

**Étude de la remise en  
suspension des sédiments  
de fonds par les Wake boats**

Présenté par  
Sébastien  
**RAYMOND**

[sebastien.raymond@gci.ulaval.ca](mailto:sebastien.raymond@gci.ulaval.ca)

# Contexte

---

Navigation lacustre :

- juridiction fédérale
- loi de 2001 sur la marine marchande du Canada
- Application de cette loi par la sûreté du Québec
- Émission par municipalités de règlement relatif à l'usage de bateaux
  - Nécessite l'accord du fédéral
  - Définit un code éthique, codes de conduites volontaires (Nécessite 100% d'adhésion, débat difficile dans de nombreuses collectivités)

## Au niveau environnemental

- Impacts des embarcations à moteur dépend:
  - Vitesse de navigation
  - La force et le type de moteur
  - Géométrie de l'hélice et de la coque
  - Cohésion des sédiments
  - Taille et masse des particules
  - Profondeur de l'eau
  - Stratification du lac (résiste au mélange à partir de 30 g.cm/cm<sup>2</sup>)

## Autres impacts

- Augmentation de O<sub>2</sub> près du fond
  - Conditions oxygènes favorise libération de phosphore pour des températures et/ou pH élevé
- Augmente le potentiel redox
- Diminue la consolidation des sédiments

Quel est l'impact de la navigation type Wake Boat sur la remise en suspension des sédiments de fonds



- Quelle est la profondeur maximale impactée?
- Quelle est la vitesse de cette perturbation?

# Plan expérimental

---

- Vitesses (km/h): 5, 10, Max, Wake Surf, Wake Boat
- Profondeur (m): 20, 15, 6, 4
- Type de bateau : Wake Boat de 350 HP
- Nombre de répétitions : 3

- Mesures sonde multiparamétriques:

- Turbidité
- Conductivité
- Oxygène dissous
- Température

- Profil de la colonne d'eau
- Dans le fond

- ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler):

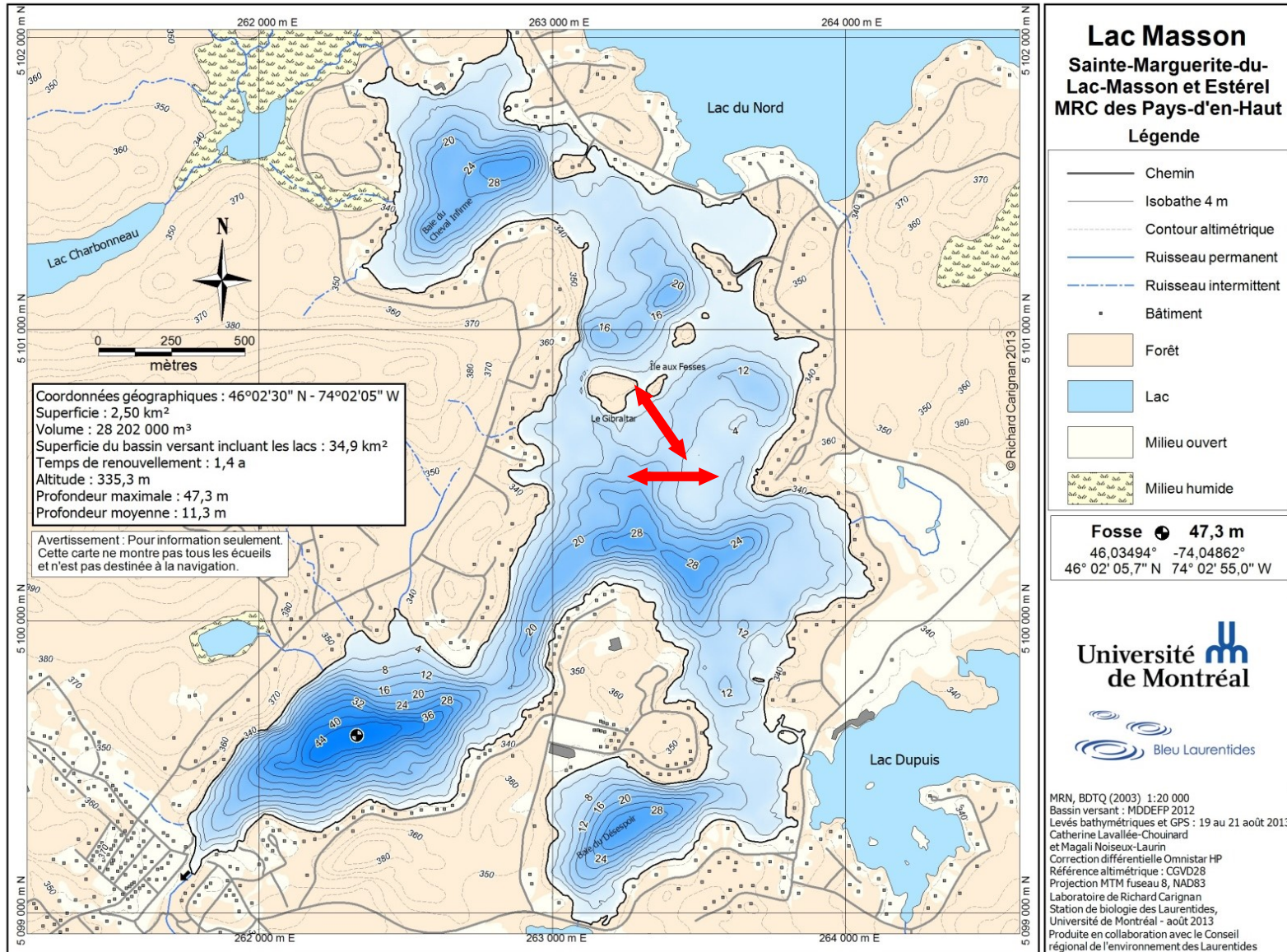
- Perturbations de la colonne d'eau
- Vitesses générées



## Lac Masson

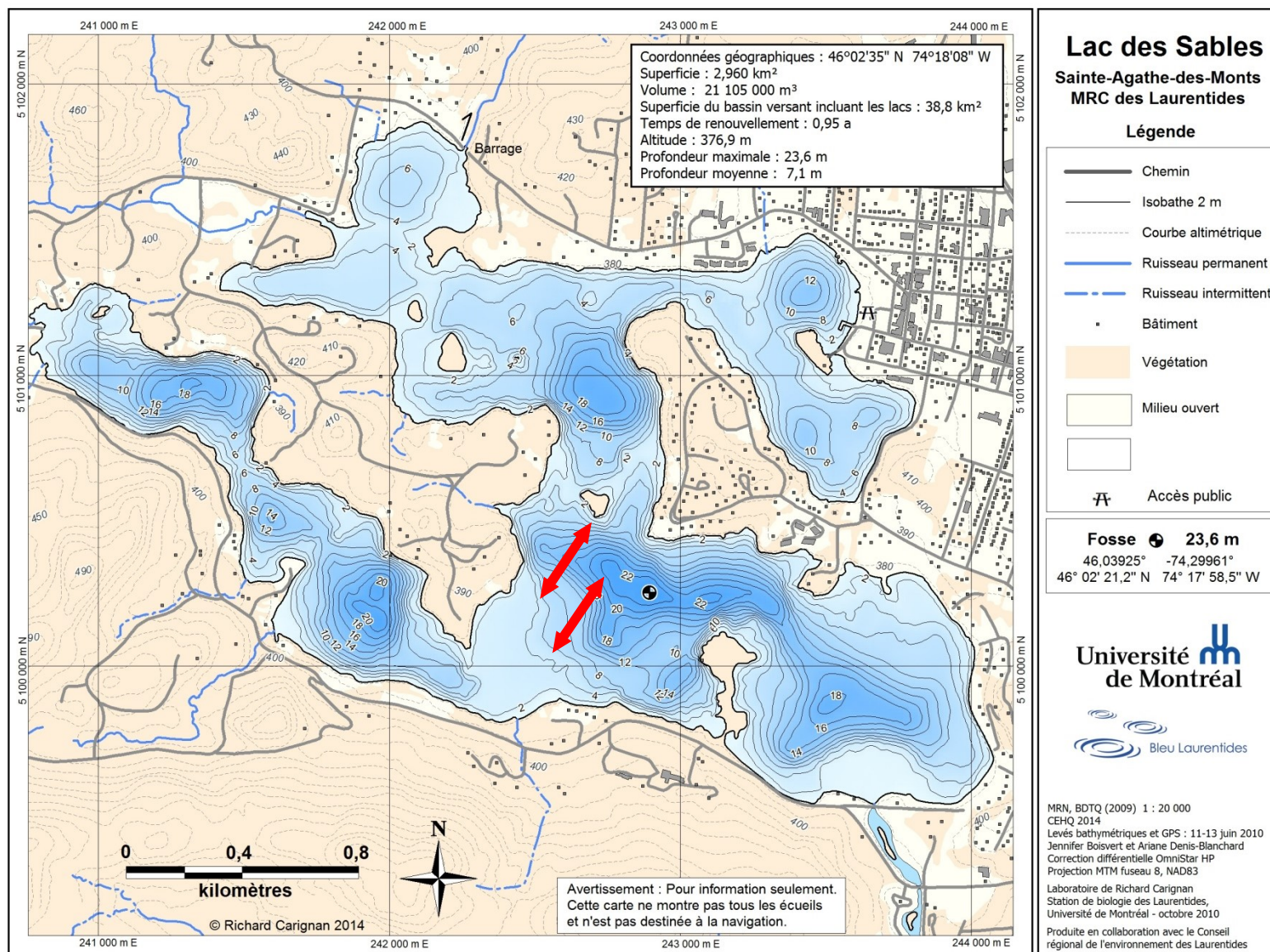
Superficie du lac	2,5 km <sup>2</sup>
Volume du lac	28 202 000 m <sup>3</sup>
Profondeur maximale	47,3 m
Profondeur moyenne	11,3 m
Altitude	335,3 m
Superficie du bassin versant incluant les lacs	34,9 km <sup>2</sup>
Temps de renouvellement	1,41 année
Ratio de drainage	13,96



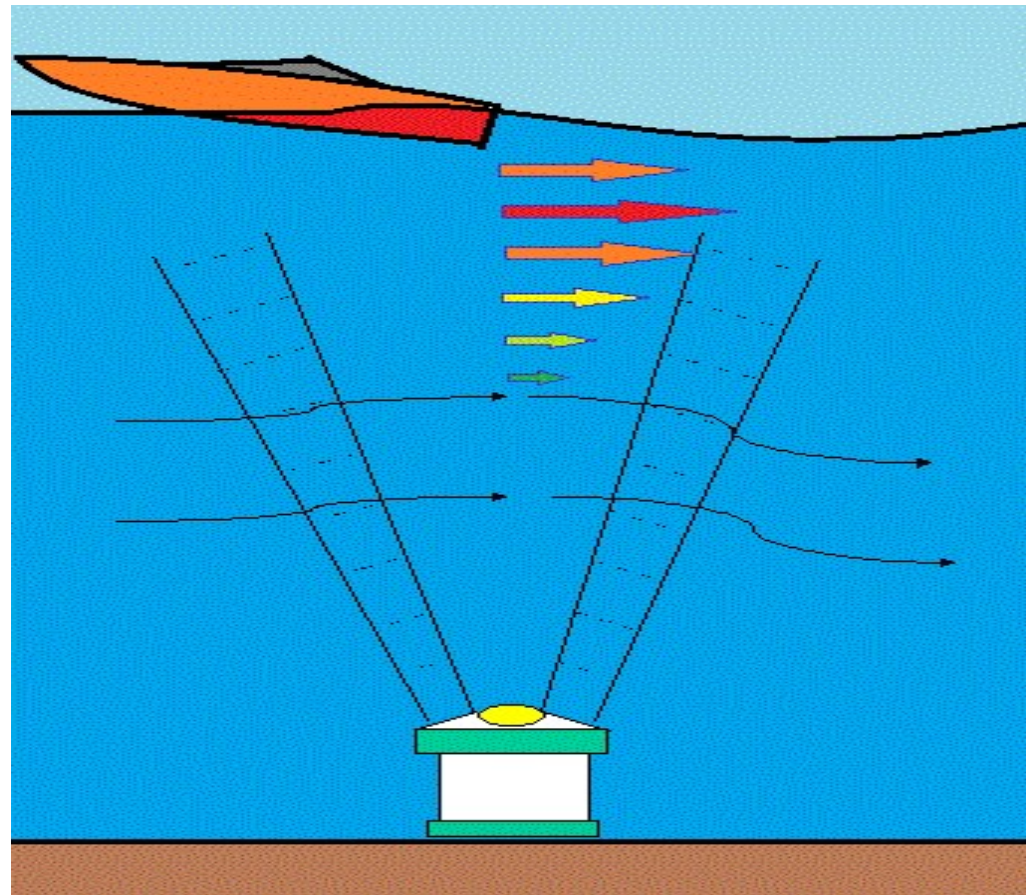


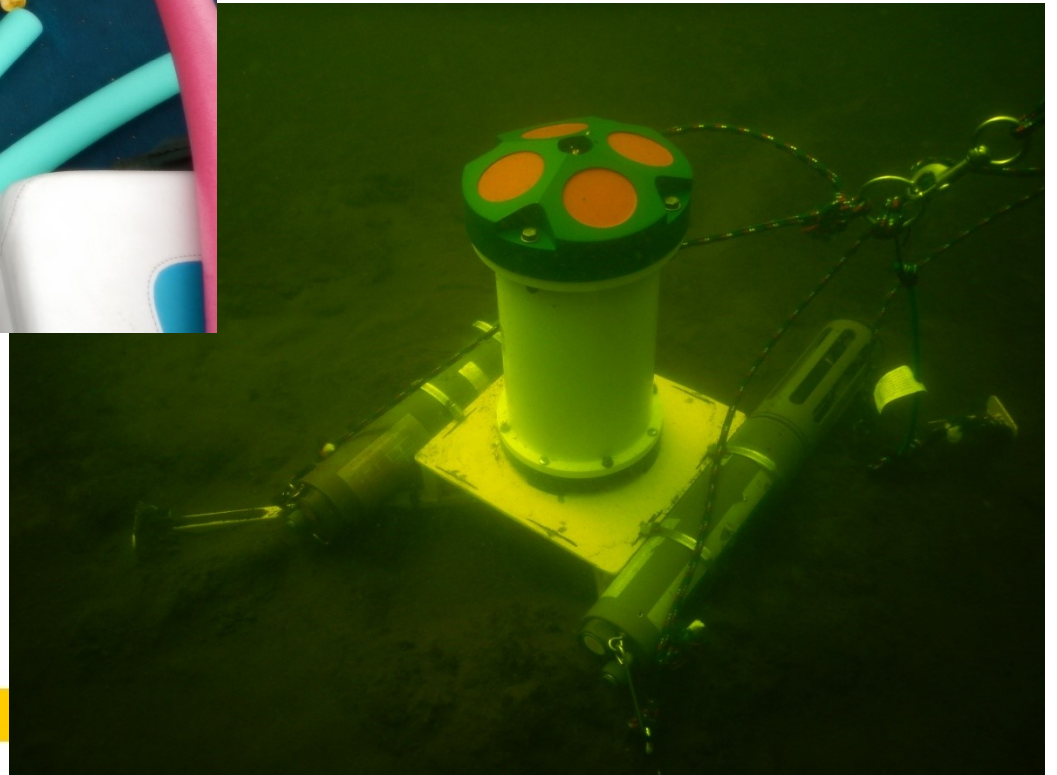
## Lac des sables

Superficie du lac	2,96 km <sup>2</sup>
Volume du lac	21 105 000 m <sup>3</sup>
Profondeur maximale	23.6 m
Profondeur moyenne	7.1 m
Altitude	376.6 m
Superficie du bassin versant incluant les lacs	38.8 km <sup>2</sup>
Temps de renouvellement	0.95 année
Ratio de drainage	13,10



- ACDP (Acoustic Doppler Current Profiler)





# Rappels

- Vitesse verticale permettant la re-suspension des sédiments doit être supérieure à 0.1 m/s (10 cm/s)

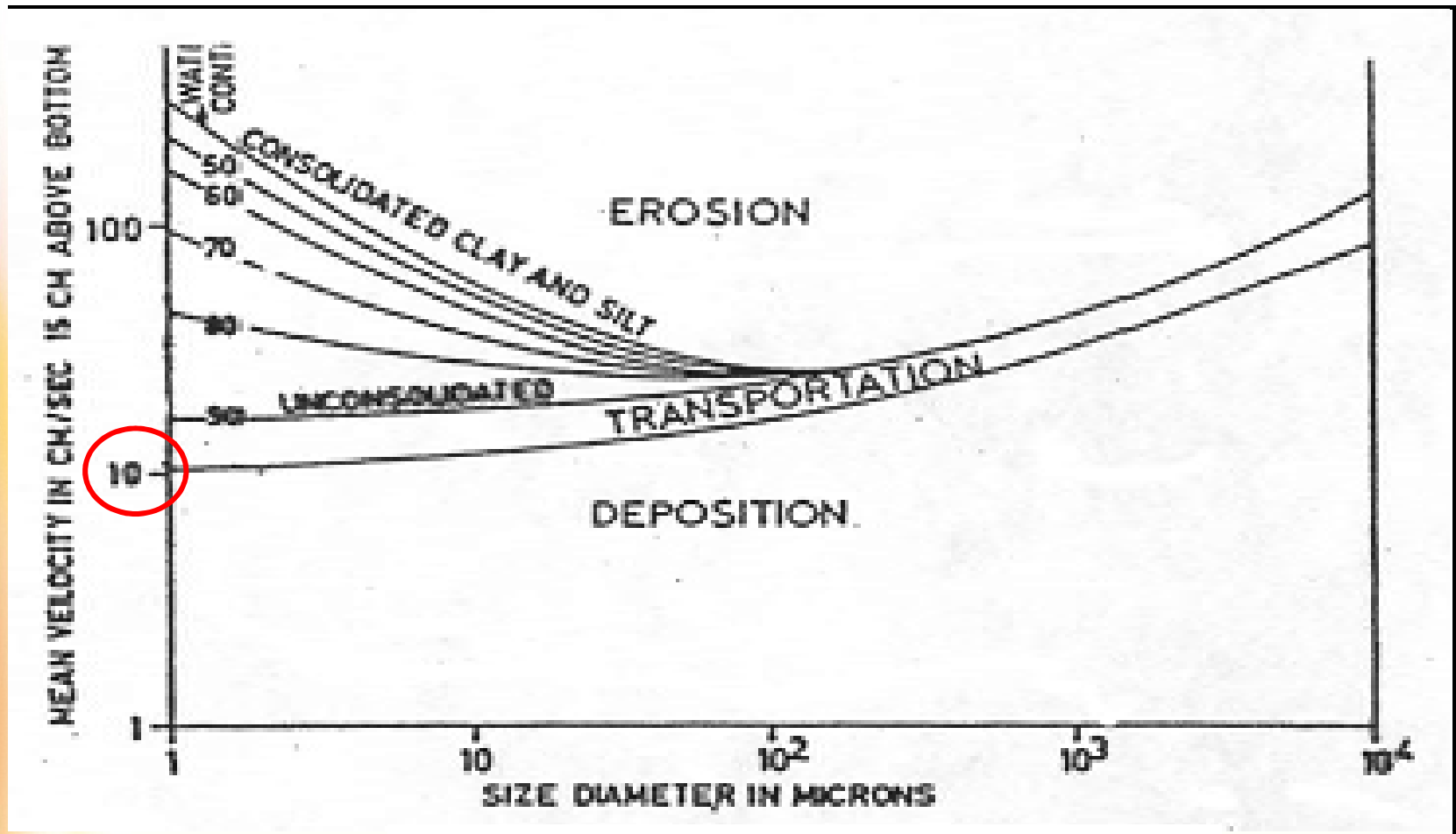


Diagramme de Hjulström

# Rappels

---

- Vitesse verticale permettant la re-suspension des sédiments doit être supérieure à 0.1 m/s (10 cm/s)
- Exemples:
  - Sable de 0.3 mm = vitesse de 0.25 m/s
  - Silt et argile de 50  $\mu\text{m}$  = vitesse de 0.12 m/s

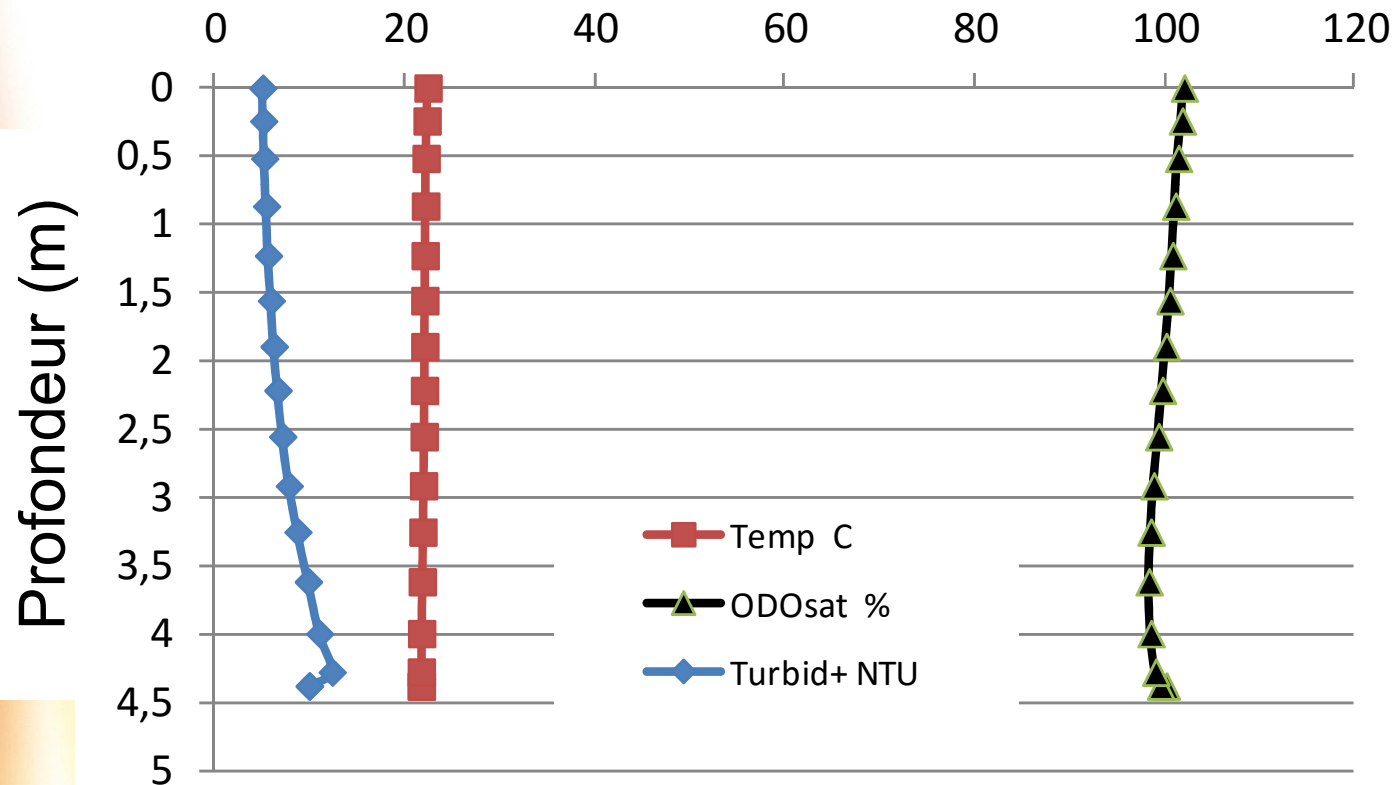
## Lac Masson: Du laboratoire au terrain

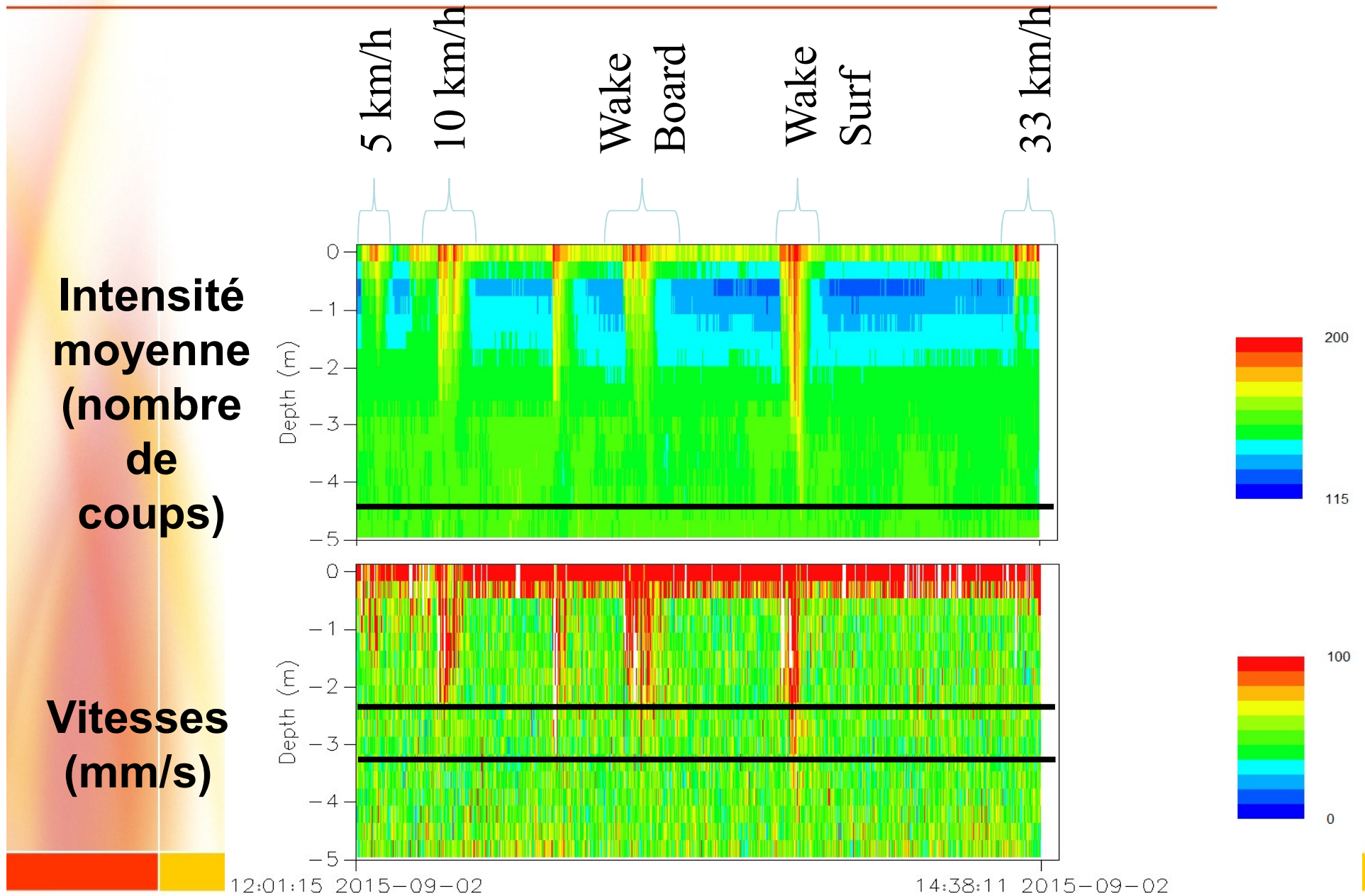
- Lac pionnier dans ce type de recherche
- Indispensable à la bonne mise en place du protocole expérimentale
  - Réglages de calibration de l'ADCP
  - Mise en place du protocole de descente de l'appareillage
  - Permis de cerner l'ensemble des difficultés liées au terrain

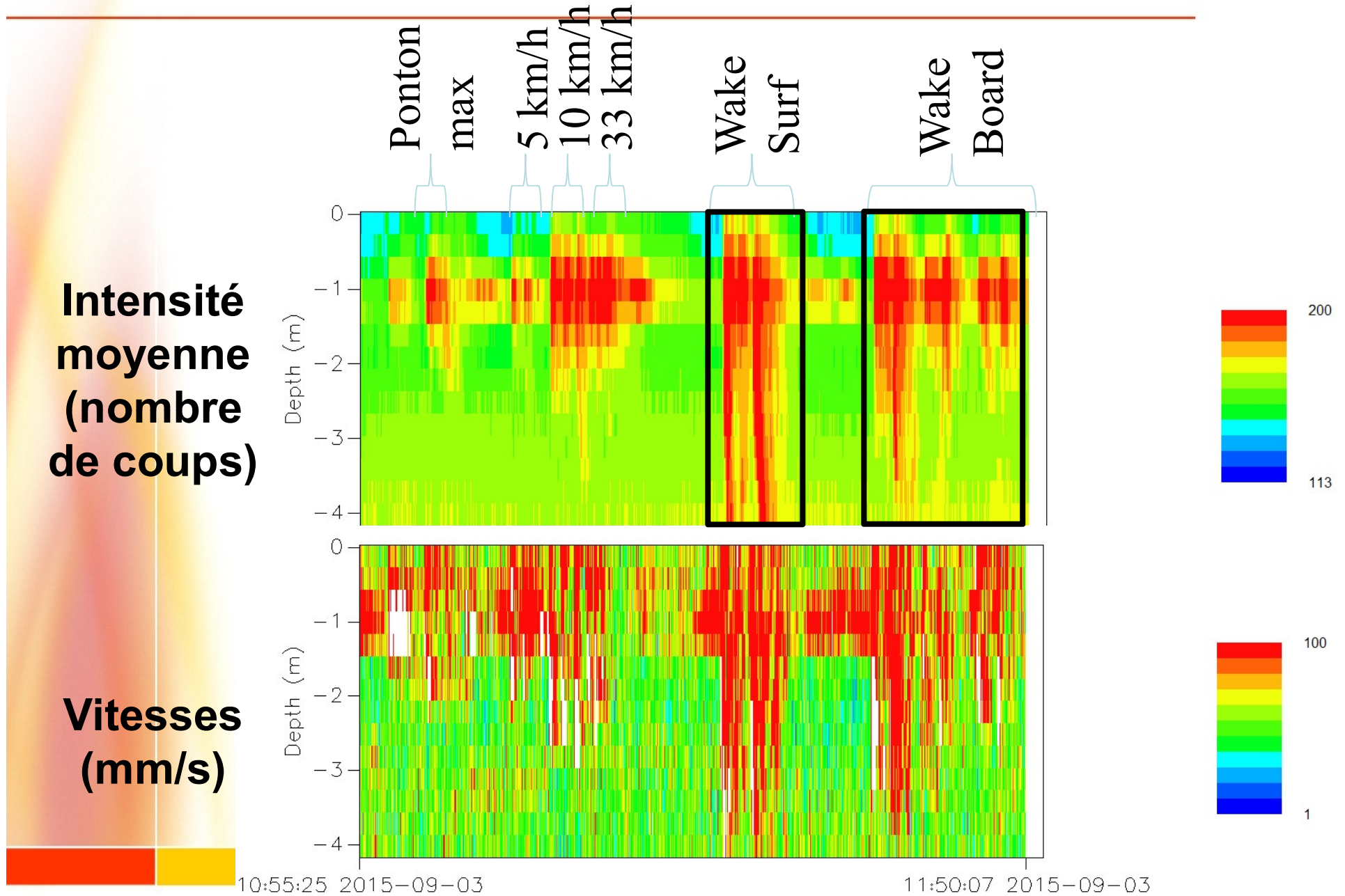


## Lac des Sables : Profil du Lac

- Pas de stratification thermique
- Paramètres physico-chimiques standard pour le lac des sables

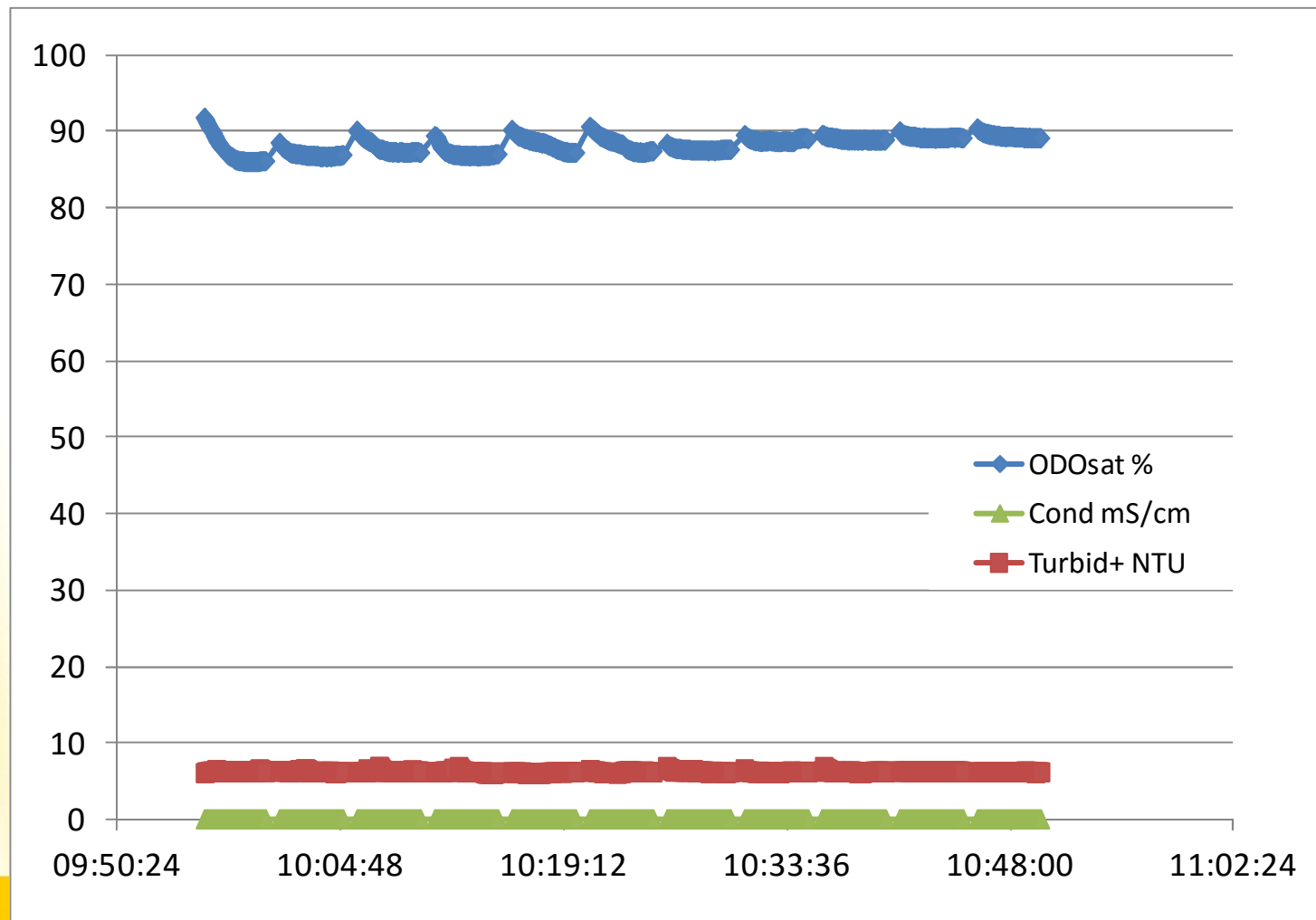






## Lac des Sables : Au fond du Lac

Aucune variations des paramètres physico-chimique



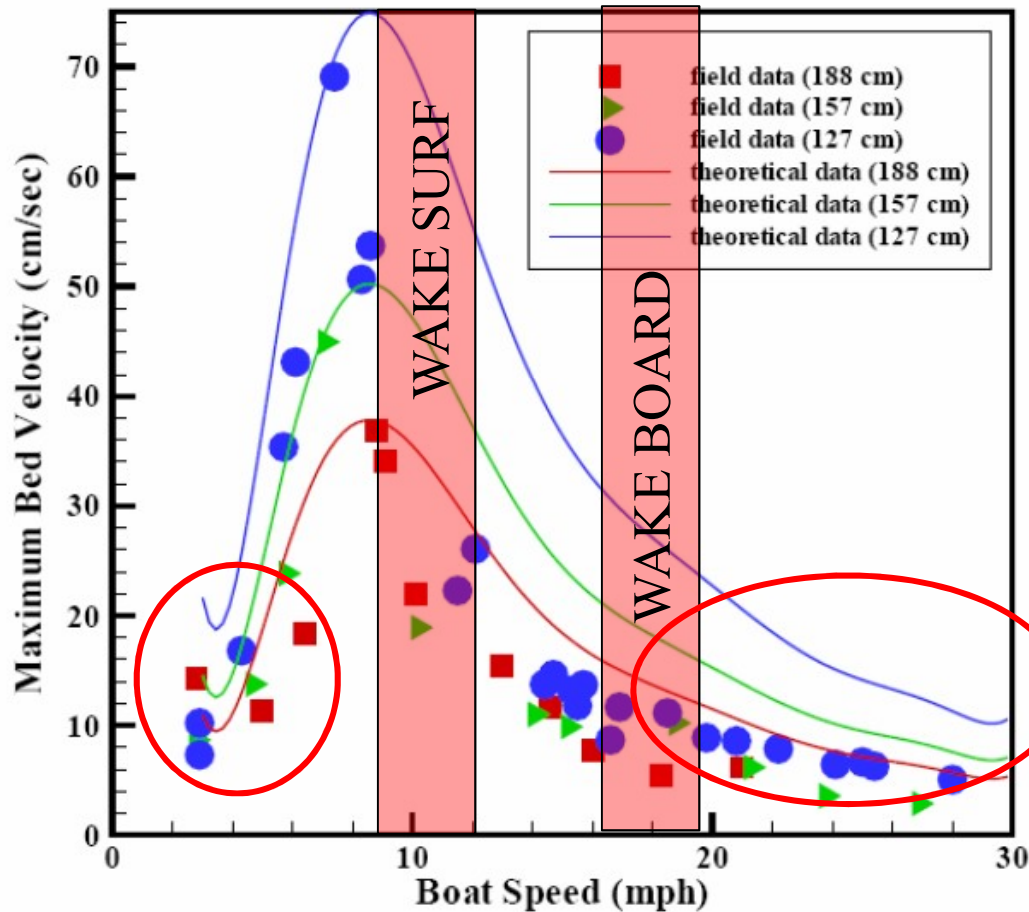
# Discussion

---

Impact de la navigation: Des résultats en accord avec les études passées

- Youssef (1974) : Relargage du phosphore sur des profondeurs de 1.5 à 3.4m (150HP)
- Hilton et Phillips (1982): augmentation de la turbidité (profondeur moyenne de 1m)
- James et al. (2002): impact de 1 à 4m (150 HP)
  - Particules 0.3mm = 2.2m de prof.
  - Particules 50 $\mu$ m = 3.5m

Anthony et Downing (2003): prof.127 à 188 cm



- Pas ou peu d'impact pour les vitesses faibles et fortes

- Hors bord > moteurs internes pour des vitesses intermédiaires

Conforte nos résultats pour le Wake surf

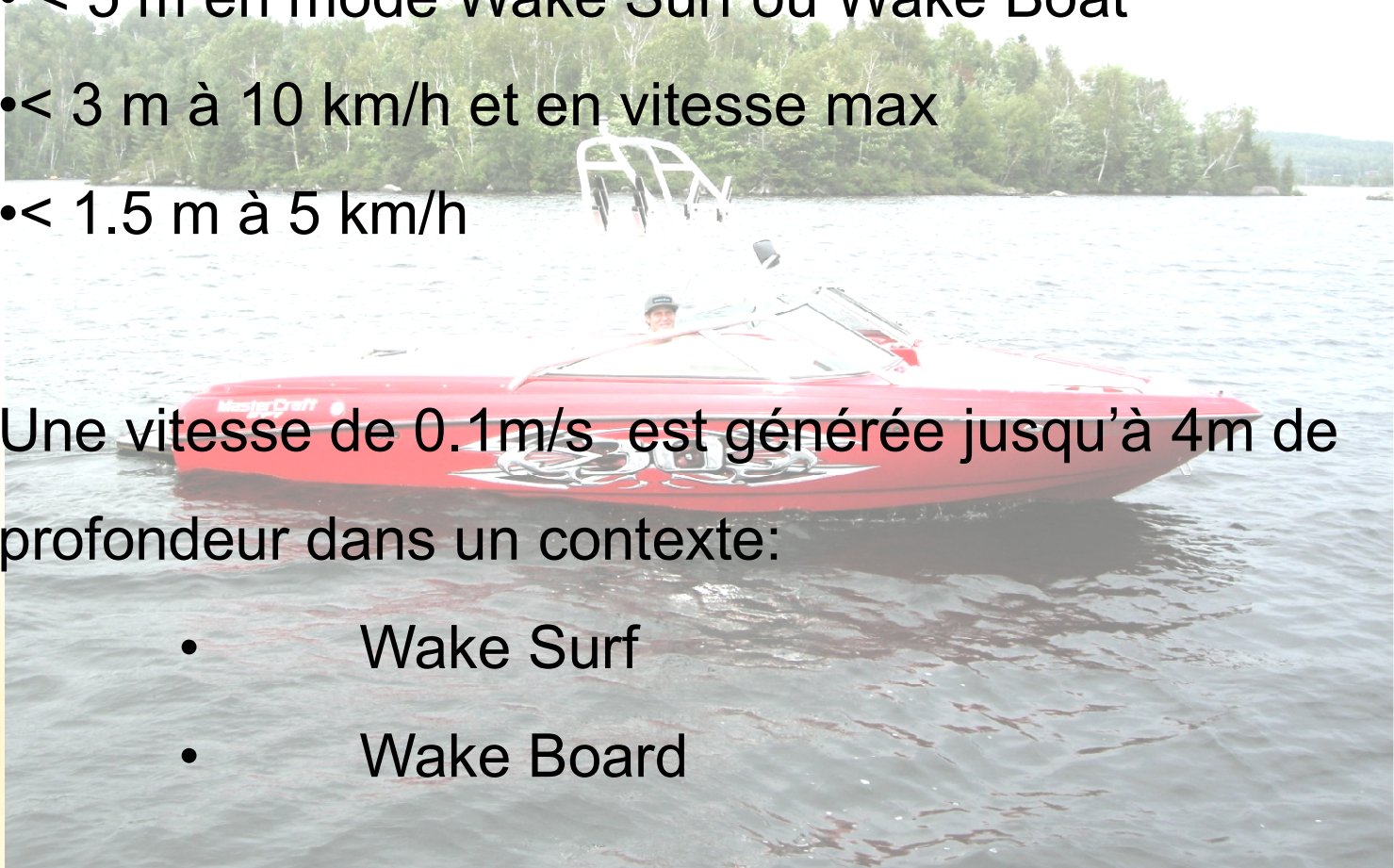
Vitesse près des sédiments en fonction de la vitesse du bateau

La profondeur du jet (350 HP):

- < 5 m en mode Wake Surf ou Wake Boat
- < 3 m à 10 km/h et en vitesse max
- < 1.5 m à 5 km/h

Une vitesse de 0.1m/s est générée jusqu'à 4m de profondeur dans un contexte:

- Wake Surf
- Wake Board

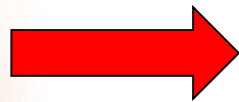


Importance de coupler ces résultats avec ceux de l'UQAM (Mercier-Blais et Prairie, 2014)

- Impact latéral des vagues de 300m de part et d'autres du bateau



## Conditions de navigation en général



5 km/h (3 mph) = pour tous types de bateaux  
si largeur <600m et profondeur <5m

## Nouvelles conditions de navigation pour la pratique du Wake Surf et Wake Board



**Minimum de 600 m de large**



**Au moins 5 m de profond**



UNIVERSITÉ  
LAVAL

# Remerciements

---

## **Lac-Masson à Estérel et Ste-Marguerite-du-Lac-Masson**

- MRC des Pays d'en-Haut
- Municipalité d'Estérel
- Municipalité de Ste-Marguerite-du-Lac-Masson

## **Lac-des-Sables à Ste-Agathe-des-Monts**

- Ville de Ste-Agathe-des-Monts
- Comité du débarcadère, de l'Association pour la protection de l'environnement du Lac-des-Sables

## **L'ensemble des bénévoles**