

## Dossier Impact des vagues générées par les bateaux à fort sillage



Regroupement des associations pour la protection  
des lacs et cours d'eau des Hautes-Laurentides

### **Inventaire de la documentation scientifique relative à l'impact de l'activité des bateaux à fort sillage sur l'érosion des berges des lacs au Québec**

par Pierrette Duperron, pour le RAP-HL, 2015-04

Dans l'introduction du rapport de l'UQAM « Projet d'évaluation de l'impact des vagues créées par les bateaux de type wake boats sur les Lacs Memphrémagog et Lovering », les auteurs responsables de recherche et chargée de projet au département des Sciences Biologiques de l'UQAM nous confirment que très peu d'études expérimentales ont été effectuées concernant l'impact des vagues générées par les embarcations en général, sur l'érosion des berges.

*(Extrait) « Sauf quelques travaux, tels que ceux de Hill, Beachler and Johnson (2002), limités à la rivière Chilkat en Alaska, et ceux de Péloquin-Guay (Mémoire, Université de Montréal, 2013) sur la rivière Batiscan, très peu d'études expérimentales ont été effectuées pour évaluer rigoureusement et quantitativement le potentiel des embarcations à accélérer l'érosion des berges, et aucune n'a été effectuée spécifiquement sur les embarcations de type wakeboat dans des lacs ».*

Notre recherche de plusieurs semaines sur les faits scientifiques recueillis récemment sur l'impact de l'activité des bateaux à fort sillage sur l'érosion des berges a fait ressortir 2 études scientifiques récentes, effectuées sur les lacs du Québec :

- Document 1 :  
[« Projet d'évaluation de l'impact des vagues créées par les bateaux de type wake boats sur les Lacs Memphrémagog et Lovering »](#), UQAM – Service à la collectivité, Yves Pairie, professeur au Département des Sciences biologiques de l'UQAM, responsable de la recherche, et Sara Mercier-Blais, étudiante à la maîtrise en Sciences biologiques de l'UQAM, juin 2014
- Document 2 :  
« Relevé de l'érosion des berges des lacs Masson, du Nord et Dupuis dans le but d'en discriminer l'origine », Groupe Hémisphères, Daniel Néron, géographe et chargé de projet, Patrice Leroux, ingénieur et spécialiste de l'hydrodynamique, septembre 2013. *(Le document intégral n'est plus en ligne. Il était sans doute protégé « tous droits réservés » à la Ville de l'Estérel. Nous ne pouvons vous référer au document intégral.)*

Voici donc, en résumé, les faits saillants de ces 2 études expérimentales, que j'ai présentées sous forme d'extraits des passages-clés de leur rapport.

# Dossier Impact des vagues générées par les bateaux à fort sillage



Regroupement des associations pour la protection  
des lacs et cours d'eau des Hautes-Laurentides

## 1. Memphrémagog /Lovering et UQAM

### Étude de l'énergie cinétique contenue dans les vagues et leur impact sur les rives

En juin 2014, deux associations de protection de lacs de la région de Magog/Orford, Le Memphremagog Conservation Inc (MCI) et la Société de conservation du Lac Lovering (SCLL), ont confié aux spécialistes de l'Université du Québec à Montréal (UQAM) – Service à la collectivité, le mandat de développer un cadre scientifique permettant de valider l'impact des vagues surdimensionnées engendrées par les bateaux à fort sillage sur les lacs Memphrémagog et Lovering.

Vous trouverez le rapport d'étude intégral au document de référence no 1 : « *Projet d'évaluation de l'impact des vagues créées par les bateaux de type wake boats sur les Lacs Memphrémagog et Lovering* ».

#### Memphrémagog :

Superficie : 102 km<sup>2</sup>

Longueur : 44.5 km

Largeur moyenne: 1.5 km

Profondeur max : 107 m

Profondeur moyenne : 15.5m

#### Lovering :

Superficie: 4.6 km<sup>2</sup>

Longueur : 6 km

Largeur : 0.75 km

Profondeur : max 25 m

- **L'objectif de l'étude** « ...était de développer un cadre scientifique permettant de valider l'existence, l'ampleur et les modalités des impacts des vagues surdimensionnées engendrées par des wakeboats sur l'environnement lacustre au Québec. » (*Extrait Sommaire exécutif du rapport UQAM*)
- **Les responsables de l'étude** : L'étude a été menée par Sara Mercier-Blais, étudiante à la maîtrise en Sciences biologiques de l'UQAM, sous la supervision du Dr Yves Prairie, responsable de la recherche.

Professeur titulaire au département des sciences biologiques, titulaire de la Chaire UNESCO en changements environnementaux à l'échelle du globe et président de la Société internationale de limnologie (SIL), le professeur Yves Prairie se spécialise dans l'étude du cycle du carbone dans les lacs et de l'eutrophisation des lacs. Il étudie de plus près les façons dont le carbone se transforme dans les lacs, comment il se décompose dans les sols récemment ennoyés (réservoirs hydroélectriques) et ce qui contrôle ses échanges gazeux à l'interface air/eau. Il cherche aussi à prévoir les impacts potentiels d'une augmentation de la quantité d'éléments nutritifs dans les lacs suite aux modifications de leur bassin versant (ex. : projets immobiliers, terres agricoles, coupes forestières).

Il a complété sa formation au post doctorat en limnologie à l'Université de Constance (Allemagne) en 1988, ayant déjà à son actif un PhD en limnologie de l'Université McGill en 1987 et un Baccalauréat ès-Sciences en biologie marine de l'Université McGill en 1982.

# Dossier Impact des vagues générées par les bateaux à fort sillage



Regroupement des associations pour la protection  
des lacs et cours d'eau des Hautes-Laurentides

- **La méthodologie :**

- L'échantillonnage a été réalisé en août 2013, sur 6 sites prédéfinis, 3 sur chacun des 2 lacs Lovering et Memphrémagog.
- Les mesures de l'énergie déplacée ont été calculées en fonction de critères tels trajectoire, vitesse, distance de la rive, type de rivage (pente aigue ou douce), types de déplacement (surf, wake ou simple circulation du bateau sans activité de traînée).
- Des échantillons de l'eau, prélevés sur les sites avant et après le passage des bateaux, ont été analysés pour mesurer la quantité de sédiments en suspension dans l'eau avant et après le passage des bateaux.
- L'énergie apportée par les vagues des wakeboats a été mesurée en continu à une fréquence de 25 mesures par seconde, à l'aide d'un micro-ADV (Acoustic Doppler Velocimeter), qui permet de mesurer la vitesse de l'eau, de calculer l'énergie cinétique turbulente et ainsi estimer la vitesse de dissipation de l'énergie créée.
- Les mesures ont aussi été prises sous des conditions dites « normales » sans le passage de bateau, seulement sous l'influence des vents.
- Plusieurs analyses des résultats sont présentées dans le rapport détaillé selon la vitesse, la distance de la rive et le type de déplacements des bateaux.

- **Les principaux résultats :** *(Extrait du Sommaire exécutif du rapport UQAM)*

- Tous les passages de wakeboats induisent une augmentation significative de l'énergie contenue dans les vagues qui atteignent le rivage, en moyenne par un facteur de 4.
- L'impact des passages de wakeboat est directement et inversement relié à la distance entre le passage et la rive.
- Des trois différents types de vagues produites par un wakeboat, les vagues de wakesurf sont celles qui causent le plus grand impact lors de leur arrivée au rivage (1.7 fois plus élevé que les vagues d'un bateau en déplacement normal).
- Les passages de wakeboat ont un impact plus grand sur les rivages ayant une pente accentuée que ceux ayant une pente douce.
- Nos données démontrent que l'énergie produite par le wakeboat se dissipe complètement avant d'atteindre les berges (et n'ont donc pas d'effet significatif) lorsque les passages de wakeboats se font à 300 m ou plus de la rive. »

- Distance de la berge : *(Extrait du rapport détaillé UQAM)...*

« Suivant nos calculs, la distance à laquelle les wakeboats auraient des effets similaires à ceux en conditions normales est approximativement, en moyenne pour les deux lacs, de 300 m de la rive pour ce qui est de l'énergie, et de 250 m de la rive pour ce qui est des sédiments en suspension. ... »

- Pente du littoral : *(Extrait du rapport détaillé UQAM)...*

« Nos résultats montrent que, en conditions normales, le niveau d'énergie qui arrive à une rive ayant une pente forte (aigue :  $\geq 0.1$  m m<sup>-1</sup>) n'est pas significativement différente de celle qui arrive à la rive ayant une faible pente (douce :  $< 0.1$  m m<sup>-1</sup>). ... »

## Dossier Impact des vagues générées par les bateaux à fort sillage



Regroupement des associations pour la protection  
des lacs et cours d'eau des Hautes-Laurentides

Par contre, lorsqu'on augmente l'énergie qui atteint la rive (avec le passage d'un wakeboat), les pentes aigües reçoivent une énergie significativement plus élevée ... En effet, quand la pente d'un littoral est aigüe, la vague rencontre moins rapidement le fond du littoral et l'énergie de la vague se dissipe donc moins rapidement. L'énergie qui arrive à la rive est alors beaucoup plus élevée, conduisant à un plus grand impact sur la remise en suspension des sédiments et éventuellement sur l'érosion de la berge. »

➤ Caractéristiques des vagues : *(Extrait du rapport détaillé UQAM)*

« Suivant nos résultats, le train de vagues très court et intense créé par le wakesurf est celui qui a le plus d'impact lorsqu'il atteint la rive, car il contient beaucoup plus d'énergie ... En effet, malgré une durée moyenne de train de vague plus courte (52,5 s) et un nombre de vagues par seconde plus bas (0,54 vague s<sup>-1</sup>), les vitesses maximales atteintes par les vagues sont les plus élevées (25,0 m s<sup>-1</sup>), causant une remise en suspension significative des sédiments lors du passage de ces vagues (Tableau 3). En effet, l'énergie plus élevée est concentrée dans un faible nombre de vagues, ce qui lui donne plus de puissance.

Le train de vagues de wakeboard est quant à lui beaucoup plus long en durée (71,8 s) mais, malgré une augmentation assez importante de l'énergie (Figure 5) et de la vitesse maximum (21,1 m s<sup>-1</sup>), nous n'avons pas été en mesure de détecter une remise en suspension significative de sédiments. Le train de vagues deviendrait trop étendu pour avoir un impact majeur sur les sédiments. »

● **Conclusion de l'étude :** *(Extrait du rapport détaillé de l'UQAM)*

« À la suite de cette étude expérimentale, il est possible d'établir que le passage de bateau de type wakeboat cause un impact considérable sur le rivage lorsqu'il passe à 100 m de la rive, et que tous les passages à moins de 300 m ajoutent significativement de l'énergie aux vagues naturellement présentes (Figure 9).

De plus, les vagues créées par un wakeboat pour faire du wakesurf (1 côté des ballasts rempli) sont celles qui ont le plus grand impact lors de leur arrivée à la rive, compte tenu de la grande quantité d'énergie contenue dans leur court train de vagues, qui contient peu de vagues.

Étant donné leur train de vagues beaucoup plus long et contenant plus de vagues, les vagues de wakeboard (2 côtés des ballasts remplis) et le déplacement du wakeboat (ballasts vides) ont un impact moins sévère sur le rivage, l'énergie étant répartie durant toute la durée du train de vagues.

Malgré tout, il faut rappeler que tous les passages de bateau observés dans cette étude transportent une quantité d'énergie significativement plus élevée vers le rivage qu'en conditions normales. »

# Dossier Impact des vagues générées par les bateaux à fort sillage



Regroupement des associations pour la protection  
des lacs et cours d'eau des Hautes-Laurentides

- **Limites de l'étude:** *(Extrait du rapport de l'UQAM - Méthodologie)*  
« Dans le cadre de cette étude, seulement deux lacs ont été échantillonnés (Memphrémagog et Lovering) à trois sites chacun. Ainsi, certaines caractéristiques des lacs de la région ne sont donc probablement pas représentées par le plan d'échantillonnage.

De plus, trois déplacements typiques des embarcations de type wakeboat ont été utilisés dans le plan d'échantillonnage (wakeboard, wakesurf, en déplacement). Dans la réalité, l'énergie expérimentée par la rive est probablement beaucoup plus variée, car différents types de passage, à des vitesses variables, se suivent dans le temps. »

- **Règlementation :**

À la lumière des résultats de l'étude de l'UQAM, la SCLL et le MCI ont demandé à la MRC de Memphrémagog ainsi qu'aux autorités municipales d'entreprendre les démarches requises auprès du Bureau de la sécurité nautique pour déposer une demande de restriction à la conduite d'embarcations générant des vagues surdimensionnées tels les bateaux de type Wakeboat, lorsqu'utilisés notamment pour l'activité de wakesurf. **Cette restriction imposerait à ce genre d'embarcations de circuler à une distance minimale de 250 mètres de la rive.** A ce jour, la demande est toujours dans les mains de la MRC.

- **Contestation actuelle de l'étude...**

Rien n'est contesté formellement devant les tribunaux à ce jour puisque la demande est toujours entre les mains du MRC Memphrémagog, et aucune réglementation n'est imposée.

Cependant, les manufacturiers et distributeurs de l'industrie du nautisme expriment leurs positions contre la restriction. Ils pensent que la distance exigée est exagérée et craignent que la restriction à 250 mètres entraîne l'exclusion totale des activités sur certains lacs.

De plus, ils mettent en doute le lien de cause à effet de l'érosion avec l'activité des *wakeboats* et de leurs vagues surdimensionnées, prétendant que l'érosion est due à plusieurs facteurs, dont les facteurs naturels qui y contribuent depuis longtemps.

## 2. Ville d'Estérel et Groupe Hémisphères – Mesure l'érosion des berges

En septembre 2013, la municipalité d'Estérel a confié aux spécialistes en environnement du Groupe Hémisphère, le mandat de développer un cadre scientifique permettant de mesurer l'érosion des berges dans les corridors de passage des bateaux à fort sillage, sur les lacs du Nord, Masson et Dupuis.

Ci-dessous, sous forme d'extraits des passages-clés de leur rapport, le résumé des éléments importants de leur étude expérimentale. Le rapport d'étude intégral « Relevé de l'érosion des berges des lacs Masson, du Nord et Dupuis dans le but d'en discriminer l'origine » n'est plus disponible sur le web. Nous en avons une copie pour consultation au besoin.

# Dossier Impact des vagues générées par les bateaux à fort sillage



Regroupement des associations pour la protection  
des lacs et cours d'eau des Hautes-Laurentides

## Lac Masson :

Superficie : 2.5 km<sup>2</sup>  
Profondeur max : 47.3 m  
Prof. moyenne : 46 mètres

## Lac du Nord :

Superficie : 0.9 km<sup>2</sup>  
Profondeur max : 20.5 m  
Prof. moyenne : 6.4 m

## Lac Dupuis :

Superficie : 0.6 km<sup>2</sup>  
Profondeur max : 9 m  
Prof. Moyenne : 3.2 m

- **L'objectif de l'étude :** « Le mandat comprend le relevé de l'érosion de la berge des lacs navigables en bateau à moteur de Ville d'Estérel dans le but de discriminer si cette érosion est d'origine naturelle ou anthropique, pouvant notamment provenir de l'activité de wakesurfing. »

... ..

« Un autre riverain a engagé une firme d'ingénieur pour comprendre le phénomène, **calculer l'énergie occasionnée par cette vague et identifier si la vague naturelle causait autant d'érosion que celle du wakesurfing.** À cet effet, le rapport d'Environnement XM (2013) conclue que l'érosion de la berge est causée par cette activité qui génère plus d'énergie que la vague naturelle du lac Masson. La présente étude viendra, à l'aide d'une étude statistique empirique, appuyer ou infirmer cette conclusion... Elle indique que le passage répété des bateaux de wakesurfing engendre davantage d'énergie érosive que l'addition des tempêtes, même celles de faible occurrence (1/50 ans) mais à très fort vent» (*Rapport privé de Environnement XM, non disponible sur le web*)

- **Les responsables de l'étude :** L'étude a été menée par les spécialistes du *Groupe Hémisphères*, *Daniel Néron*, géographe et chargé de projet et *Patrice Leroux*, ingénieur et spécialiste de l'hydrodynamique.
- **La méthodologie :**
  - L'étude repose sur la mesure de la **hauteur d'érosion** des berges. Le **taux de recul** de la berge aurait pu être pris en compte pour témoigner de l'énergie des vagues et de l'impact qu'elles occasionnent sur une berge mais il est difficile d'en faire la mesure à grande échelle, faute de repères temporels fiables mesurés antérieurement.
  - 69 sites ont été choisis, dont environ 50% sont de sites affectés par la circulation des bateaux à fort sillage et 50% sont des sites témoins non affectés.
  - Les sites sont végétalisés, peu aménagés et comportent un ancien remblai. Les sites ayant un muret n'ont pas été retenus.
  - Les sites témoins sont des berges abritées ou face au grand large mais non situées en face d'un corridor de navigation connu pour le wakesurfing.
  - L'érosion est mesurée jusqu'à « ... la limite supérieure d'une échancrure sur le sol de la berge, du dénudement des racines, du haut de plage dénudé et de la ligne de débris récents ».

## Dossier Impact des vagues générées par les bateaux à fort sillage



Regroupement des associations pour la protection  
des lacs et cours d'eau des Hautes-Laurentides

- La position des berges retenues répondent aux conditions suivantes :
  - La berge fait face à un couloir de wakesurfing (distance plus petite ou égale à 150 m);
  - La berge ne fait pas face à un couloir de wakesurfing (distance de plus de 150 m);
  - La berge fait face au grand large qui occasionne une vague naturelle;
  - La berge est abritée du grand large.
- Autres paramètres mesurés influençant la hauteur des vagues ou l'énergie au brisant :
  - Le fetch, c'est-à-dire la distance maximale à la surface de l'eau sur laquelle le vent génère une poussée pouvant produire la vague;
  - et la profondeur du littoral (à 5 m et 10 m).
- **Les principaux résultats :** *(Extraits du rapport Groupe Hémisphères)*
  - « ... Indépendamment qu'elles soient abritées ou non, les berges situées à 150 m ou moins d'un corridor de wakesurfing et recevant cette vague connaissent une ligne d'érosion plus élevée que les berges des sites témoins (Test de T;  $p > 99\%$ ). Cette différence n'est pas influencée par les autres paramètres que sont le fetch, la pente du littoral, l'exposition ou d'autres facteurs. »
  - « Si on prend en compte seulement des sites qui sont plus éloigné de 200 m du corridor de wakesurfing comme échantillon, la différence demeure significative (Test de T;  $p > 95\%$ ). »
  - « ... l'effet combiné du fetch<sup>1</sup> avec l'activité du wakesurfing ne semble pas augmenter statistiquement l'amplitude de l'érosion de berges exposées aux deux phénomènes lorsque comparées à celles exposées au wakesurfing seulement,... »
- **Conclusion de l'étude :** *(Extrait du rapport Groupe Hémisphères)*
  - « ... réduire la vitesse des bateaux sous la vitesse de planage ne réduira pas l'érosion des berges. Il est connu que ce n'est pas cette vitesse qui engendre les plus grosses vagues mais plutôt celle à plus basse vitesse, dite de coque et notamment celle atteinte juste avant le planage, dite de transition (SM-DNR 1993). »
  - « ... la ceinture de navigation à basse vitesse (6 km/h) semble insuffisante à protéger convenablement la berge face à l'érosion occasionnée par l'activité du wakesurfing. »
- **Règlementation :** *(Extrait – Voir Document de référence no 3 : « Règlement numéro 2014-627 visant la protection des berges, des fonds marins et de la qualité de l'eau, la sécurité des plaisanciers et la protection de l'environnement », Ville d'Estérel)*

À la lumière de ces conclusions, la Ville d'Estérel a mis en place en mai 2014 une nouvelle réglementation par laquelle « ... **la pratique de l'activité du «wake surf»** est interdite sur tous

---

<sup>1</sup> Le **fetch** (terme anglais signifiant « l'ouvert », « l'étendue d'une baie ») est la distance en mer ou sur un plan d'eau au-dessus de laquelle souffle un vent donné sans rencontrer d'obstacle (une côte) depuis l'endroit où il est créé ou depuis une côte s'il vient de la terre.

## Dossier Impact des vagues générées par les bateaux à fort sillage



Regroupement des associations pour la protection  
des lacs et cours d'eau des Hautes-Laurentides

les lacs situés sur le territoire municipal de la ville à l'exception du lac Masson et du lac du Nord, sur lesquels il est autorisé de pratiquer cette activité sur les parties des lacs indiquées par des zones quadrillées, lesquelles sont localisées à une distance minimale de 150 mètres de toute berge et ont une profondeur minimale de 5 mètres ... » .. « Aux fins du présent règlement, le mot wake surf signifie: Sport nautique dans lequel une personne peut glisser sur la vague produite par un bateau **sans être attachée à ce dernier.** »

- **Limites de l'étude :** *(Extrait du rapport Groupe Hémisphères)*

« ... Comme toutes autres études environnementales, plusieurs facteurs entrent en jeu dans l'ampleur d'un phénomène observé. Malgré la taille acceptable des échantillons, il n'a pas été possible de prouver qu'un facteur peut diminuer l'impact du wakesurfing à certains sites plus que d'autres. De plus amples investigations seraient peut être nécessaires pour les trouver. »

« Ce document est publié conformément et sous réserve d'un accord entre le Groupe Hémisphères Inc et le client pour lequel il a été préparé. Il est limité aux questions qui ont été soulevées par le client dans les documents d'appel d'offres... »

- **Contestation actuelle de l'étude et de la réglementation:**

*(Extrait de <http://ici.radio-canada.ca/nouvelles/actualite/2014/05/30/001-esterel-veut-restreindre-le-wakesurf.shtml> )*

« L'Association des riverains de Sainte-Marguerite-l'Estérel est décidée à contester le règlement devant les tribunaux. "Une municipalité ne peut pas légiférer en matière d'activités nautiques", opine le vice-président, Olivier Proulx. »

Toutefois, dans l'immédiat et pour la saison estivale, les deux partis semblent s'entendre pour permettre aux usagers de profiter de la région et de ses lacs. Il est actuellement possible de faire du wake surf à des endroits déterminés sur le Lac Masson et au Lac du Nord.

Quant à votre lac ? Quelles sont les données scientifiques disponibles concernant VOTRE plan d'eau ?

À la suite de ces études concernant la navigation des bateaux à fort sillage sur les plans, nous constatons que le problème existe sur plusieurs lacs du Québec et même sur tout le territoire canadien.

Cependant, les données objectives des lacs du Québec sont actuellement peu nombreuses pour faire la preuve des dommages actuels et futurs prévisibles causés aux berges en particulier et à l'environnement en général (habitat faunique, perte de végétation centenaire, etc). Voulons-nous contribuer à documenter cette preuve à court terme ?

Nous vous encourageons à recueillir certaines données techniques concernant votre lac. La cueillette de faits scientifiques et de données tangibles est un point de départ essentiel à toute démarche de sensibilisation ou de faire-valoir des risques et menaces pour la santé de vos lacs.