

**Projet de caractérisation des rives du Lac Tremblant
Rapport d'échantillonnage – Été 2015**

Rapport élaboré par Sara Mercier-Blais, biol., M.Sc.

À la demande de l'Association Lac Tremblant



Suite à l'échantillonnage effectué par Mackenzie Gervais durant l'été 2015

Juillet 2016

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Depuis quelques années, la popularité des wakeboats parmi les plaisanciers nautiques augmente continuellement sur de nombreux lacs du Québec, dont le Lac Tremblant. De plus en plus de résidents de bord de lac et d'associations de lac s'inquiètent de l'impact éventuel du passage de tels bateaux sur les rives des lacs.

L'objectif du projet est de caractériser (étudier) les rives du Lac Tremblant et de déterminer de manière préliminaire la sensibilité de ses rives au passage de bateau de type wakeboat. Le projet a été réalisé à l'été 2015 au Lac Tremblant, à la demande de l'Association Lac Tremblant et a permis de mesurer pour 242 sites différents:

Le type de sédiments : Plus les sédiments sont fins, plus ils sont à risque de resuspension et d'érosion.

La pente du littoral : Plus la pente est aigue, plus le littoral est à risque de resuspension des sédiments.

Le type de bandes riveraines : Plus la bande riveraine est stable (stabilisée par un bon système de racine naturelle), moins la rive sera à risque.

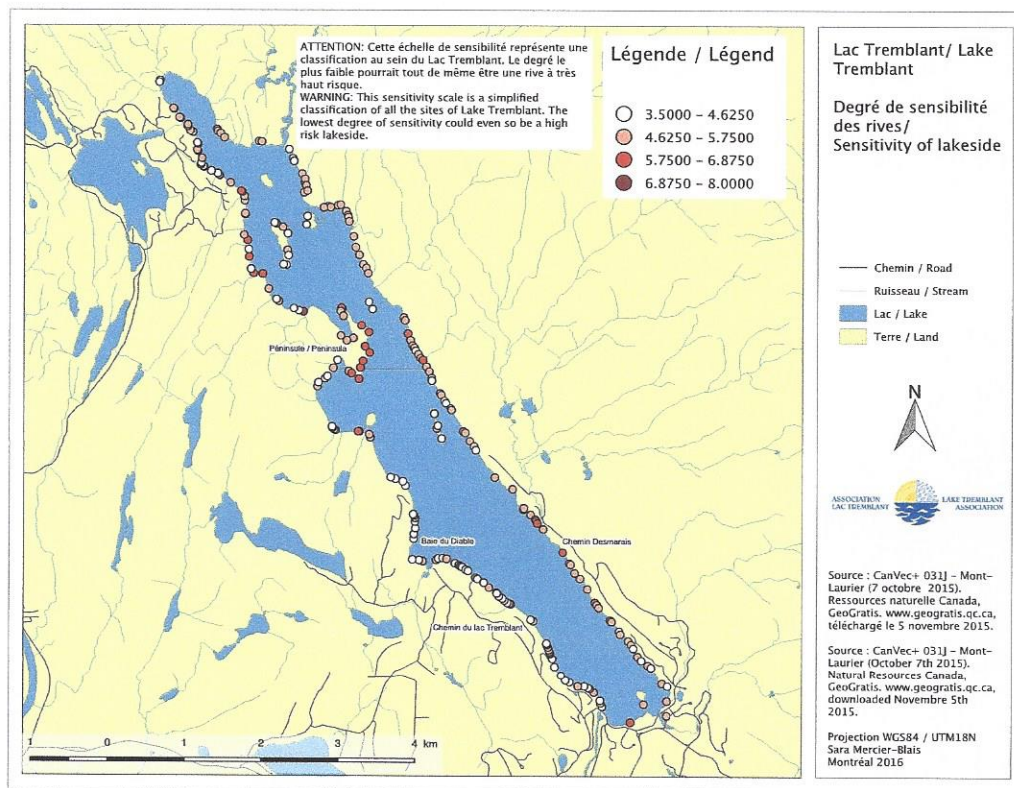
L'exposition au vent : Si une rive est exposée naturellement à de fortes vagues, l'arrivée de vagues de wakeboats aura moins d'influence sur celle-ci que sur une rive habituée à des conditions calmes.

Ces 4 différents éléments sont reconnus comme étant tous reliés à l'érosion des berges et facilement mesurables. Ils ont donc été choisis dans le but de mieux comprendre l'influence des vagues de wakeboats sur les rives du Lac Tremblant.

Les principales conclusions de cette partie du projet sont les suivantes :

- Selon l'échelle de sensibilité développée pour le Lac Tremblant, le secteur de la péninsule ainsi que le rivage longeant le Chemin Desmarais seraient les zones les plus à risque d'être altérées par les vagues créées par le passage de wakeboats.

- Les secteurs avec un littoral en pente douce à modérée et de fortes vagues présentes de manière naturelle sont des zones moins sensibles par le passage des wakeboats.
- Suite à l'analyse des résultats du présent projet et d'une comparaison avec une étude similaire aux lacs Memphrémagog et Lovering, le Lac Tremblant est un lac susceptible d'être altéré par les vagues de wakeboats et une limitation tel que proposée par l'Association Lac-Tremblant en Mai 2015 serait une solution envisageable pour la conservation des rives.



*** Le degré de sensibilité présenté dans ce rapport représente une classification des risques au sein du Lac Tremblant. Le site le moins à risque selon nos résultats pourrait tout de même être à haut risque. De plus amples études seraient nécessaires pour quantifier de manière précise l'impact du passage de wakeboats au Lac Tremblant.

Table des matières

1. Introduction et description générale du Lac Tremblant
2. Méthodes d'échantillonnage
 - 2.1. Caractérisation de la pente du littoral
 - 2.2. Caractérisation des sédiments du littoral
 - 2.3. Données météorologiques
 - 2.4. Exposition au vent : Fetch du lac et de chaque site
3. Caractérisation générale des rives
 - 3.1. Exposition au vent et pente du littoral
 - 3.2. Type de sédiments
 - 3.3. Type de bandes riveraines
4. Degré de sensibilité préliminaire des rives
5. Influence du passage de wakeboats sur les rives du Lac Tremblant
6. Recommandations
7. Références

1. Introduction et description générale du Lac Tremblant

Depuis quelques années, de nouveaux sports aquatiques émergent dans nos cours d'eau. Notamment, la popularité des wakeboats parmi les plaisanciers nautiques augmente continuellement sur de nombreux lacs du Québec, dont au Lac Tremblant. La configuration de ces embarcations peut créer une vague suffisamment haute qui permet aux adeptes de « surfer » à l'arrière de cette embarcation soit sur un wakesurf ou sur un wakeboard. En faisant du wakesurfing, le surfeur n'est pas attaché au bateau, mais il surfe derrière le sillage de celui-ci sur une planche très ressemblante à une planche de surf normale. Dans le cas du wakeboard, la personne surfe derrière le bateau en restant attachée à celui-ci en tout temps sur une planche ressemblant beaucoup plus à une planche de snowboard comportant des chausses. Par contre, ces vagues immenses produites sur le lac se rendent tranquillement jusqu'à la rive, où elles peuvent causer des dommages considérables, par la grande quantité d'énergie accumulée dans celle-ci.

De plus en plus de résidents de bord de lac et d'associations de lac s'inquiètent de l'impact éventuel de ces vagues sur les rives des lacs, entre autre sur la remise en suspension des sédiments et l'érosion des berges. L'Association Lac Tremblant a donc initié des démarches pour caractériser les rives du Lac Tremblant dans le but futur de mieux comprendre l'impact des vagues de wakeboats sur les rives de son lac et éventuellement, de déterminer les zones les plus à risque d'érosion prématurée et de destruction des berges. La première étape de ce projet consiste donc à la caractérisation des rives du lac et à l'identification de zones plus à risques. Lors de l'été 2015, une (1) stagiaire a été embauchée pour débiter la caractérisation des rives du Lac Tremblant.

Le Lac Tremblant est un lac oligotrophe (pauvre en nutriment, GENIVAR, 2012) ayant une superficie de 9.58 km² et une profondeur moyenne de 23.5 m (Biofilia 2004). La température annuelle moyenne de la région est de 4°C, avec une moyenne estivale (Mai à Octobre) de 18°C et les précipitations annuelles sont de 1093 mm (Gouvernement du Canada 2016). Il expérimente en moyenne des vents de 3.2 km/h durant la période libre de glace (Mai à Octobre). Étant donné la grandeur du lac et son positionnement approximativement du Nord-Ouest Sud-Est, le vent dominant provenant en moyenne de 16° à l'est du nord s'accroît à la surface du lac, créant des vagues considérables dans certaines zones du lac.

2. Méthodes d'échantillonnage

Avec la présence d'une (1) stagiaire pour une période de six (6) semaines à l'été 2015, la première saison d'échantillonnage a permis d'échantillonner deux cents quarante-deux (242) sites (Figure 1), entre le 27 juillet et le 20 août 2015.

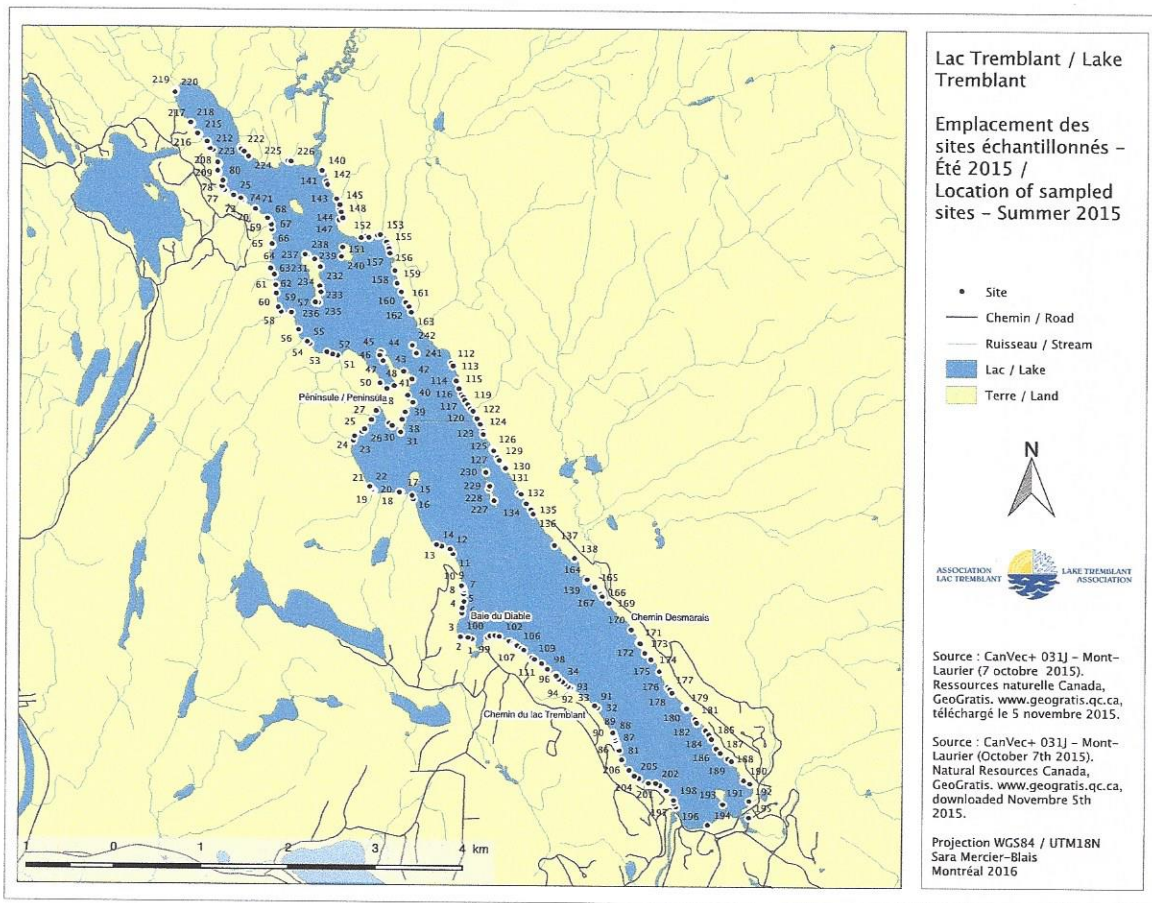


Figure 1 : Carte identifiant l'emplacement des 242 sites échantillonnés.

Pour chacun de ces sites, le numéro du site, les coordonnées GPS, la météo générale (ciel, intensité du vent, direction du vent), la température de l'air (°C), le type de sédiment, la caractérisation de la bande riveraine (suivant le *Protocole de caractérisation de la bande riveraine du MDDELCC*, 2009), ainsi que toutes notes ou commentaires pertinents ont été inscrits. De plus, l'exposition au vent ainsi que la pente du littoral ont été évalué à partir de la carte bathymétrique du Lac Tremblant.

Le type de sédiment, la caractérisation de la bande riveraine, l'exposition au vent ainsi que la pente du littoral sont les quatre (4) éléments qui ont été utilisés pour déterminer le degré de sensibilité des berges au passage des wakeboats et ont été choisis pour deux raisons. Principalement, ces quatre (4) éléments sont reconnus scientifiquement comme ayant une influence variable sur le degré d'érosion d'une berge. De plus, ces éléments sont facilement mesurables par une personne ayant reçu une formation de base adéquate.

2.1. Caractérisation de la pente du littoral

La pente du littoral est un facteur à considérer lors de l'étude de l'impact des vagues de wakeboats sur le rivage. En effet, plus la pente est aigue (abrupte), plus la vague va atteindre le littoral de manière intense et localisée, causant une resuspension des sédiments, et potentiellement une érosion prématurée. À l'opposé, lorsque la pente est douce, la vague va être graduellement ralentie par le littoral et n'aura pas un impact localisé, mais plutôt diffusé (*Projet d'évaluation de l'impact des vagues créées par les bateaux de type wakeboat sur la rive des lacs Memphrémagog et Lovering*, Mercier-Blais et Prairie 2014).

Dans le but d'obtenir un gradient de pente représentatif du lac, la pente du littoral a été calculée pour tous les sites. Pour obtenir la pente du littoral, la pente entre la rive elle-même et la distance équivalente à 10 m de profondeur (z) a été établie en utilisant l'équation suivante :

$$Pente = \frac{\text{Distance de la rive à la profondeur } z}{\text{Profondeur } (z)}$$

2.2. Caractérisation des sédiments du littoral

Les différents types de sédiments du littoral vont réagir différemment à l'arrivée d'une vague. Plus les sédiments sont fins et légers, plus ils sont susceptibles d'être remis en suspension et déplacés (Gutiérrez 2013). Les plaques de roche et les grosses roches ne subiront donc pas d'impacts majeurs, alors que le sable et les petits cailloux seront beaucoup plus à risque de resuspension et donc d'érosion.

La caractérisation des sédiments a été déterminée par les catégories suivantes :

- Sable
- Vase
- Argile
- Petits cailloux
- Grosses roches
- Fond rocheux (Plaque de roche continue)
- Sédiments mixtes

Notons qu'aucun sédiment de type Vase et Argile n'a été observé dans les sites du lac échantillonnés.

2.3 Données météorologiques

Les données météorologiques proviennent des archives météorologiques du Gouvernement du Canada (2016). Les moyennes des valeurs quotidiennes de température (°C), de vent et de précipitation pour la station la plus près du Lac Tremblant, soit la station St-Jovite, ont été ajoutées à la base de données.

2.4 Exposition au vent : Fetch du lac et de chaque site

Le fetch d'un lac est la plus grande distance d'une rive à l'autre où le vent peut voyager sans rencontrer aucune obstruction (Rohwerder et al 2008). Il est aussi possible de calculer le fetch de chacun des sites échantillonnés. En ayant cette distance pour chacun des sites, il est possible de déterminer une exposition au vent, qui prend en considération les variations spatiales du lac qui influencent l'intensité des vagues expérimentée à chacun des sites. Certains modèles (Rohwerder et al 2008) permettent aussi de calculer la hauteur réelle des vagues corrigées pour le vent de la région et la longueur du fetch, mais dans l'exercice actuel, seulement la longueur du fetch, comme proxis de l'exposition au vent, est nécessaire et a été utilisée.

Connaître cette mesure d'exposition au vent permet de déterminer les zones les plus à risque d'expérimenter des vents forts, et donc des vagues de plus grandes intensités de manière naturelle. Cette variable permet ainsi d'évaluer le risque naturel d'érosion et de resuspension des sédiments.

3. Caractérisation générale des rives

Les sites du Lac Tremblant échantillonnés à l'été 2015 (Figure 1) présentent de nombreuses variations dans ses caractéristiques. Dans la présente section, les différences au niveau de la pente du littoral, du type de sédiments, des caractéristiques de la bande riveraine ainsi que l'exposition au vent seront présentées. Toutes comparaisons mentionnées dans cette section (Section 3) et la prochaine section (Section 4) correspondent à une différence statistiquement significative.

3.1 Exposition au vent et pente du littoral

Les sites au Sud-Ouest exposés au large (Sites 1 à 22, 31 à 37, 81 à 110 et 196 à 204) sont des rives qui subissent régulièrement et naturellement un stress causé par les vagues qui s'accumulent sur le lac avant d'atteindre la rive (Figure 2). Toutefois, ayant une pente douce à modérée, l'intensité de ce vent (ou des vagues de wakeboats) est toujours atténuée graduellement par les sédiments tout au long du littoral (Figure 3).

Les sites de la partie Nord (Sites 51 à 80 et 207 à 226), de la partie Est (Sites 112 à 195) et de la Péninsule du lac (Sites 23 à 32 et 38 à 50) expérimentent naturellement beaucoup moins de vent (Figure 2). De plus, tous ces sites ont une pente assez marquée, alors que le reste des sites ont une pente plus douce (Figure 3), à l'exception des sites au Sud-Ouest exposés au large (Sites 31 à 37, 81 à 110 et 196 à 204) qui ont une pente plus abrupte et qui subissent des vents forts de manière naturelle (Figures 2 et 3).

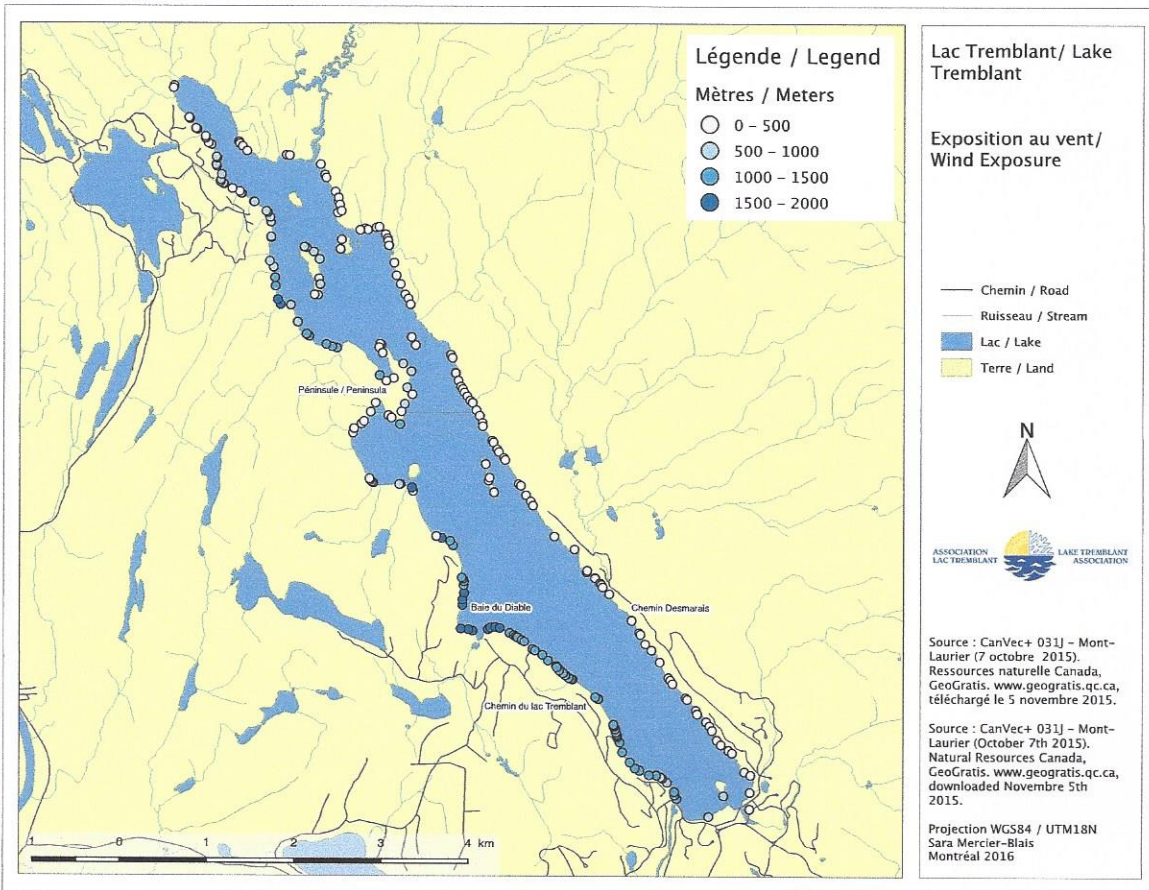


Figure 2 : Carte identifiant l'exposition au vent (m) des 242 sites échantillonnés à l'été 2015 au Lac Tremblant.

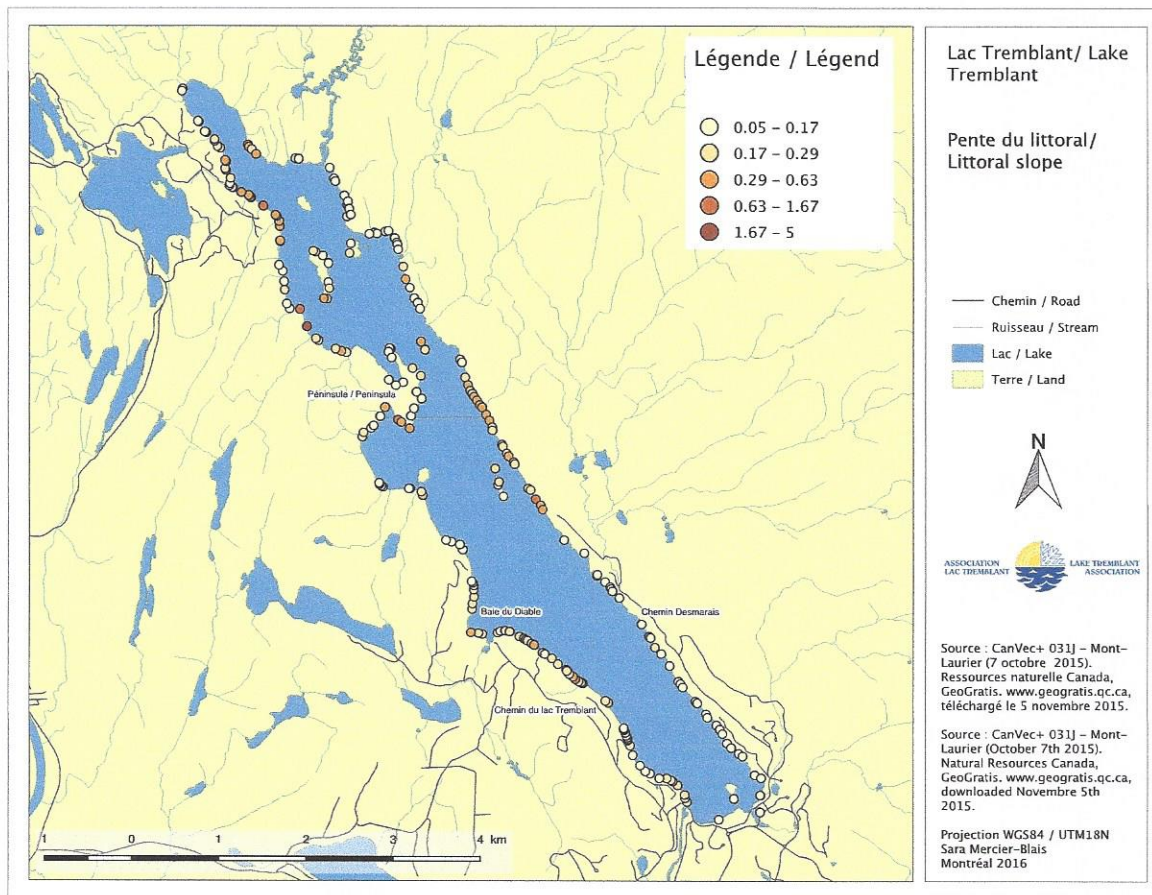


Figure 3 : Carte identifiant la pente du littoral (°) des 242 sites échantillonnés à l'été 2015 au Lac Tremblant.

3.2 Type de sédiments

Concernant la distribution des sédiments le long de la rive, trois grandes catégories se distinguent. Tout d'abord, les sites de l'extrémité Sud du lac (Sites 33 à 37, 81 à 110 et 164 à 204), ainsi que la péninsule (Sites 23 à 32 et 39 à 50), des sédiments plus à risque d'érosion sont observés. L'extrémité Nord (Sites 51 à 80, 207 à 226, et 140 à 163) ainsi que les zones exposées au large au Sud-Ouest (Sites 1 à 22, 33 à 37, 81 à 110 et 196 à 204) ont généralement des sédiments à risque intermédiaire, alors que les îles (Sites 227 à 242) ainsi que la zone centrale Est (Sites 112 à 139) contiendraient des sédiments ayant peu de risques d'être fortement érodés (Figure 4).

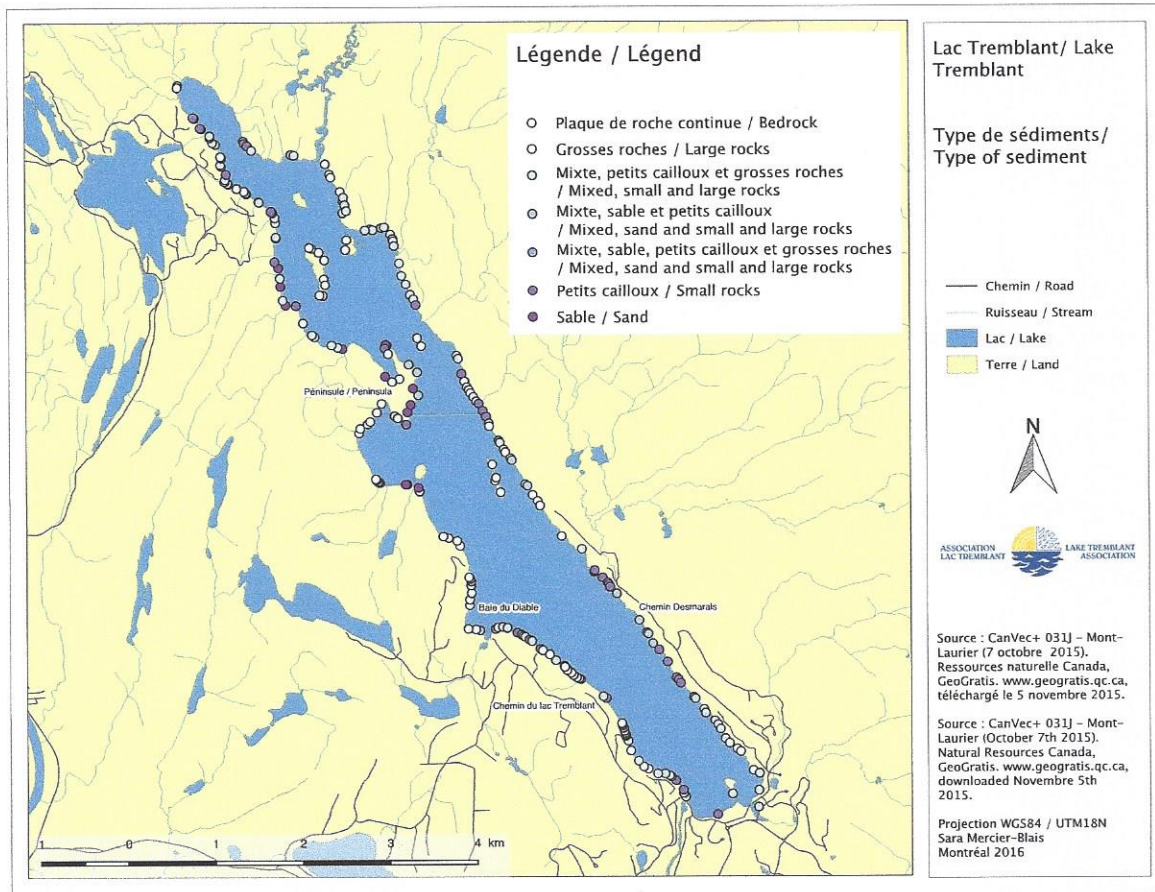


Figure 4 : Carte identifiant le type de sédiments des 242 sites échantillonnés à l'été 2015 au Lac Tremblant.

3.3 Type de bandes riveraines

Suite à la compilation de toutes les informations obtenues avec le *Protocole de caractérisation de la bande riveraine du MDDELCC (2009)*, le type de bandes riveraines a été limité à quatre (4) types, soit *Végétation naturelle*, *Végétation ornementale*, *Murets et remblais* et *Mixte*. Le degré d'érosion observable a aussi été intégré aux données. Aucun patron n'a été identifié quant à la distribution de ces types de bandes riveraines sur les sites échantillonnés (Figure 5).

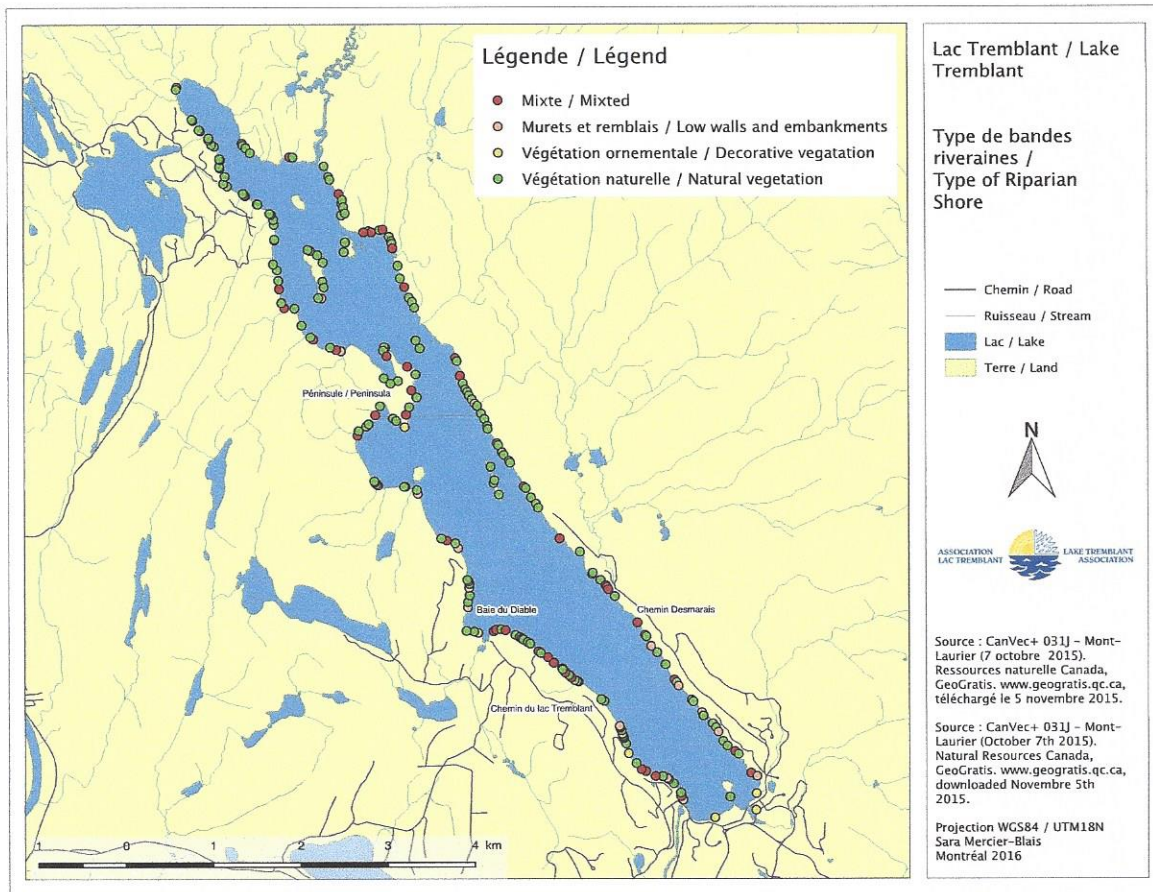


Figure 5 : Carte identifiant le type de bandes riveraines des 242 sites échantillonnés à l'été 2015 au Lac Tremblant.

4. Degré de sensibilité préliminaire des rives

Le degré de sensibilité préliminaire des rives au passage de bateau de type wakeboat a été évalué selon quatre (4) critères de base, soit la pente du littoral, le type de bandes riveraines, le type de sédiments et l'exposition au vent. En utilisant ces quatre (4) critères, il a été possible de développer une échelle de sensibilité des différentes rives du Lac Tremblant. Ainsi, il a été possible de déterminer et de localiser les rives les plus sensibles du lac. Tel que démontré par la carte du degré de sensibilité (Figure 6) :

- La zone de la péninsule (Sites 23 à 32 et 38 à 50) ainsi que le rivage longeant le Chemin Desmarais (Sites 164 à 195) sont les plus à risque de subir l'impact négatif du passage de bateau de type wakeboat.
- La zone Nord du lac (Sites 51 to 80, 207 to 226, and 140 to 163) a un degré de sensibilité intermédiaire.

- La zone de la Baie du Diable (Sites 1 à 22), le rivage longeant le Chemin du Lac Tremblant (Sites 33 à 37, 81 à 110 et 196 à 204), ainsi que les îles (Sites 227 to 242) serait les moins à risque face aux impacts du passage de bateau de type wakeboat.

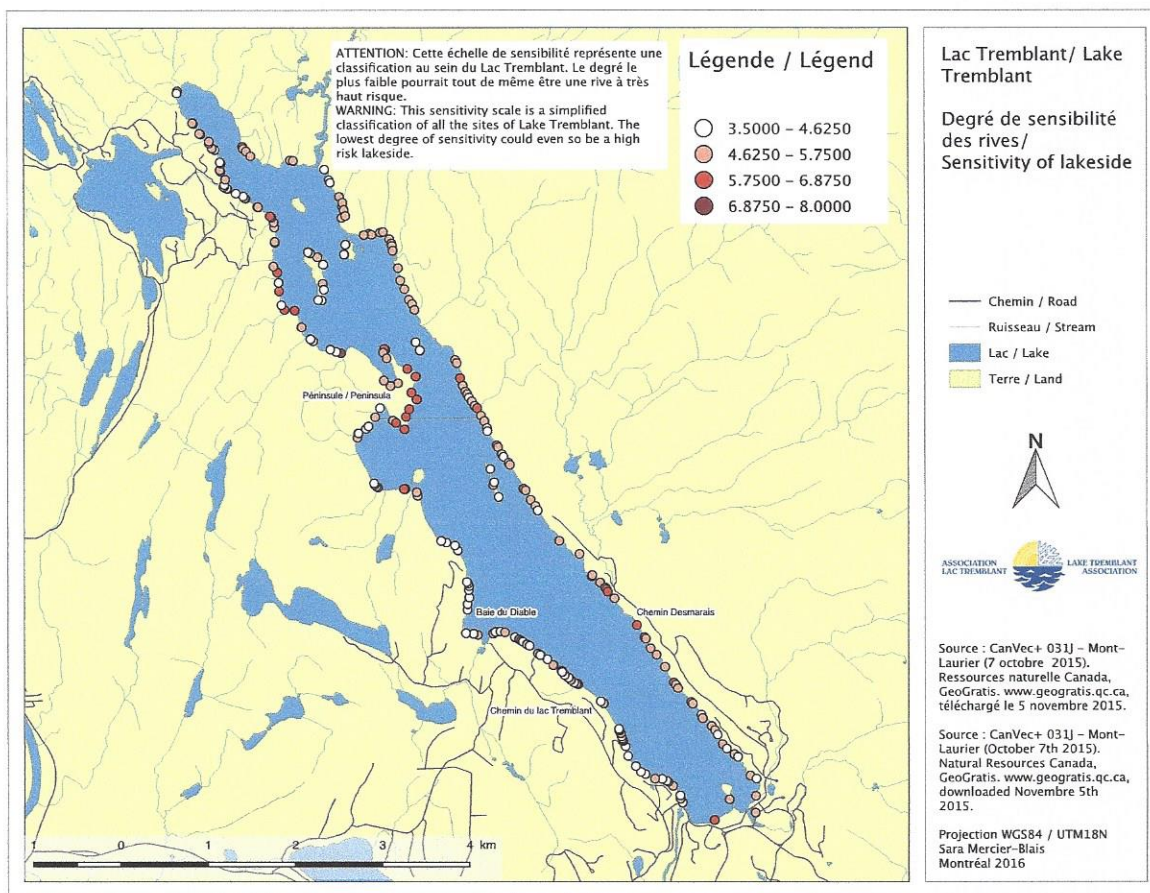


Figure 6 : Carte identifiant le degré de sensibilité des rives des 242 sites échantillonnés à l'été 2015 au Lac Tremblant.

Toutefois, il faut garder en tête que ce degré de sensibilité se compare aux autres sites échantillonnés seulement. En effet, le site avec le degré de sensibilité le plus faible n'indique pas une absence de risque, mais bien que dans la gamme de nos sites actuels, il a le risque le plus faible. Il se pourrait bien que ce risque soit tout de même très élevé. Cette échelle reste donc une mesure préliminaire de la sensibilité des rives. Afin de connaître l'effet réel, il serait optimal d'effectuer une étude plus spécifique, similaire à celle effectuée aux Lac Memphrémagog et Lovering (Projet d'évaluation de l'impact des vagues créées par les bateaux de type wakeboat sur la rive des lacs Memphrémagog et Lovering, Mercier-Blais et Prairie 2014), où l'impact actuel des

vagues créées par le passage de wakeboats serait observé. Il est important de noter que ce degré de sensibilité est spécifique au Lac Tremblant et ne pourra pas nécessairement s'appliquer ailleurs.

5. Influence du passage de wakeboats sur les rives du Lac Tremblant

L'intensité des vagues de wakeboat à leur arrivée à la rive a un impact d'une grande importance sur cette dernière. Il est toutefois important de comparer l'intensité de ces vagues aux vagues présentes sur le lac de manière naturelle et non à une absence totale de vagues.

Selon le rapport Projet d'évaluation de l'impact des vagues créées par les bateaux de type wakeboat sur les rives des lacs Memphrémagog et Lovering (Mercier-Blais et Prairie 2014), l'intensité des vagues en condition normale aux lacs Memphrémagog et Lovering équivaut à des vents de 7 km/h. Dans ce rapport, les conclusions suggèrent une limitation à 300 m des rives pour le passage des wakeboats dans le but que les vagues de wakeboats qui atteignent les rives soient similaires aux vents normaux. Dans la situation du Lac Tremblant, les vents moyens sont de 3.2 km/h, ce qui est bien en deça des conditions normales observés lors de l'étude effectuée aux lacs Memphrémagog et Lovering. Toutefois, l'intensité de ce vent serait supérieur si l'on considère l'exposition au vent (qui augmente la hauteur des vagues réellement expérimenté par les rives du lac). Cela démontre que le Lac Tremblant est aussi susceptible d'être impacté par les vagues de wakeboats et qu'une limitation tel que proposée par l'Association Lac-Tremblant en Mai 2015 serait une solution envisageable pour la conservation des rives.

En observant la limitation du passage des wakeboats sur le lac à plus de 300 m des rives proposé par l'Association Lac-Tremblant (Figure 7), les zones les plus à risque identifiées dans ce rapport sont bien protégées par la limitation proposée. En effet, la zone de la péninsule est complètement englobée par une zone de restriction pour le passage des wakeboats, ce qui assure moins de risques d'altération pour cette zone.

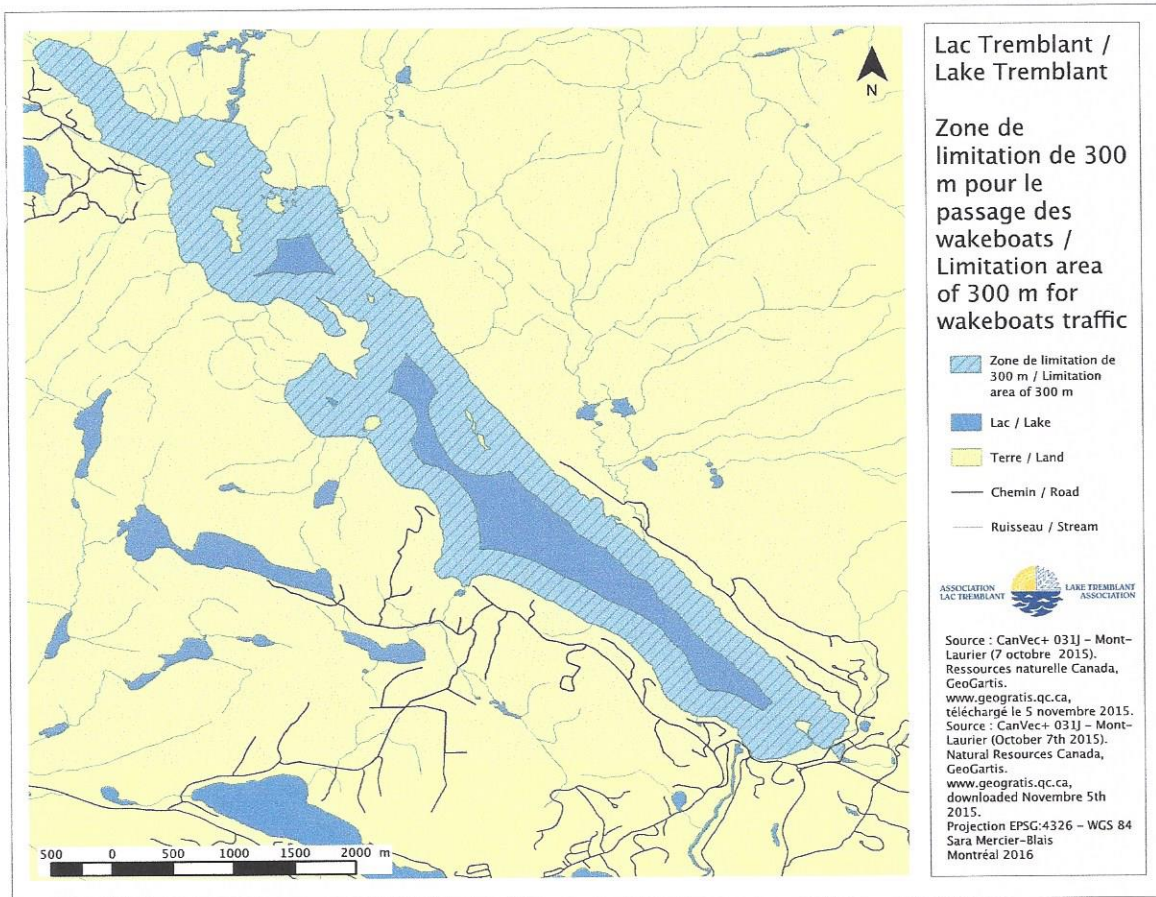


Figure 7 : Carte identifiant la zone de limitation de 300 m pour le passage des wakeboats au Lac Tremblant.

6. Recommandations

Suite à la caractérisation des rives du Lac Tremblant, plusieurs actions pourraient être entreprises dans le but de diminuer l'impact des vagues de wakeboats sur les rives du lac, tout en autorisant ces embarcations. Voici donc quelques pistes de solutions pour la protection des rives contre les vagues causées par ces wakeboats :

- Tel que proposé par l'association Lac Tremblant, une augmentation de la zone de limitation de la distance de passage des wakeboats pourrait grandement limiter les impacts potentiels sur les rives. La demande d'une limitation à 300 m des rives suit les recommandations du rapport *Projet d'évaluation de l'impact des vagues créées par les bateaux de type wakeboat sur les rives des lacs Memphrémagog et Lovering* (Mercier-Blais et Prairie 2014).

- Pour limiter l'impact des vagues qui atteignent les rives, une consolidation des berges par une végétalisation naturelle de celle-ci est reconnue pour être une source fiable limitant l'érosion (MDDELCC 2011a, FIHOQ et AQPP 2008). Cette solution pourrait être à envisager dans les zones subissant un impact anthropique (Murets et remblais et Végétation ornementale), mais surtout dans les zones de transition entre deux types de bandes riveraines (Bandes riveraines mixtes), où la rive est déstabilisée. De plus, contrairement à ce que plusieurs pourraient penser, la création de murets et de remblais n'est pas la solution à l'érosion. En effet, elle protège la zone directe de construction, mais déplace le problème d'érosion de chaque côté de celle-ci, en plus de faire rebondir les vagues, qui vont créer un nouveau problème d'érosion de l'autre côté du lac. Si de la stabilisation mécanique est nécessaire, l'important est de limiter les coupures franches dans la rive et de reproduire le plus possible la rive avant sa transformation (MDDELCC 2011b).
- Finalement, si la proposition de limitation du passage des wakeboats pour une distance fixe sur le contour du lac est rejetée (300 m), la possibilité de limiter le passage seulement dans certaines zones sensibles serait alors envisageable.

Pour améliorer nos connaissances concernant l'impact des vagues de wakeboats sur les berges du Lac Tremblant, il serait aussi possible d'effectuer dans le futur certaines études plus poussées. Une de ces études pourrait inclure des mesures sur la quantité d'énergie contenue dans les vagues produites par les wakeboats, la hauteur des vagues produites ainsi que de la resuspension des sédiments lorsque la vague atteint le littoral. Ces mesures pourraient être effectuées en suivant la méthodologie du rapport *Projet d'évaluation de l'impact des vagues créées par les bateaux de type wakeboat sur les rives des lacs Memphrémagog et Lovering* (Mercier-Blais et Prairie 2014). Une autre étude plus poussée pour déterminer le type (et la grosseur) de sédiment déplacé par les vagues de wakeboats pourrait aussi être menée.

De plus, un suivi photographique des berges couplé à un recensement du nombre de passages de wakeboats pourrait être effectué et permettrait de mieux évaluer la dégradation des berges à long terme (Suivi sur plusieurs années).

7. Références

Biofilia 2004. *Lac Tremblant. Résultats, interprétation et recommandations*. Programme d'évaluation et de surveillance des lacs Rapport synthèse, 10 p. et annexes.

FIHOQ et AQPP 2008. *Répertoire des végétaux recommandés pour la végétalisation des rives riveraines du Québec*, 28 p.

GENIVAR 2012. *Suivi des lacs de Mont-Tremblant – Programme quinquennal 2012, Mont-Tremblant, Qc.* Rapport d'étude sur le lac Tremblant réalisé pour la Ville de Mont-Tremblant, 9 p. et annexes.

GeoGratis 2015. *Canvec+ 031J – Mont-Laurier.* Ressources naturelles Canada. [<http://geogratings.gc.ca/api/en/nrcan-rncan/ess-sst/9c295700-e04f-11e3-baad-90b11c67bbbf.html>] Téléchargé le 05 novembre 2015.

Gouvernement du Canada 2016. *Données climatiques historiques pour la station St-Jovite.* Rapport de données quotidienne pour 2015, Juillet 2015 et Août 2015. [http://climate.weather.gc.ca/climateData/dailydata_f.html?timeframe=2&Prov=QC%20%20&StationID=10868&dlyRange=1994-07-26%7C2016-01-03&Year=2015&Month=7&Day=4] Consulté le 04 janvier 2016.

Gutiérrez, M 2013. *Geomorphology.* CRC press, 1017p.

MDDELCC 2009. *Protocole de caractérisation de la bande riveraine.* Guides et protocoles du MDDELCC, 18 p.

MDDELCC 2011a. *Protocole de végétalisation de la bande riveraine.* Guides et protocoles du MDDELCC, 8 p et annexe.

MDDELCC 2011b. *Fiche technique sur la stabilisation des rives.* Guides et protocoles du MDDELCC, 9 p.

Mercier-Blais S et Prairie YT 2014. *Projet d'évaluation de l'impact des vagues créées par les bateaux de type wakeboat sur la rive des lacs Memphrémagog et Lovering.* UQAM, Société de Conservation du Lac Lovering, Memphrémagog Conservation Inc et Service aux collectivités de l'UQAM, 41 p.

Rohwerder J, Rogala JT, Johnson BL, Anderson, D, Clark S, Chamberlin, F and Runyon, K 2008. *Application of Wind Fetch and Wave Models for Habitat Rehabilitation and Enhancement Projects.* Open-File Report 2008-1200, USGS, 43 p.