurée stable, voir même augmenté légèrement (environ 50 cm) depuis 2002. La transparence de l'eau respecte le critère du Ministère de l'Environnement du Québec fixé à 1.2 m pour la protection des activités récréatives et des aspects esthétiques.

Au tableau 3, on peut constater que la coloration de l'eau est faible. Donc, très peu de substances dissoutes ou en suspension se retrouvent dans l'eau. Aucune donnée antérieure n'est disponible pour l'analyse de l'évolution de ce paramètre au lac Duhamel.

La turbidité est très faible (<0.09 UTN) par rapport aux critères du Ministère de l'Environnement (2 UTN), ce qui indique une faible quantité de matières organiques et inorganiques en suspension. Il en est de même pour les tannins-lignine (0.12 mg/L) qui suggèrent une décomposition végétale normale dans le lac. Le résultat de la dureté (60 mg/L CaCO₃) est élevé par rapport à la normalité des lacs du bouclier canadien (entre 5 et 40 mg/L de CaCO₃). Aucune donnée antérieure n'est disponible pour l'analyse de l'évolution de ces paramètres au lac Duhamel.

Les concentrations en phosphore sont beaucoup plus élevées au fond (0.016 mg/L) qu'à la surface (<0.009 mg/L); signe d'une forte décomposition de matières organiques dans l'hypolimnion. Les concentrations en phosphore à la surface sont conformes aux normes du Ministère de l'Environnement fixées à 0.02 mg/L. D'après Wetzel (1983), la valeur de phosphore total à la surface obtenue au lac Duhamel est caractéristique des lacs oligotrophes. La concentration en phosphore total en surface est demeurée inchangée depuis 1999. Par contre, aucune donnée antérieure n'est disponible pour l'analyse de l'évolution du phosphore total au fond du lac Duhamel.

Les taux de nitrites-nitrates sont faibles (<0.02 mg/L), respectant les critères de qualité de l'eau du Ministère de l'Environnement fixés à 10 mg/L. La concentration en nitrates est demeurée inchangée depuis 1994.

Le taux de carbone organique total (2.8 mg/L) dans la colonne d'eau est faible malgré la production végétale importante provenant des herbiers de myriophylles à épi. Aucune donnée antérieure n'est disponible pour l'analyse de l'évolution de ce paramètre au lac Duhamel. La teneur en carbone organique total respecte les critères de la qualité de l'eau du Ministère de l'Environnement fixés à 3 mg/L dans le cas de l'eau potable.

L'alcalinité, pour sa part, signale que le lac Duhamel possède une capacité tampon normale (40 mg/L) par rapport aux lacs du bouclier canadien (entre 5 et 50 mg/L de CaCO₃), traduisant une faible sensibilité à l'acidification.

Les résultats obtenus pour la chlorophylle « a » indiquent une faible productivité primaire (0.605 ug/L) dans le lac. D'après la classification de l'état trophique des lacs, la concentration en chlorophylle « a » observée au lac Duhamel correspond à un niveau trophique oligotrophe. Depuis 1999, la concentration en chlorophylle a diminué. On retrouvait des valeurs de 1.2 ug/L en 1999 et de 0.9 ug/L en 2002.

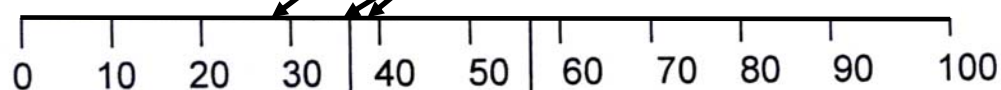
Le fer est présent en faible quantité ; soit 0.025 mg Fe/L (seuil limite de 0.3 mg/L, Ministère de l'Environnement). Les valeurs obtenues en 1994 (0.1 mg/L) étaient quatre fois supérieures à celles de 2004.

Les concentrations de manganèse obtenues (0.033 mg Mn/L) sont inférieures à celles établies par le Ministère de l'Environnement pour l'eau potable (0.05 mg Mn/L). Aucune donnée antérieure n'est disponible pour l'analyse de l'évolution de ces paramètres au lac Duhamel.

1.4 Cote trophique

Indice de Carlson (moyenne)	32,98
Transparence	28,41
Phosphore total à la surface	35,85
Chlorophylle a	34,67

Échelle quantitative



Échelle qualitative

Oligotrophe

Mésotrophe

Eutrophe

L'indice de la transparence du lac Duhamel correspond au statut trophique oligotrophe (selon la classification des indices TSI). L'indice pour le phosphore total suggère un statut oligotrophe tandis que l'indice de la biomasse de chlorophylle « a » obtenu révèle aussi un statut oligotrophe. En 1999, le lac Duhamel avait été classé oligo-mésotrophe selon l'évaluation trophique de Carlson (Boudrias). Sa cote s'est améliorée depuis 2000. Il est donc demeuré presque inchangé depuis les 4 dernières années.

En résumé, le statut trophique du lac Duhamel correspond à un stade **oligotrophe**. Cette conclusion s'appuie sur les trois indices qui montrent une grande transparence des eaux, une faible biomasse phytoplanctonique et des concentrations faibles en phosphore.

1.5 Relevés de foyers d'érosion

À ce jour, environ 70% de l'encadrement forestier du lac Duhamel est déboisé et aménagé pour faire place aux résidences isolées et au réseau routier.

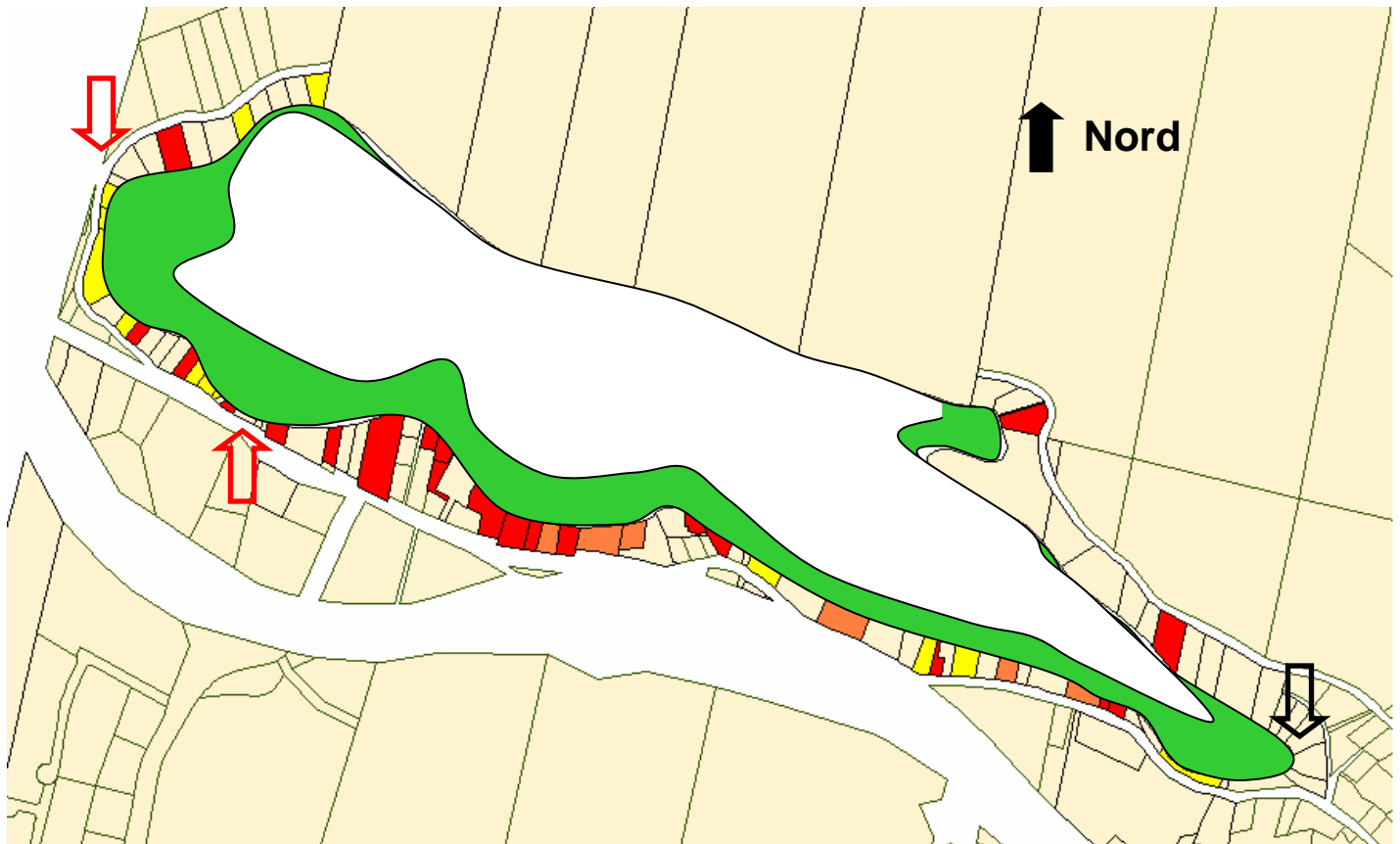
Aucun foyer d'érosion important n'a été décelé au pourtour du lac Duhamel. Par contre, on note un déboisement excessif sur la majorité des terrains du versant sud et ouest du lac, où l'on retrouve des surfaces gazonnées jusqu'aux berges. Par ailleurs, la portion nord du lac conserve un aspect naturel dû à la présence de flancs rocheux non propices au développement immobilier.

1.6 Relevés de la végétation aquatique

On décrit la zone photique comme étant la partie du lac où la profondeur de la colonne d'eau est assez faible pour permettre aux rayons du soleil d'atteindre le fond. Ainsi, seule cette partie du lac peut offrir un habitat propice au développement des plantes aquatiques. Au-delà de cette profondeur, la lumière est absorbée dans la colonne d'eau, empêchant tout développement d'herbiers et de plantes aquatiques.

Le myriophylle à épi se retrouve dans l'ensemble de la zone photique du lac Duhamel (figure 4). On note sa présence dans des profondeurs allant jusqu'à 6 mètres. Cette bande est cependant moins large sur la berge nord dû à la topographie accidentée (substrat rocheux et profondeur). On note une densification de cette plante dans les extrémités est et ouest du lac. L'accumulation de sédiments et les faibles profondeurs en sont la cause. En effet, on retrouve une quantité importante de sédiments au delta du tributaire situé dans la baie ouest. Ce dernier draine le flanc sud du lac et notamment l'eau de ruissellement de l'autoroute 117. Dans le passé, une grande quantité de sédiments provenant de l'autoroute a été transportée via ce cours d'eau. Par contre, dans les années antérieures, le Ministère des Transport a aménagé un bassin de captage en marge de l'autoroute, permettant de limiter la mobilisation des sédiments dans ce cours d'eau.

Le lac Duhamel possède une faible variété de plantes aquatiques probablement causée par la présence compétitive du myriophylle à épi. Néanmoins, on peut observer la présence de l'ériocaulon septangulaire (*Eriocaulon septangulare*) de façon clairsemée autour du lac ainsi que du potamot à larges feuilles (*Potamogeton amplifolius*) qui accompagne le myriophylle à épi à plusieurs endroits.



Carte fournie par le département en environnement,
Ville de Mont-Tremblant

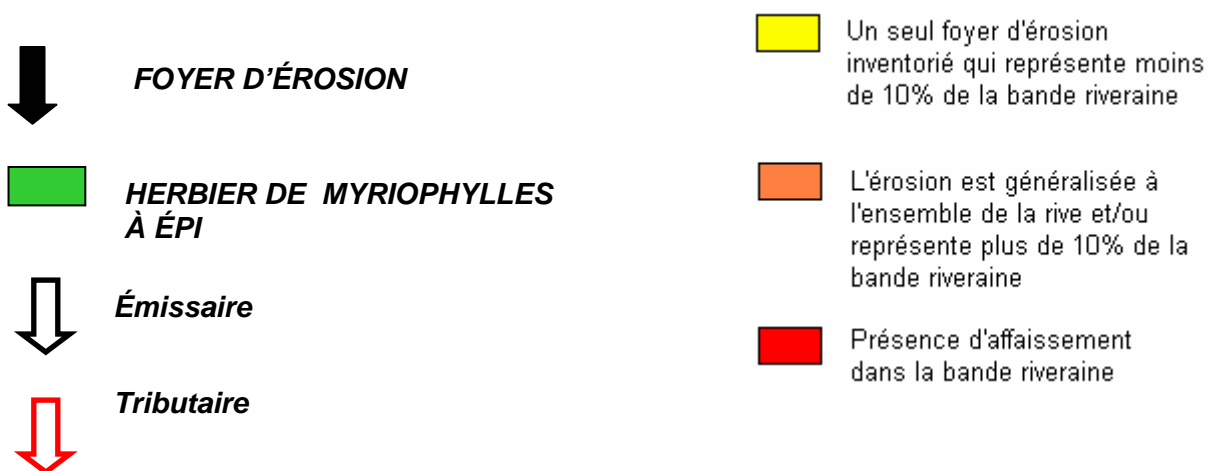


Figure 4. Inventaire de l'érosion et des herbiers aquatiques au lac Duhamel, 2004

2. CONCLUSION

De façon générale, le lac Duhamel ne semble pas s'être détérioré depuis 1994 malgré la présence importante d'herbiers de myriophylles à épi.

Le lac Duhamel est un lac oligotrophe avec un hypolimnion ne présentant aucun déficit en oxygène dissous en période estivale.

La transparence a légèrement augmentée depuis 2002, ce qui peut s'expliquer par la diminution de la chlorophylle « a ». La masse phytoplanctonique est directement soumise à la concentration de phosphore dans l'eau. Ainsi, la diminution de la concentration de phosphore en surface, induite par l'augmentation du myriophylle, limite la productivité phytoplanctonique.

Dans les conditions actuelles, la qualité de l'eau du lac Duhamel rencontre tous les critères de qualité établis pour la protection de la vie aquatique. Cependant, il convient de porter une attention particulière à la présence des sels de déglçage dans les eaux du lac. En effet, ils peuvent limiter la capacité du lac à garder son équilibre. Comme aucune autre étude antérieure n'a traité l'analyse de ce paramètre, il est impossible de déterminer la variation de ce paramètre dans le temps et valider l'effet relié à la présence de l'autoroute 117. Un suivi régulier des concentrations de chlorures est recommandable afin de détecter les hausses trop importantes, le cas échéant.

Une surveillance particulière devrait être effectuée au tributaire principal du lac Duhamel. Dans le passé, ce ruisseau semblait être la source d'un apport exagéré de sédiments et de minéraux à l'eau du lac Duhamel. L'ensablement important du delta a occasionné une perte d'habitat aquatique ainsi qu'une diminution de la colonne d'eau, permettant un développement important du myriophylle à épi. Afin que ce phénomène ne se reproduise plus, il serait souhaitable de vérifier annuellement le bon fonctionnement du bassin de captage réalisé par le MTQ en marge de l'autoroute.

Poursuivre la campagne de reboisement et de revégétalisation des rives initiée en 2001 par la Ville est fortement recommandé. Le reboisement permettrait de limiter l'apport de substances nutritives dans le lac et de réduire l'ensoleillement de la zone littorale. L'ombrage permettra de maintenir la température de l'eau plus basse et limitera le développement du myriophylle à épi (photosynthèse)

Le statut du lac Duhamel est demeuré inchangé depuis les quatre (4) dernières années. Le lac se classe comme étant oligotrophe avec une valeur de 33 sur l'échelle de Carlson.

3. BIBLIOGRAPHIE

Boudrias, Dany, 1999. Rapport final, lac Duhamel. Le réseau Inter-Lac. 14 pages.

Boudrias, Dany, 2000. Rapport final, lac Duhamel. Le réseau Inter-Lac. 7 pages.

Del Degan, Massé et ass. Inc. 2003. Plan directeur en environnement de la Ville de Mont-Tremblant, Tome 1, Caractérisation de l'environnement. 162 pages et 5 annexes.

Théberge, A. et S. Arsenault. 2002. Inventaire du charançon *Euhrychiopsis lecontei* dans les herbiers de myriophylle à épi des lacs Maskinongé, Ouimet et Duhamel. Document préparé pour la Ville de Mont-Tremblant par EXXEP Environnement, Québec, 37 pages et 5 annexes.

ANNEXE I

***Résultats bruts d'analyses laboratoire
Août 2004***

ANNEXE II

***Résultats bruts d'analyses in-situ
Août 2004***
