



- **Limnologie 101**
- **Les deux grands projets GRIL**
- **Les recherches des étudiants en 60 secondes!**

Marie-Andrée Fallu, Ph.D.

Agente de liaison scientifique, Regroupement stratégique FRQNT **GRIL**
Coordonnatrice, Programme FONCER-CRSNG **ÉcoLac**

Forum national sur les lacs, Mont-Tremblant, 11 juin 2014

Plan de la présentation

1. Limnologie 101

- o L'eutrophisation
- o La qualité de l'eau des lacs et des rivières
- o Les sources de phosphore et d'azote
- o Les conséquences d'une mauvaise qualité de l'eau
- o La bande riveraine



2. Les deux grands projets GRIL

3. Les recherches des étudiants en 60 secondes!

1. Limnologie 101

La limnologie ? « L'océanographie des eaux douces »

Du grec *limnê* signifiant lac et *logos* signifiant science.

Science qui étudie les eaux continentales (d'eau douce ou salées): lacs, les marais, les étangs, les réservoirs, les fleuves, les rivières, les ruisseaux, les milieux humides, les tourbières, les estuaires, les eaux souterraines, etc.

Cette science s'intéresse aux caractéristiques de l'eau, aux organismes qui y vivent et à leurs interrelations à tous les niveaux.



Eutrophisation :

Enrichissement de l'eau par les éléments nutritifs, principalement l'azote et le phosphore, provoquant une prolifération excessive de biomasse (plantes aquatiques, algues et cyanobactéries) et subséquemment une diminution de l'oxygène dans l'eau.

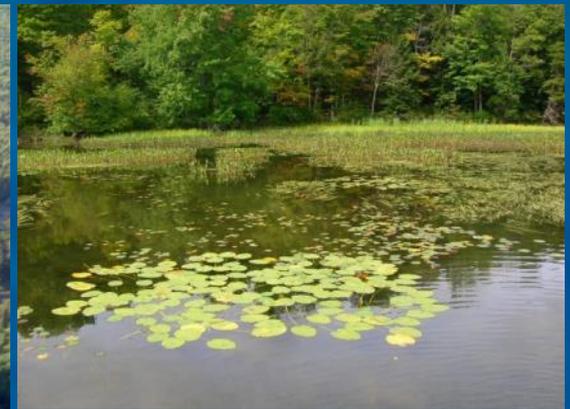
Eutrophe : du grec *eu* : « bien, vrai » et *trophein* : « nourrir »

Mésotrophe : du grec *mesos* : « au milieu »

Oligotrophe : du grec *oligo* : « peu »



Eutrophisation
naturelle :



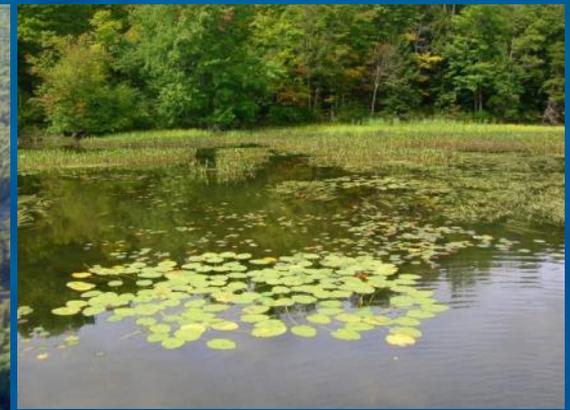
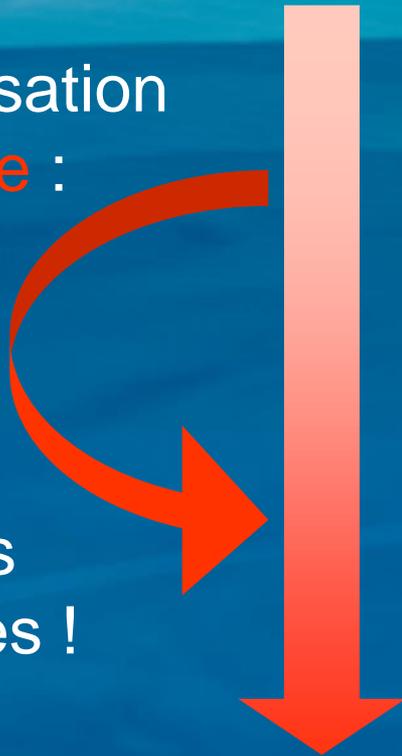
Eutrophisation
naturelle :

milliers
d'années



Eutrophisation
accélérée :

dizaines
d'années !



À quoi ressemble une eau de bonne qualité, sans influence de l'activité humaine ?

- o Faible concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore)



À quoi ressemble une eau de bonne qualité, sans influence de l'activité humaine ?

- o Faible concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore) → limite la croissance des organismes

Éléments
Oxygène
Hydrogène
Carbone
Silicium
Azote
Calcium
Potassium
Phosphore
Magnésium
Soufre

Éléments nutritifs : essentiels !

Phosphore : protéines, lipides

Azote : ADN

indispensables pour la multiplication des cellules

À quoi ressemble une eau de bonne qualité, sans influence de l'activité humaine ?

- o Faible concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore) → limite la croissance des organismes

Éléments	Demande ou contenu dans les organismes (%)
Oxygène	80,5
Hydrogène	9,7
Carbone	6,5
Silicium	1,3
Azote	0,7
Calcium	0,4
Potassium	0,3
Phosphore	0,08
Magnésium	0,07
Soufre	0,06

À quoi ressemble une eau de bonne qualité, sans influence de l'activité humaine ?

- o Faible concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore) → limite la croissance des organismes

Éléments	Demande ou contenu dans les organismes (%)	Disponibilité moyenne dans l'eau (%)
Oxygène	80,5	89
Hydrogène	9,7	11
Carbone	6,5	0,0012
Silicium	1,3	0,00065
Azote	0,7	0,000023
Calcium	0,4	0,0015
Potassium	0,3	0,00023
Phosphore	0,08	0,000001
Magnésium	0,07	0,004
Soufre	0,06	0,004

À quoi ressemble une eau de bonne qualité, sans influence de l'activité humaine ?

- o Faible concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore) → limite la croissance des organismes

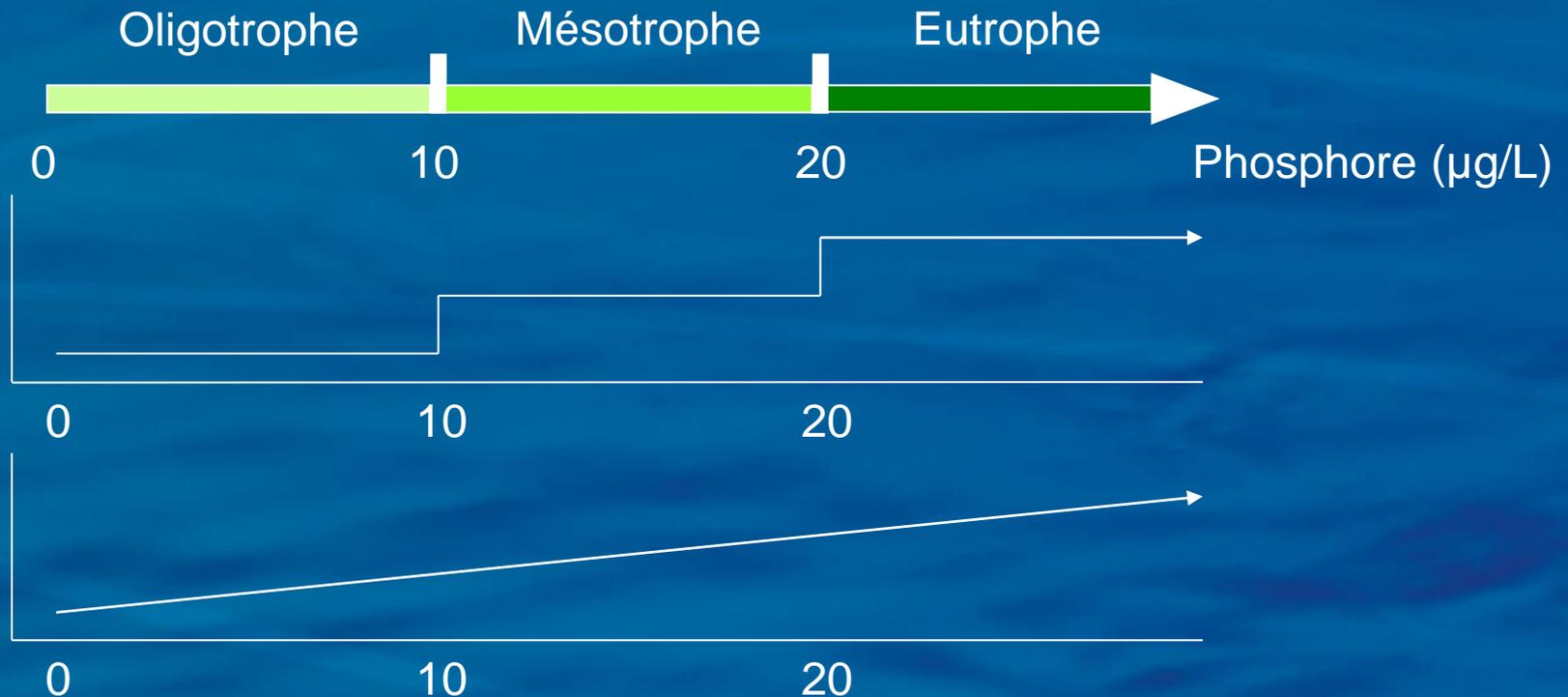
Éléments	Demande ou contenu dans les organismes (%)	Disponibilité moyenne dans l'eau (%)	Rareté (ratio de la demande/ disponibilité)
Oxygène	80,5	89	<1000
Hydrogène	9,7	11	<1000
Carbone	6,5	0,0012	5000
Silicium	1,3	0,00065	2000
Azote	0,7	0,000023	30000
Calcium	0,4	0,0015	<1000
Potassium	0,3	0,00023	1300
Phosphore	0,08	0,000001	80000
Magnésium	0,07	0,004	<1000
Soufre	0,06	0,004	<1000

À quoi ressemble une eau de bonne qualité, sans influence de l'activité humaine ?

- o Faible concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore)

Valeurs de phosphore dans un lac

Classification arbitraire des différents statuts trophiques :



À quoi ressemble une eau de bonne qualité, sans influence de l'activité humaine ?

- o Faible concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore)

Valeurs de phosphore dans un lac

Classification arbitraire des différents statuts trophiques :



Le **phosphore** est le facteur qui limite le plus la croissance des organismes aquatiques au Québec, suivi de près par l'**azote**.

À quoi ressemble une eau de bonne qualité, sans influence de l'activité humaine ?

- o Faible concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore)

Valeurs de phosphore dans un lac

Classification arbitraire des différents statuts trophiques :



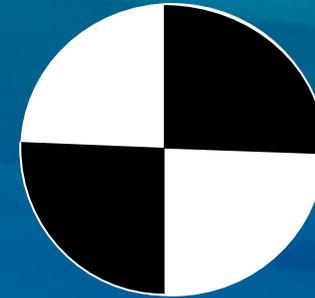
Des µg/L, c'est minime :

une piscine olympique à 20 µg/L \approx 0,5 kg de 20-20-20 !!!



À quoi ressemble une eau de bonne qualité, sans influence de l'activité humaine ?

- o Faible concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore)
- o Bonne transparence de l'eau



Eau limpide et transparente



Photo : Marc Pépino



Photo : Marco A. Rodríguez

À quoi ressemble une eau de bonne qualité, sans influence de l'activité humaine ?

- o Faible concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore)
- o Bonne transparence de l'eau

Eau limpide et transparente

Dépend de la quantité de :

- matière en suspension
- carbone organique dissous
- algues et plantes aquatiques (production primaire)



Photo : Martine Grenier

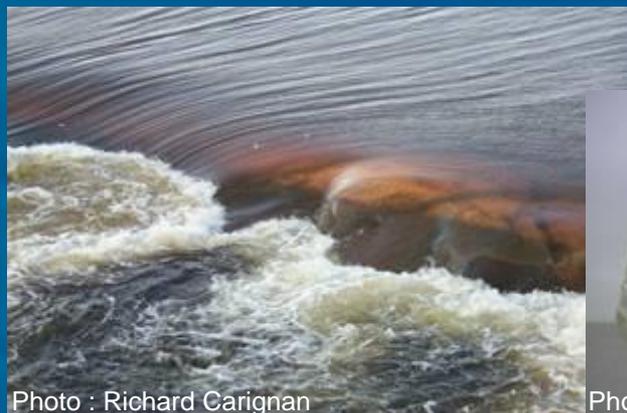


Photo : Richard Carignan



Photo : Delphine Marchand



Photo : Sonya Lévesque

À quoi ressemble une eau de bonne qualité, sans influence de l'activité humaine ?

- o Faible concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore)
- o Bonne transparence de l'eau
- o Bonne teneur en oxygène dissous

Essentiel à la vie de la plupart des organismes aquatiques

Provient :
des échanges avec
l'atmosphère



Photo : Myriam Jourdain



Photo : Bernadette Pinel-Alloul

de la photosynthèse
(plantes aquatiques et
algues)

À quoi ressemble une eau de bonne qualité, sans influence de l'activité humaine ?

- o Faible concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore)
- o Bonne transparence de l'eau
- o Bonne teneur en oxygène dissous
- o Absence de coliformes fécaux

La qualité de l'eau en un point donné dépend essentiellement des activités qui ont lieu en amont, dans le bassin versant.

Si cette qualité se dégrade, il faut remonter en amont pour déterminer la source du problème.



À quoi peut ressembler une eau de mauvaise qualité, avec l'influence de l'activité humaine ?

- o **Forte** concentration en éléments nutritifs (azote et phosphore)
 - o **Faible** transparence de l'eau
 - o **Faible** teneur en oxygène dissous
 - o **Présence** de coliformes fécaux
- 

Absence de forêt : augmente le ruissellement vers les cours d'eau.

L'intensité de la dégradation causée par cette perturbation (absence de forêt) dépend, entre autres, de l'usage subséquent de ces terres.

D'où proviennent le phosphore et l'azote ?

Principale source naturelle
de phosphore :

Dissolution des roches !



Source : Peter Krimbacher, Wikipedia

Principale source naturelle d'azote :

L'azote compose 78% de l'air qu'on respire,
mais seulement certaines cyanobactéries et
bactéries peuvent assimiler cette forme
d'azote.



Ensuite, les organismes ingèrent l'azote et le phosphore
lors de la nutrition et le rejettent par déjection ou après
leur mort, lors de leur décomposition.

D'où proviennent le phosphore et l'azote ?

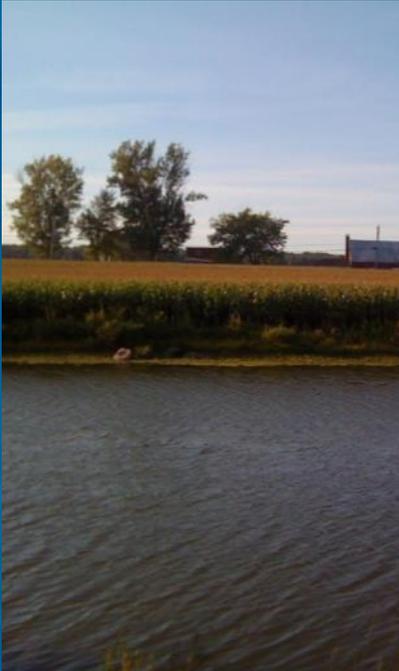
Sources naturelles :



Photo : Richard Carignan

D'où proviennent le phosphore et l'azote ?

Sources par l'activité humaine :



D'où proviennent le phosphore et l'azote ?

Fertilisants (ou engrais) d'usage **domestique** ou autres

incluant les engrais "vert", "bio" et le compost

azote ← **N-P-K** ← potassium
phosphore



D'où proviennent le phosphore et l'azote ?

Le transport de sédiments vers
les cours d'eau



Photo : Stéphane Campeau

Les éléments nutritifs
(phosphore et azote) et la
matière organique
s'accrochent aux sédiments
et ruissellent vers les
rivières et les lacs

Qu'on soit en lac ou en rivière =

EUTROPHISATION !!

Limnologie 101 : Les conséquences d'une mauvaise qualité de l'eau

Le transport de sédiments vers les cours d'eau et les éléments nutritifs qui s'y attachent.

- Modifie le fond des lacs
 - Envasement des fonds
 - Peut offrir un substrat propice à l'installation des plantes aquatiques



Photo : Bernadette Pinel-Alloul

Le transport de sédiments vers les cours d'eau et les éléments nutritifs qui s'y attachent.

- Modifie le fond des lacs

- Envasement des fonds
- Peut offrir un substrat propice à l'installation des plantes aquatiques
- Peut permettre aux algues de proliférer



Distinction entre algues et plante aquatiques

Plantes aquatiques = racines, tiges, fleurs



Source : Bernadette Pinel-Alloul

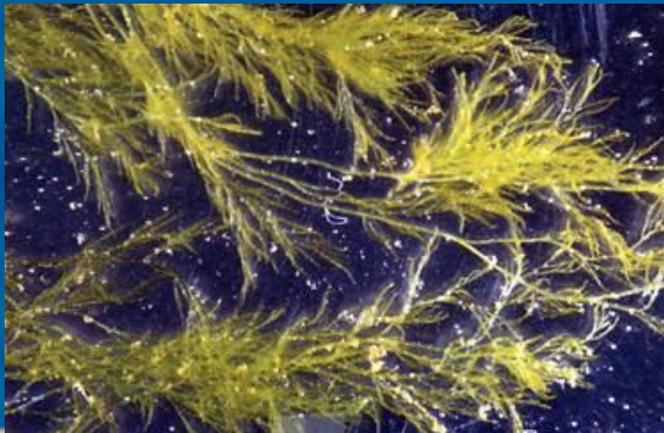
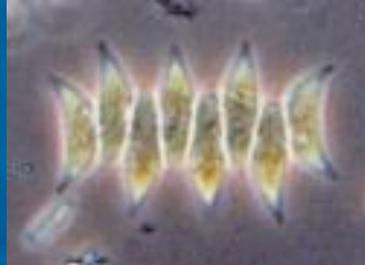
Source : Richard Carignan



Distinction entre algues et plante aquatiques

Plantes aquatiques = racines, tiges, fleurs

Algues = 1 ou plusieurs cellules, peu de structure



Le transport de sédiments vers les cours d'eau et les éléments nutritifs qui s'y attachent.

- Modifie le fond des lacs

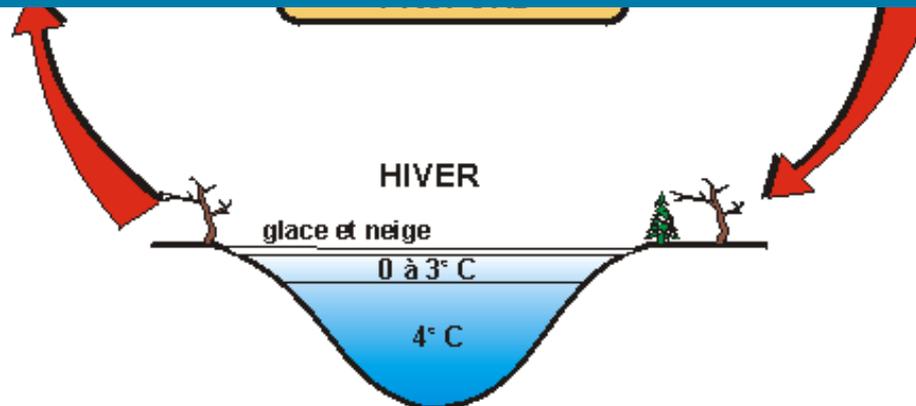
- Envasement des fonds
- Peut offrir un substrat propice à l'installation des plantes aquatiques
- Peut permettre aux algues de proliférer



Limnologie 101 : Les conséquences d'une mauvaise qualité de l'eau

Cette croissance massive et accélérée d'algues et de plantes aquatiques augmente la production des lacs :

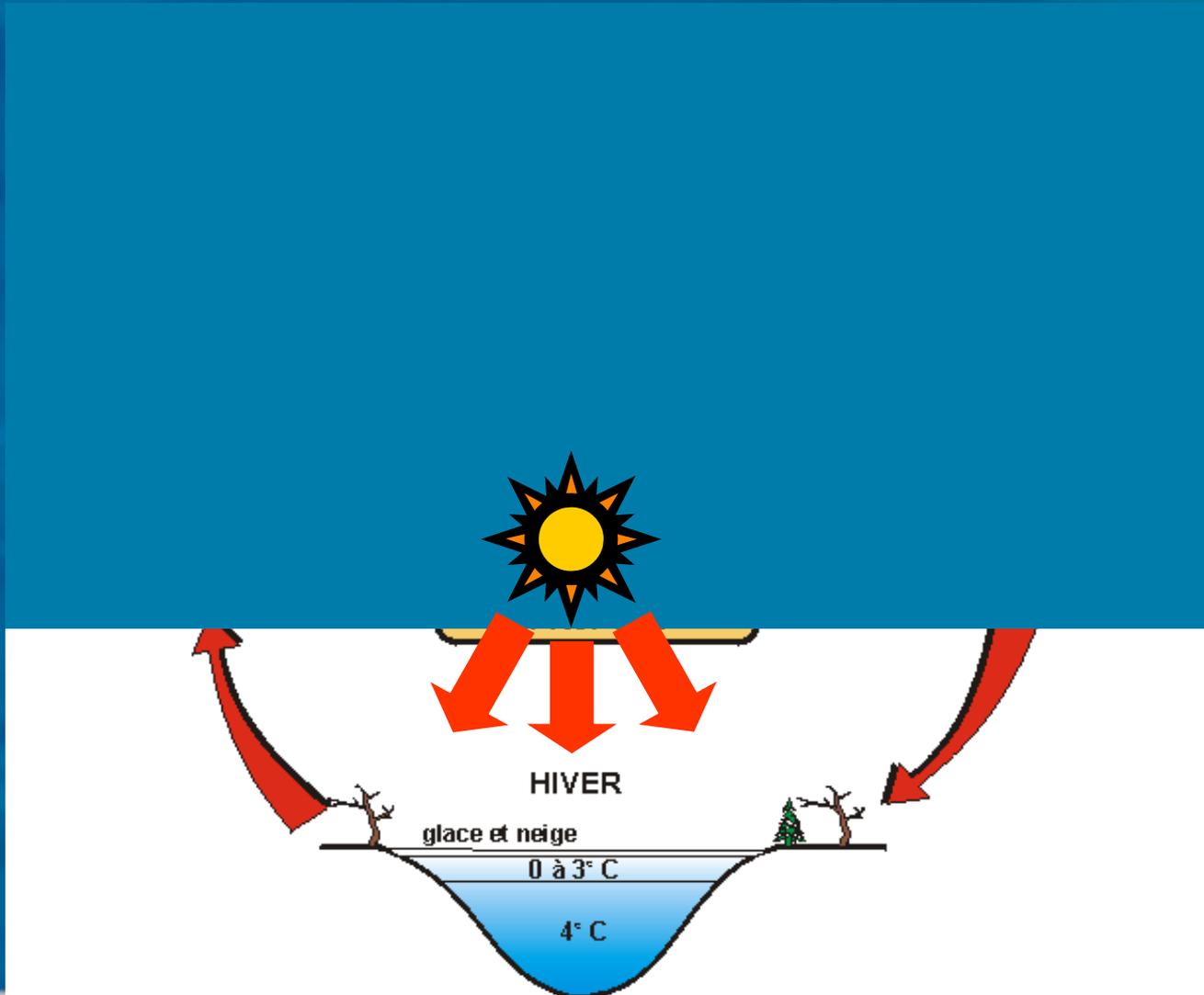
La stratification saisonnière et l'oxygène dans l'eau



Limnologie 101 : Les conséquences d'une mauvaise qualité de l'eau

Cette croissance massive et accélérée d'algues et de plantes aquatiques augmente la production des lacs :

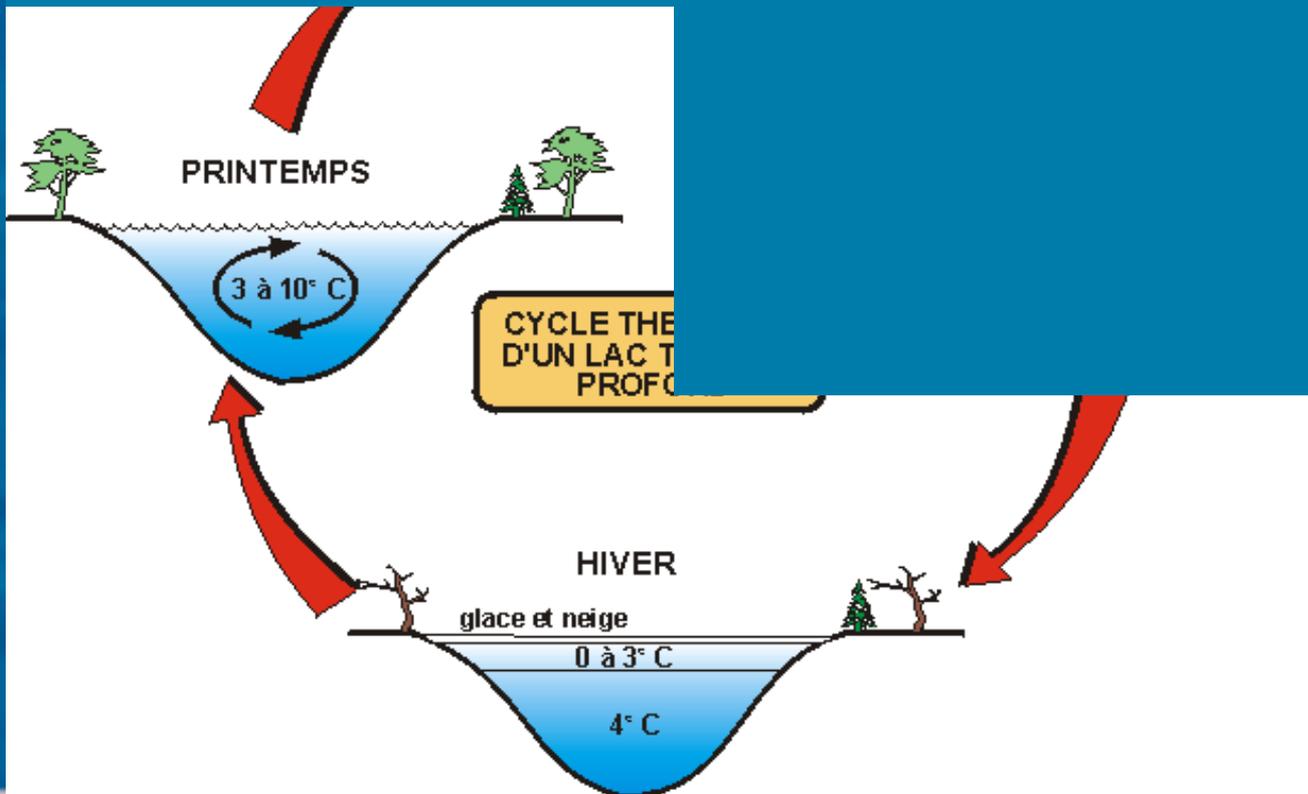
La stratification saisonnière et l'oxygène dans l'eau



Limnologie 101 : Les conséquences d'une mauvaise qualité de l'eau

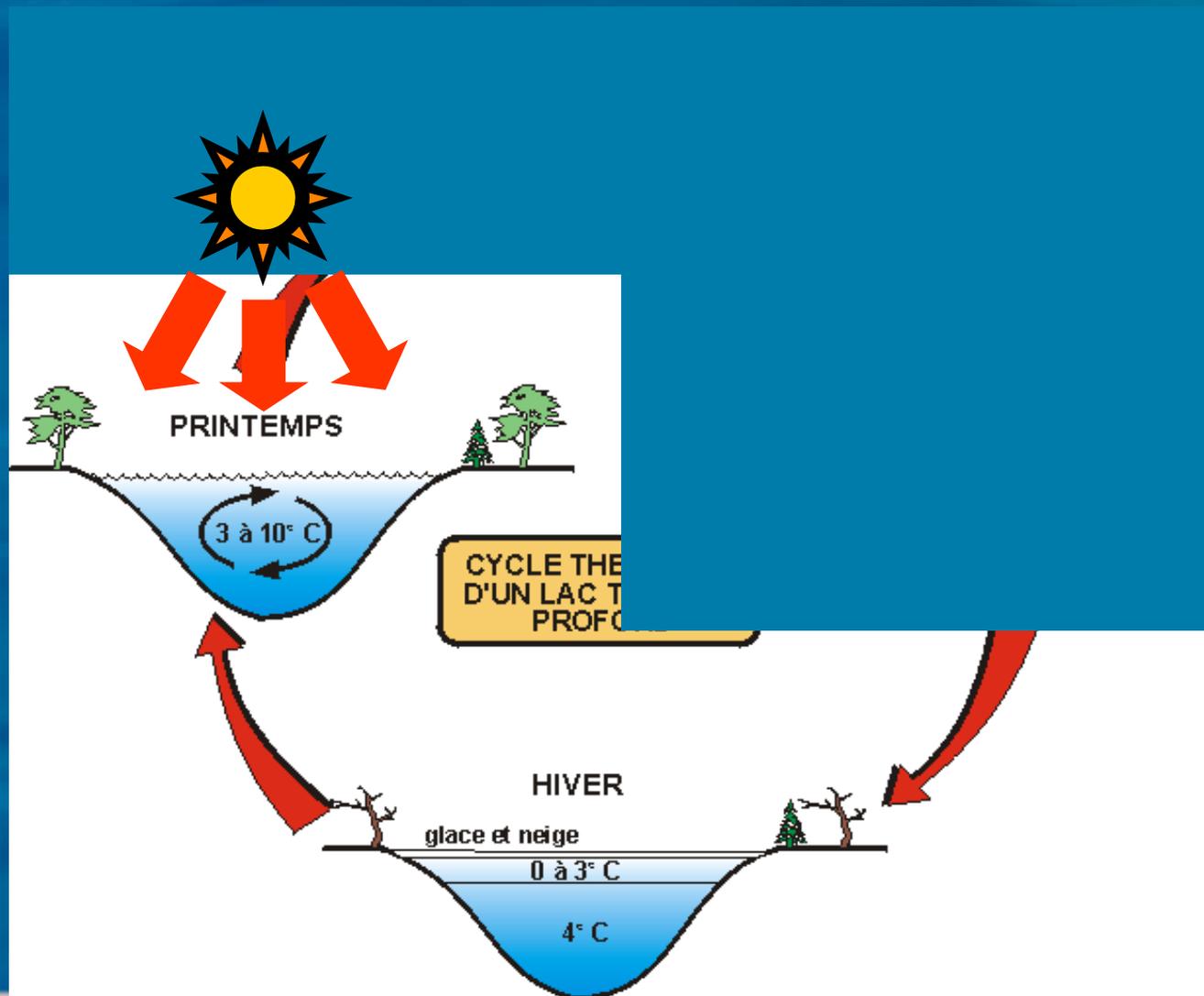
Cette croissance massive et accélérée d'algues et de plantes aquatiques augmente la production des lacs :

La stratification saisonnière et l'oxygène dans l'eau



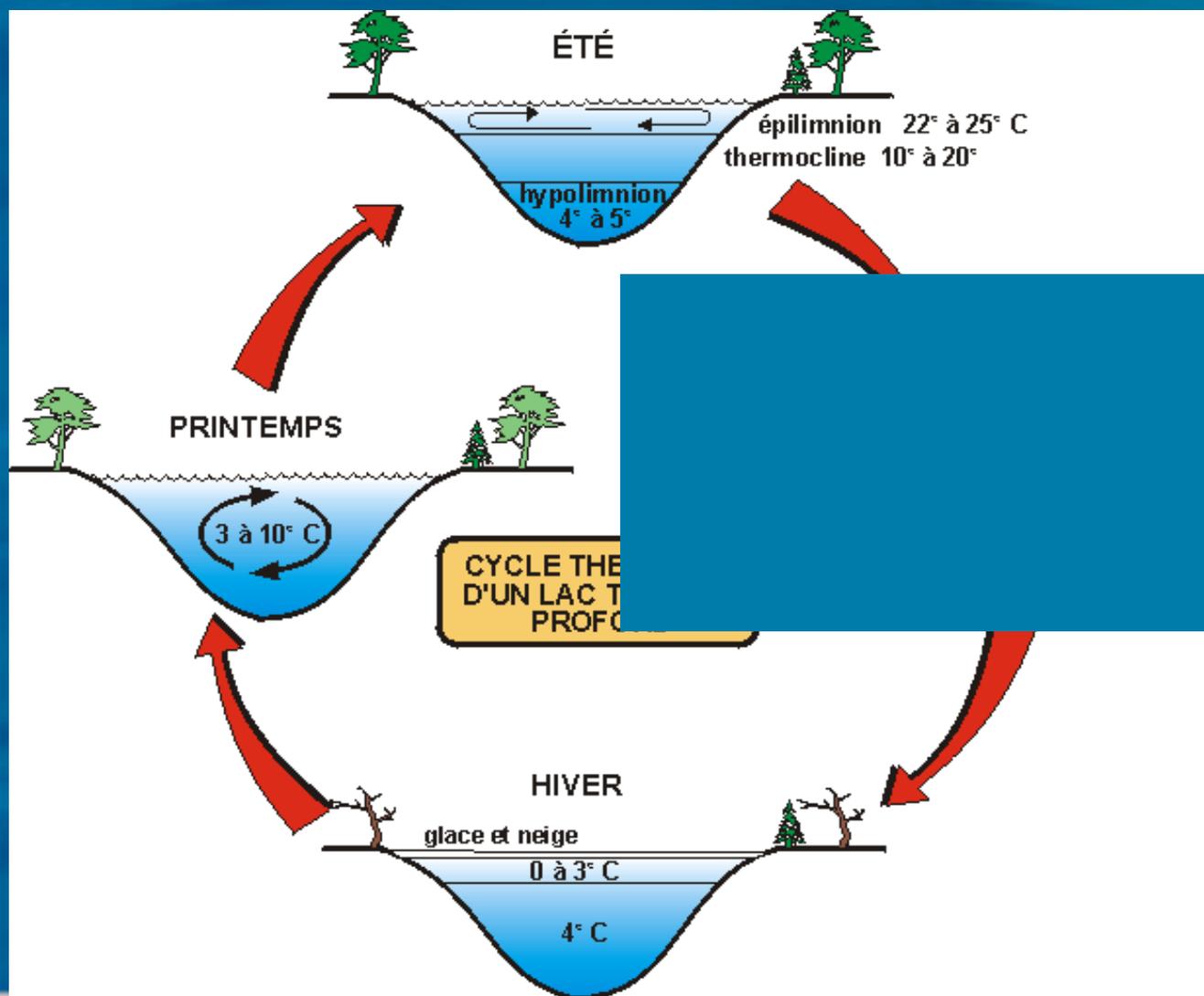
Cette croissance massive et accélérée d'algues et de plantes aquatiques augmente la production des lacs :

La stratification saisonnière et l'oxygène dans l'eau



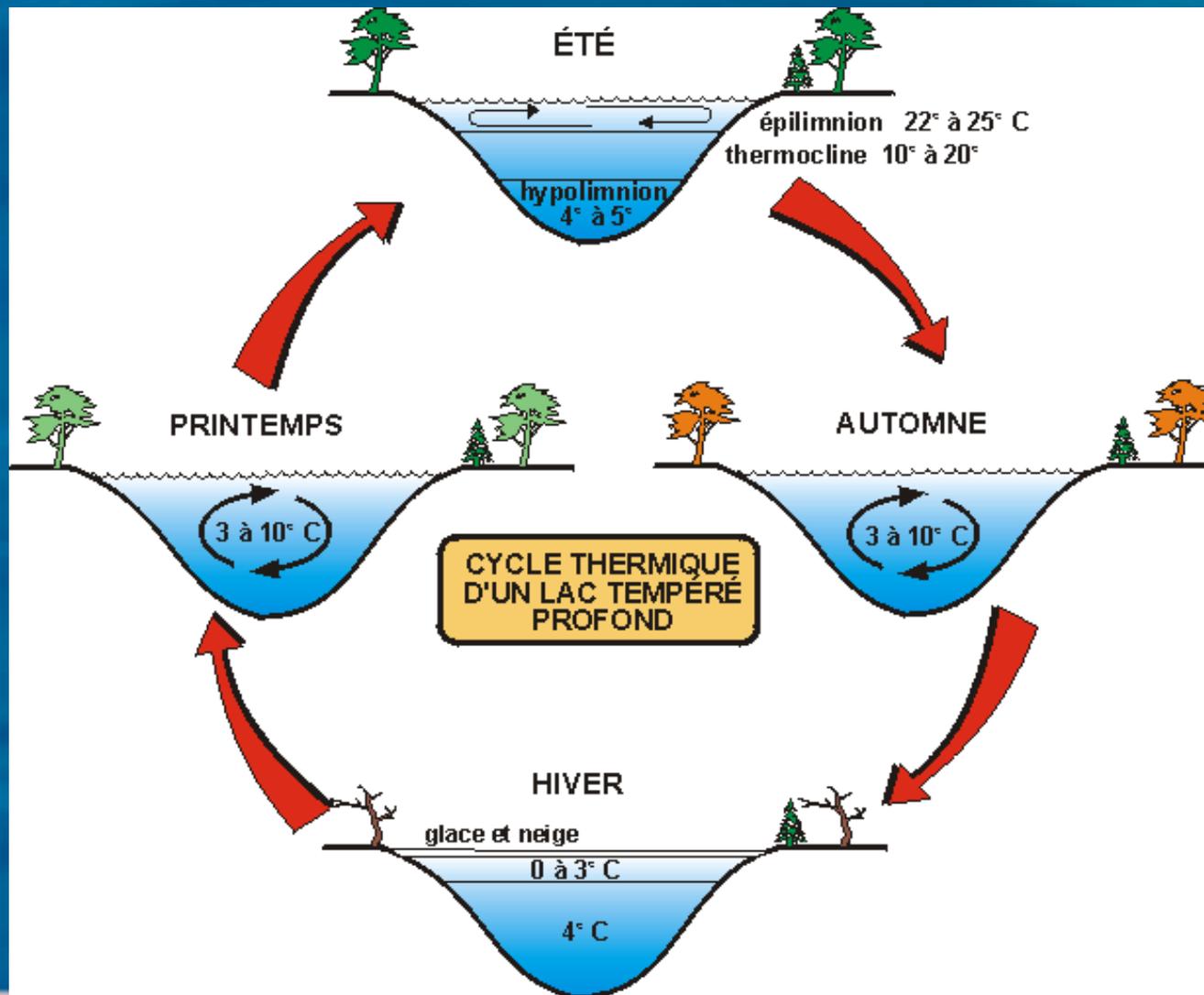
Cette croissance massive et accélérée d'algues et de plantes aquatiques augmente la production des lacs :

La stratification saisonnière et l'oxygène dans l'eau



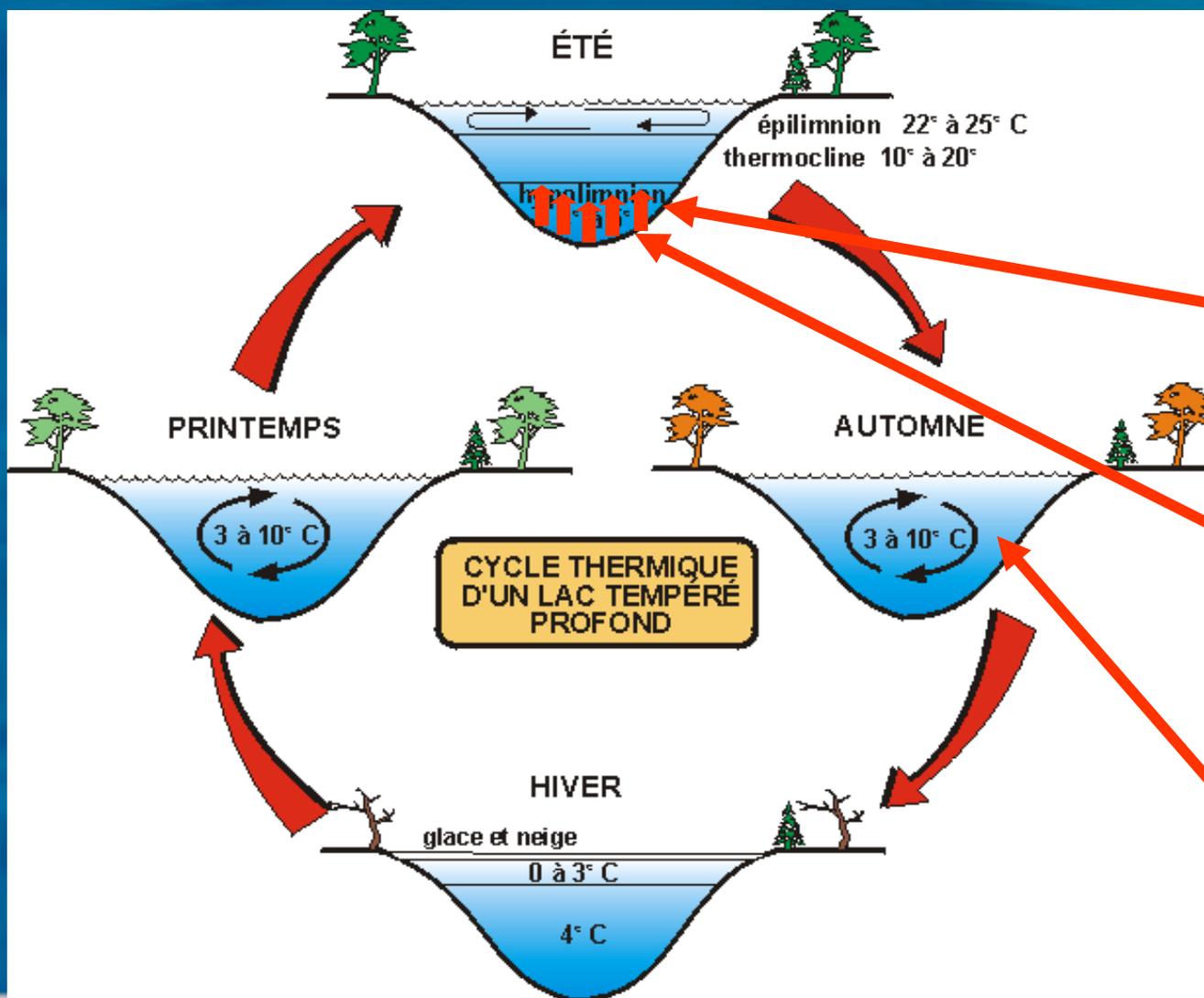
Cette croissance massive et accélérée d'algues et de plantes aquatiques augmente la production des lacs :

La stratification saisonnière et l'oxygène dans l'eau



Cette croissance massive et accélérée d'algues et de plantes aquatiques augmente la production des lacs :

La stratification saisonnière et l'oxygène dans l'eau



Avec l'eutrophisation :
plus de matière organique à décomposer = productivité élevée

oxygène consommée par les décomposeurs (anoxie/hypoxie)

certaines bactéries libèrent du phosphore des sédiments

mortalité de poissons

à l'automne, lors du mélange, il peut y avoir distribution du phosphore dans tout le lac

Autres problèmes...

- Absence de forêt :
 - augmentation de la température des eaux de ruissellement
 - absence de milieux ombragés et frais, endroits de prédilection de plusieurs espèces de poissons.
- Effets des pesticides sur les milieux aquatiques encore peu connus. Ils aideraient peut-être à favoriser les cyanobactéries dans les milieux riches en phosphore.



Qu'est-ce qu'une bande riveraine ?

➔ Naturel !

Habituellement composé :

- d'espèces locales
- de 3 strates de végétation
 - herbacée
 - arbustive
 - arborescente

10 mètres de bande riveraine



Qu'est-ce qu'une bande riveraine ?

➔ Le dernier filtre avant le cours d'eau

La bande riveraine représente un filtre naturel, une zone tampon :

- les plantes terrestres aussi ont besoin de phosphore et autres éléments pour vivre
- les sols retiennent (séquestrent) le phosphore



Qu'est-ce qu'une bande riveraine ?

➔ Une protection naturelle contre l'érosion

- maintient le sol en place à l'aide des racines des arbustes et des arbres
- empêche le recul des terres, particulièrement en période de crue
- ralentit le ruissellement et favorise l'infiltration dans le sol



Essentielle!

Naturel dans le paysage

Le dernier filtre avant le cours d'eau : diminue les quantités de phosphore (et autres éléments ou polluants) dans l'eau

Une protection naturelle contre l'érosion

Une zone d'ombre qui prévient le réchauffement



Conclusions

Pour éviter une eutrophisation accélérée, il faut, près des rives **et** dans le bassin versant :

- Assurer une bande riveraine « naturelle » le long des lacs et cours d'eau, avec une plus large bande en zone de pente ou de risque d'érosion.
Le laisser-aller de la végétation est le meilleur moyen !
- Assurer la conformité des installations septiques, des égouts municipaux, etc.
- Éviter l'épandage d'engrais en bordure des rives et calculer plus adéquatement les épandages agricoles.
Utiliser des détergents à lave-vaisselle sans phosphate.
- Favoriser les surfaces perméables (éviter les pavés et les terrassements perméables).

Conclusions

Peu importe les produits ou appareils proposés sur le marché, le retour à de meilleures conditions ne se fera qu'en arrêtant le phosphore et l'azote à la source.

L'établissement de bandes riveraines apportera des améliorations, mais les effets seront limités si celles-ci ne sont pas adéquates et si les sources de phosphore persistent ou augmentent.



2. Les deux Grands projets GRIL

Les grands projets GRIL, amorcés en 2012, sont deux projets financés en grande partie par les fonds du GRIL :

- Les herbiers du lac Saint-Pierre
- Les lacs sentinelles

On les nommes « Grands projets » puisqu'ils :

- couvrent une grande étendue sur le terrain, comportent des suivis à long termes et mesurent un grand nombre de variables;
- regroupent un grand nombre de chercheurs et d'étudiants qui travaillent en collaboration.

Les herbiers du lac Saint-Pierre



12 membres de 4 universités

Les lacs sentinelles



18 membres de 7 universités

Les herbiers du lac Saint-Pierre

Le lac Saint-Pierre est un élargissement du fleuve, un lac fluvial, situé entre Sorel et Trois-Rivières.

Il est un habitat exceptionnel :

- 20 % des marais du fleuve
- Importante halte migratoire
- Grande diversité et abondance d'espèces aquatiques



Les herbiers du lac Saint-Pierre

Ce projet vise à poser un diagnostic de l'état de santé de l'écosystème du lac Saint-Pierre et à déterminer les causes de sa détérioration :

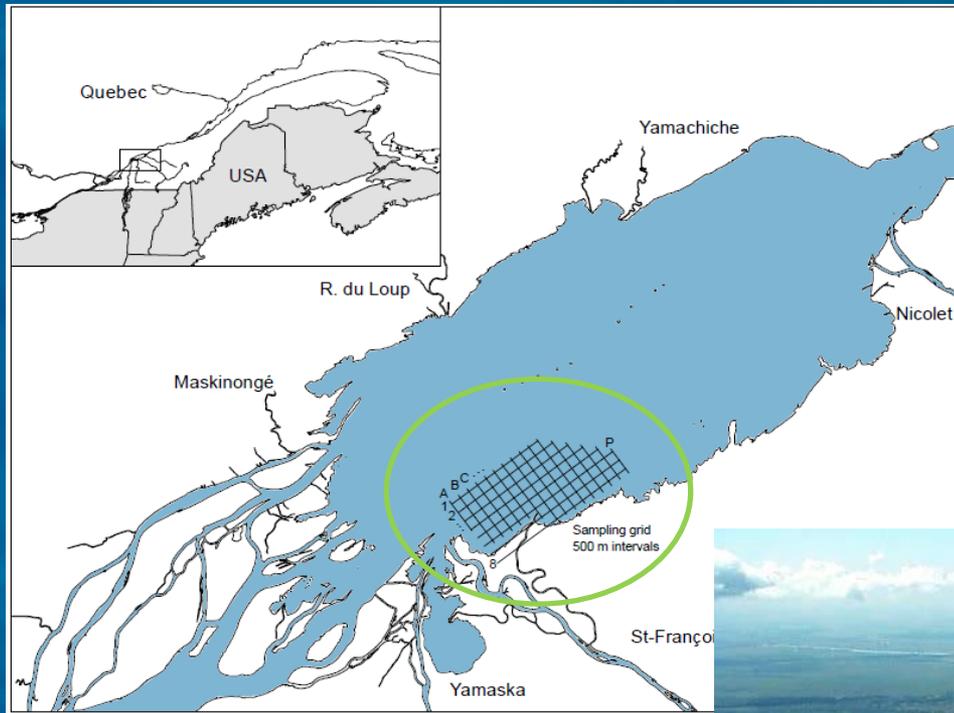
- Diminution des populations de perchaudes :
 - moratoire de sa pêche décrété en 2012 (durée de 5 ans)
 - malgré ce contrôle, les populations de perchaudes continuent de décliner.



- Changement de la végétation aquatique :



Les herbiers du lac Saint-Pierre



Site d'étude :

- Zone d'environ 7,5 km x 3,5 km à l'embouchure des rivières Yamaska et Saint-François

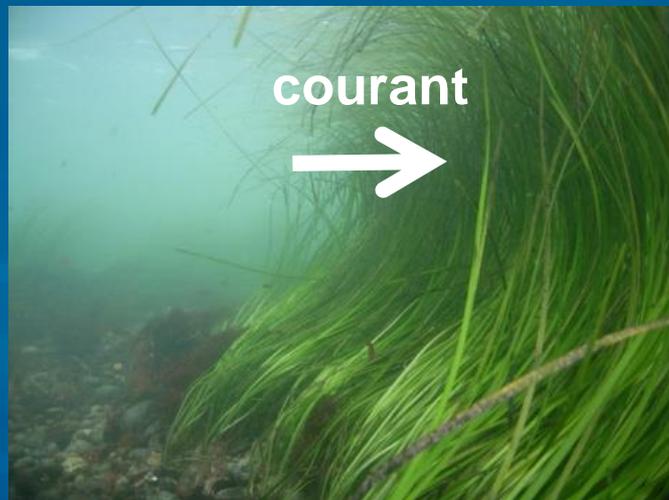
- Caractérisation de la végétation aquatique submergée (35 stations)
- Caractérisation du milieu (vitesse du courant, éléments nutritifs, etc.; 50 stations)



Les herbiers du lac Saint-Pierre

Les données recueillies serviront de base à cinq projets de maîtrise et de doctorat :

Projet 1



Les herbiers du lac Saint-Pierre

Les données recueillies serviront de base à cinq projets de maîtrise et de doctorat :

Projet 2

C terrestre

C détritique

C benthique/
planctonique

?



Les herbiers du lac Saint-Pierre

Les données recueillies serviront de base à cinq projets de maîtrise et de doctorat :

Projet 3



Les herbiers du lac Saint-Pierre

Les données recueillies serviront de base à cinq projets de maîtrise et de doctorat :

Projet 4



Les herbiers du lac Saint-Pierre

Les données recueillies serviront de base à cinq projets de maîtrise et de doctorat :

Projet 5



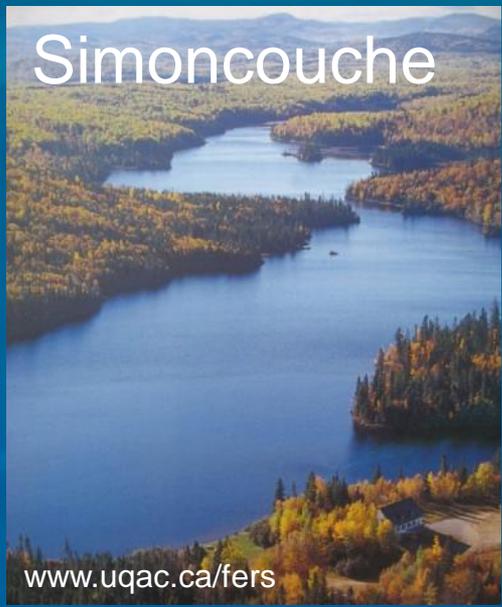
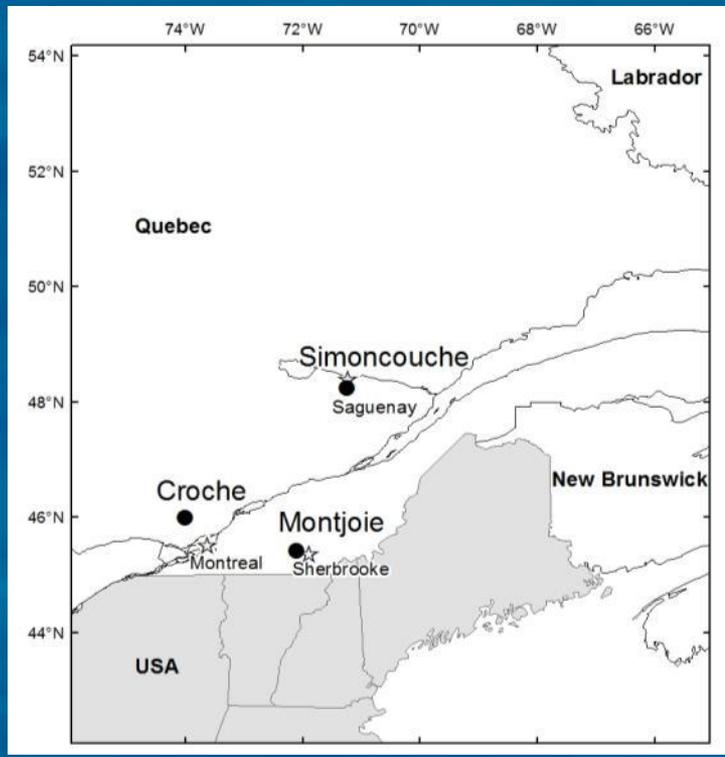
Les lacs sentinelles

Les lacs intègrent les processus qui ont lieu dans leur bassin versant.

Ce sont donc des « sentinelles » des changements environnementaux parce qu'ils y répondent facilement, par des modifications de leurs caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques.



Les lacs sentinelles



Les lacs sentinelles : type de mesure 1

Mesures régulières : bouée autonome qui mesure en continu (saison libre de glace) différentes variables physiques, chimiques et biologiques.

Croche et Simoncouche



- Bouées qui mesurent des données physiques et chimiques à différentes profondeurs (lumière, température, oxygène, etc).
- Équipées d'une station météo.

Montjoie



- Bouée de type « profileur », se déplaçant continuellement.
- Comprend également l'observation du plancton (prise d'images en continu du phytoplancton et zooplancton)

Les lacs sentinelles : type de mesure 2

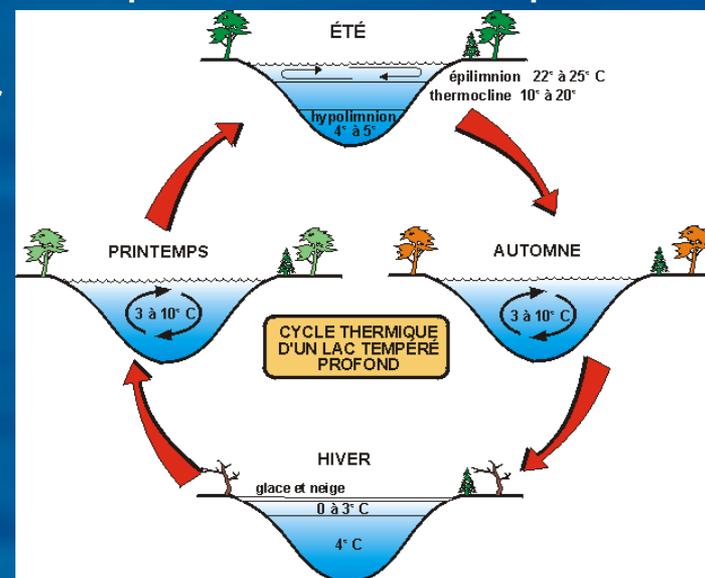
Mesures ponctuelles : prélevées par des équipes de terrain.

Visites :

- à tous les deux semaines au printemps et en été.
- à tous les mois à l'automne et en hiver.

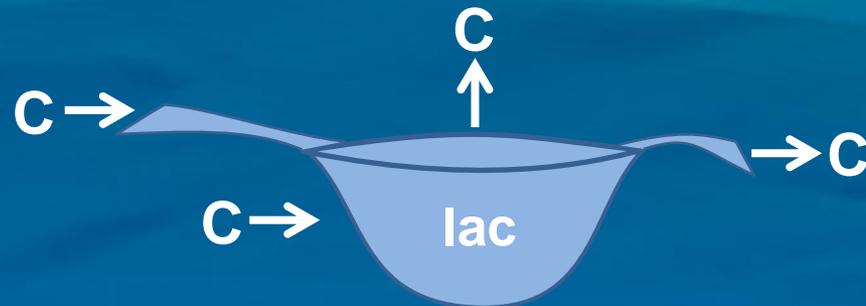
Mesures :

- lumière, température, pH, oxygène dissous, etc.
- prélèvement d'échantillons d'eau dans chaque strate thermique
 - analyses chimique en laboratoire
 - conservation et utilisation ultérieur (phytoplancton, zooplancton, pigment, bactérien, etc.).



Les lacs sentinelles

Levier pour des projets à court terme et de courte durée, tels que :



Permet les suivis à long terme et des projets de plus grande envergure :

- résultats importants après plusieurs années d'échantillonnage.
- Le stockage d'échantillons permettra :
 - des recherches auxquelles on ne pense pas actuellement;
 - des analyses avec de nouveaux appareils à voir le jour.

3. Les recherches des étudiants en 60 secondes!

10 affiches qui présentent les recherches de :

- 9 étudiants aux cycles supérieurs
 - 5 à la maîtrise et 4 au doctorat
 - dirigés ou codirigés par 12 membres du GRIL
 - provenant de 6 institutions universitaires
- 1 professeure-chercheuse

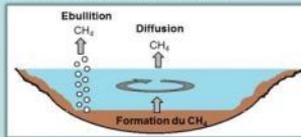
Lien entre les écosystèmes aquatiques et le bilan de méthane (CH₄) : impact de l'ébullition

Lennie Boutet (lennie_boutet@hotmail.com), Paul del Giorgio et Yves Prairie

Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal

Contexte

- Les lacs et les étangs jouent un rôle important dans le bilan de gaz à effet de serre car ils émettent une grande quantité de CH₄ vers l'atmosphère
- Dans ces écosystèmes, le CH₄ est produit lors de la décomposition de la matière organique en absence d'oxygène
- Il est transporté vers l'atmosphère par ébullition et par diffusion
- Il y a une grande incertitude du budget de CH₄ en raison de la contribution de l'ébullition très peu connue



Objectifs

- Mesurer la contribution de l'ébullition sur les émissions totales de CH₄ dans les milieux aquatiques
- Déterminer les facteurs qui régulent les émissions de CH₄

Sites d'étude

- 10 étangs de castor à Chicoutimi
- 3 lacs dans les Laurentides (Croche, Cromwell et Triton)



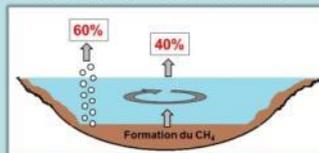
Méthodes

- Ébullition mesurée avec des entonnoirs de plastique
- Diffusion mesurée avec une chambre flottante

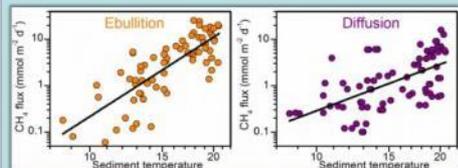


Résultats

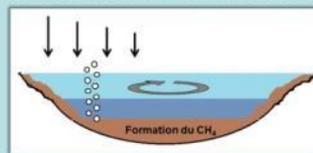
- Dans les étangs, l'ébullition représente 60% des émissions totales de CH₄



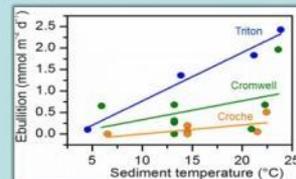
- Dans les étangs, les flux de CH₄ sont principalement contrôlés par la température des sédiments



- Dans les lacs, la contribution de l'ébullition décroît avec la profondeur

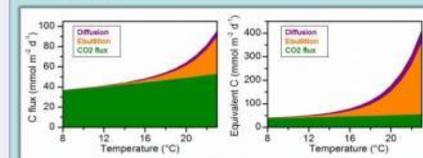


- La sensibilité à la température de l'ébullition est influencée par l'état trophique du lac



Discussion et conclusion

- L'ébullition représente un important mécanisme pour le transport du CH₄
- Dans les environnements peu profonds, une augmentation de la température des sédiments favorise davantage l'ébullition que la diffusion
- L'ébullition est fortement régulée par la température, l'état trophique et la profondeur
- Le réchauffement régional et l'eutrophisation pourraient augmenter les émissions de CH₄ et ce, principalement par ébullition



Les fleurs d'eau d'algues bleu-vert au lac Bromont : à qui la faute?

Dolors Planas¹ (planas.dolores@uqam.ca) et Claire Vanier²

¹Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal

²Service aux collectivités, Université du Québec à Montréal

Introduction

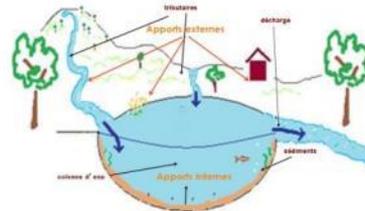
Cette étude a débuté en 2007 suite à la demande d'aide de l'association du lac Bromont, ACBVLB (Action Conservation du Bassin Versant du Lac Bromont) à l'UQAM. L'ACBVLB voulait connaître les causes de la fleur d'eau d'algues bleu-vert (cyanobactéries) responsable de la fermeture du lac pour la baignade en 2006. La réponse était simple : parce que les cyanobactéries étaient bien nourries et qu'elles s'étaient multipliées en grand nombre. Les questions :

- 1) Où sont les cyanobactéries (CYANO) dans la colonne d'eau?
- 2) Où se trouvent les nutriments
- 3) Où se rencontrent les algues et les nutriments?

Un bassin versant et son lac



Sources de nutriments



Aire d'étude

Le lac Bromont, ses ruisseaux et les sites de prélèvement.

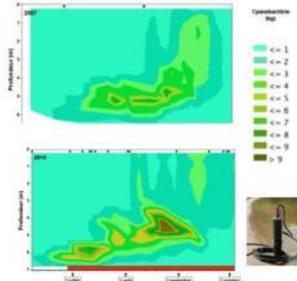


Période d'étude : 2007 à 2011



Résultats

Question 1 Où sont les CYANO dans la colonne d'eau?



Les algues se cachent dans les zones intermédiaires et profondes en été.

Question 2 Où se trouvent les nutriments?

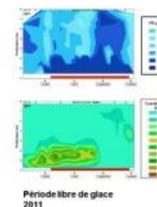
	Epilimnion		Métalimnion		Hypolimnion	
	PT µg/l	PD µg/l	PT µg/l	PD µg/l	PT µg/l	PD µg/l
2007	20 ± 7	7 ± 4	-	-	32 ± 15	6 ± 1
2008	19 ± 4	7 ± 3	28 ± 11	7 ± 3	60 ± 26	8 ± 5
2009	21 ± 5	7 ± 2	41 ± 18	7 ± 4	92 ± 42	26 ± 10
2010	18 ± 8	4 ± 2	51 ± 21	7 ± 3	100 ± 56	11 ± 14
2011	22 ± 8	6 ± 2	31 ± 11	6 ± 2	127 ± 80	27 ± 29
	NT µg/l	ND µg/l	NT µg/l	ND µg/l	NT µg/l	ND µg/l
2007	404 ± 114	292 ± 141	-	-	532 ± 127	349 ± 132
2008	373 ± 69	262 ± 68	422 ± 91	268 ± 64	686 ± 148	342 ± 164
2009	405 ± 68	267 ± 50	729 ± 800	500 ± 520	1 227 ± 809	1 132 ± 760
2010	-	-	-	-	-	-
2011	346 ± 66	218 ± 40	407 ± 67	248 ± 74	1 081 ± 527	693 ± 511

Une petite portion des nutriments provenant du bassin versant reste dans le lac.

Le lac :

- pauvre en nutriments en surface
- très riche dans la couche profonde du lac
- ☛ Les sédiments : source importante de phosphore pour le lac ?

Question 3 Où se rencontrent les algues et les nutriments?



Les sédiments sont une source importante de phosphore.

La biomasse des algues se maintient juste au-dessus des sédiments et suit l'évolution des concentrations en phosphore au cours du temps.

Conclusions :

- ☛ les algues et les nutriments se rencontrent dans la partie profonde du lac
- ☛ les sédiments sont une source importante de phosphore pour les algues

Donc, à qui la faute? Au phosphore accumulé au cours du temps, quand les apports des rives et des ruisseaux étaient possiblement plus importants qu'aujourd'hui.

Remerciements :



Aux nombreux étudiants, postdoctorants, stagiaires internationaux ainsi qu'à S. Paquet, aux bénévoles de l'ACBVLB (P. Gosselin, A. Jorcin, M. Sorensen, parmi beaucoup d'autres), et aux bailleurs de fonds, dont, notamment, la ville de Bromont.

La croissance des poissons influencée par la couleur de l'eau : croître dans une tasse de thé!

Pierre-Olivier Benoit¹ (pierre-olivier.benoit@mail.mcgill.ca), Chris Solomon¹ et Beatrix E. Beisner²

¹Département des sciences des ressources naturelles, Université McGill

²Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal

Le carbone organique dissous (COD)

Qu'est-ce que c'est?

Le COD retrouvé dans les lacs provient majoritairement de la matière végétale terrestre en décomposition. Il est transporté vers le milieu aquatique par les eaux de ruissellement (précipitations).

L'impact sur les lacs et les organismes aquatiques

Importantes répercussions sur les aspects physiques, biologiques et chimiques d'un lac. Une eau riche en COD est caractérisée par une coloration brune-jaunâtre rappelant celle du thé.



COD faible



COD élevé

Influence:

- Disponibilité des nutriments
- Pénétration de la lumière

Impact considérable sur la productivité des milieux aquatiques, incluant celle des poissons.

La problématique

Au cours des dernières décennies, une augmentation de la concentration en COD dans les lacs a été observée dans l'Est de l'Amérique du nord. **Quel sont les répercussions possible de cette augmentation sur la croissance des poissons?**

Plusieurs lacs, plusieurs espèces!

Afin de répondre à la question, la relation entre la concentration en COD et le taux de croissance a été étudiée pour trois espèces de poissons, pour un total de 50 lacs.

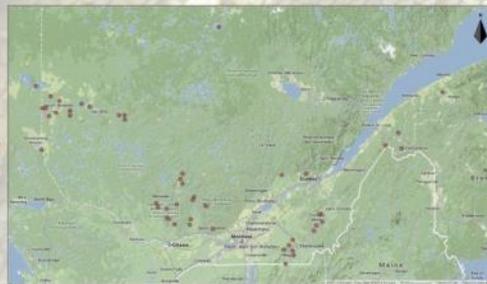
Doré jaune



Truite grise



Perchaude



Histoires de pêcheurs...

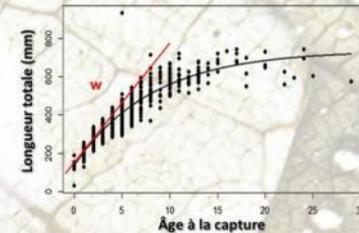
Âge



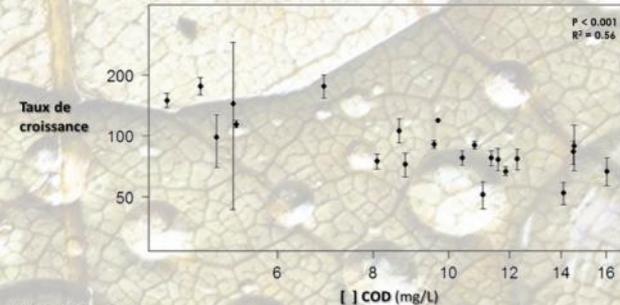
Longueur totale



Taux de croissance



Eau plus claire, plus foncée, et alors?



L'effet du COD:

- Croissance plus lente dans les lacs foncés pour le doré jaune.
- En général, effet négatif sur la croissance des poissons.
- Différentes espèces, différents effets!

Implications futures

- Importance de considérer l'influence potentielle d'une augmentation en COD sur la croissance des poissons.
- Suivi de la concentration en COD dans les lacs québécois.

Remerciements:

David Benoit (assistant terrain), Véronique Leclerc, Martin Arvisais et Julie Deschênes (biologistes MRN Québec), Jim Hoyle (biologiste MRN Ontario) biologist MNR Québec, Héliane Lalande (laboratoire McGill), Jeff Cardile (professeur associé, McGill), Nikki, Jake et Raph du labo.

Illustrations poissons: © Joseph Timbal

Le suivi des macrophytes et du périphyton : un outil pour détecter rapidement l'eutrophisation

Ariane Denis-Blanchard (ariane.denis-blanchard@umontreal.ca) et Richard Carignan
 Département de sciences biologiques, Université de Montréal

Le développement du bassin versant (BV)...



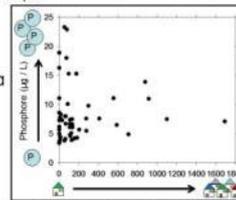
↑ Déforestation
 +
 ↑ Nb Fosses septiques
 +
 ↑ Épandage d'engrais
 +
 Le retrait de la bande riveraine
 ↓
 Apports en PHOSPHORE, AZOTE et SÉDIMENTS FINS du BV vers le lac



Les altérations de l'environnement engendrées par le développement résidentiel et la villégiature entraînent des répercussions au sein des lacs qui peuvent mener à leur eutrophisation.

Pourtant, des concentrations similaires de phosphore et d'azote sont mesurées dans la colonne d'eau de lacs vierges et très peuplés...

Le phosphore serait plutôt séquestré dans les sédiments littoraux où il favoriserait la croissance des macrophytes et du périphyton



Le phosphore total éplimétrique des lacs de villégiature : Aucune relation avec l'occupation humaine du bassin versant

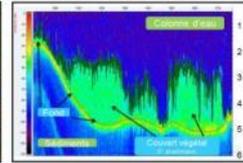
Cartographie des macrophytes submergés

35 lacs de la région des Laurentides-Lanaudière ont été échantillonnés par méthode d'échosondage entre 2011 et 2012

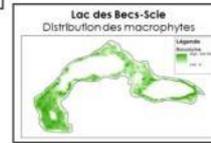
Distribution des lacs



Échogrammes BioSonic



Échosondeur BioSonic DT-X



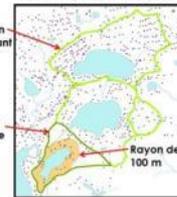
Les échogrammes BioSonic ont été analysés pour obtenir le biovolume moyen (hauteur * pourcentage de couverture) des macrophytes pour chaque lac.

Caractérisation du bassin versant

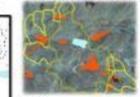
Densité de bâtiments

Couverture du bassin versant:
 - % Milieux humides
 - % Milieux ouverts (zones déboisées)

Densité de bâtiments



Milieux humides



Milieux ouverts

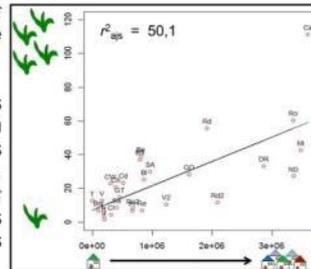


Comptabilisée à l'échelle :
 - d'un rayon de 100 m (BV)
 - de l'unité de drainage direct
 - du bassin versant

Résultats et conclusions de l'étude...

Les résultats de la présente étude démontrent que le biovolume des macrophytes augmente avec le développement résidentiel.

Puisque les macrophytes semblent répondre plus rapidement aux différentes perturbations liées à l'occupation humaine que les indicateurs habituels de la colonne d'eau (phosphore, Chl a, etc.), le suivi de leurs communautés pourrait permettre de détecter rapidement les signes d'eutrophisation précoce dans les lacs des régions des Laurentides et de Lanaudière.



Pour faire le suivi des macrophytes différentes techniques existent :
 Échosondage, observation en apnée ou à l'aide d'un aquascope, racleage à l'aide d'un râteau, etc.

Des fleurs d'eau d'algues bleu-vert surveillées du ciel

Anas El Alem (Anas.El_Alem@ete.inrs.ca), Karem Chokmani et Isabelle Laurion
Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique

Introduction

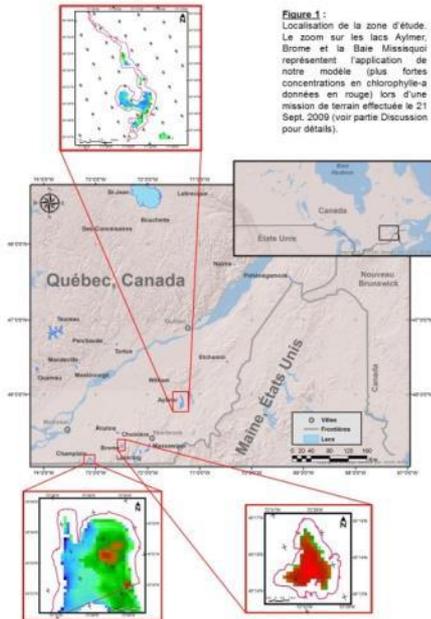
Au Québec, le nombre de lacs touchés par une fleur d'eau d'algues a augmenté de plus de 650% entre les années 2004 et 2012 [1].

Le moyen le plus sûr et le plus utilisé pour suivre l'évolution des fleurs d'eau demeure l'échantillonnage *in situ*. Toutefois, ce processus, laborieux et coûteux, est généralement inadéquat en raison de la distribution spatiale et de la fréquence temporelle des fleurs d'eau [2].

La télédétection, avec sa vision globale, est une alternative intéressante et complémentaire à l'échantillonnage *in situ*.

La détection des fleurs d'eau est possible grâce à la présence de la chlorophylle-a (Chl-a), pigment principal permettant aux algues de faire la photosynthèse.

L'objectif est de développer une méthode d'estimation optimisée de la Chl-a dans les lacs du Québec méridional (Fig. 1) en utilisant les données du capteur MODIS.



Méthodes et résultats

La lumière réfléchie par les algues en suspension dans l'eau possède une signature spectrale unique pouvant être détectée par les capteurs satellitaires. L'intensité de cette énergie réfléchie (réflectance) s'intensifie avec la concentration en Chl-a à la surface de l'eau (Fig. 2).

Notre objectif est de trouver une relation mathématique entre la signature des algues captée par le satellite et les concentrations réelles en Chl-a.

La comparaison de notre modèle adaptatif (MA), à un autre très répandu dans la littérature, le Floating algae index (FAI), a montré que les résultats sont prometteurs et que le MA présente le plus faible taux d'erreurs (23%; Fig. 3).

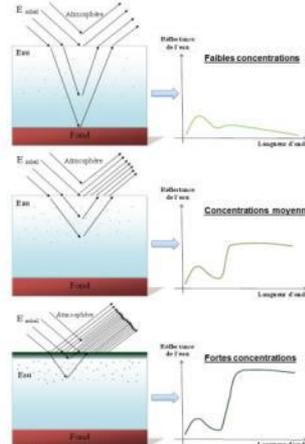


Figure 2 : Schéma du comportement de la lumière selon 3 concentrations en Chl-a dans l'eau, et spectre de réflectance correspondant.

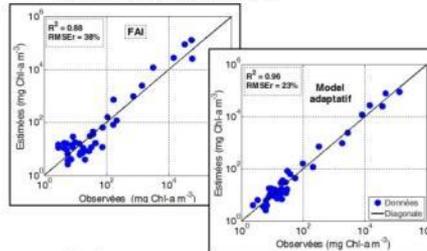


Figure 3 : Concentrations en Chl-a estimées par le modèle adaptatif et FAI en fonction des concentrations mesurées en laboratoire (observées).

Discussion

Pour illustrer notre propos, la Fig. 4 montre une fleur d'eau détectée sur la Baie Missisquoi (berge = contour rouge) à 3 dates consécutives en septembre 2001. La fleur d'eau est représentée par la couleur verte sur les 3 premières images (pixels de 250m X 250m), en couleurs composées rouge vert bleu (RVB), alors que le noir représente l'eau sans algues.

Ainsi, l'application de notre modèle parvient à mieux copier la fleur d'eau (régions les plus contaminées en rouge) que le modèle FAI durant sa phase d'initiation (2 premières dates).

Le 21 septembre 2009, deux missions de terrain aux lacs Brome et Aylmer ont eu lieu d'après la base de données du MDDEFP. Pour autant, la fleur d'eau développée dans la Baie Missisquoi ce même jour n'a jamais été répertoriée (Fig. 1).

L'application du MA sur la baie Missisquoi durant les 14 dernières années montre que la qualité de ses eaux se dégrade progressivement (Fig. 5).

En somme, l'utilisation de la télédétection pourrait venir en appui aux programmes existants afin de mieux gérer les plans d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues.

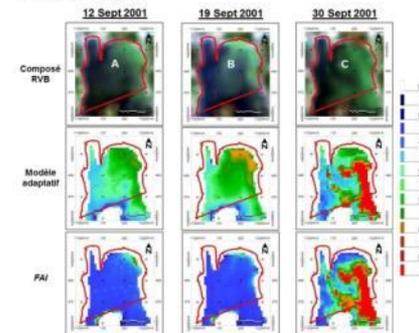


Figure 4 : Application des modèles MA et FAI sur 3 images MODIS à 250m de résolution. La légende est logarithmique (Chl-a = e^x où x varie de 0 à 6).

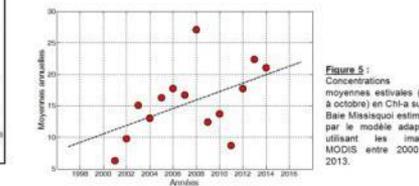


Figure 5 : Concentrations moyennes estivales (mai à octobre) en Chl-a sur la Baie Missisquoi estimées par le modèle adaptatif utilisant les images MODIS entre 2000 et 2013.

La présence des méduses d'eau douce dans les lacs du Québec

Nadia El Moussaoui (nad.elmoussaoui@gmail.com) et Beatrix E. Beisner
Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal

Introduction

Craspedacusta sowerbyi (Lankester, 1880)

Espèce exotique, originaire de la Chine, qui se trouve dans presque tous les continents sauf l'Arctique. Elle peut atteindre 2,5 cm et le stade méduse (forme nageuse) n'est présent que dans certaines conditions spécifiques (une température de l'eau de l'ordre de 25° C). Elle peut aussi exister sous forme de polype (structure microscopique immobile). Elle est caractérisée par une apparition sporadique et imprévisible.



La première observation de cette espèce au Canada a été faite en 1938 dans le lac Horseshoe, près de Sainte-Agathe-des-Monts; par la suite, elle a été observée dans plusieurs lacs et rivières.



Cette espèce n'est pas dangereuse pour l'être humain sauf en cas d'une très forte allergie.

Dans cette étude, nous avons essayé d'identifier les paramètres environnementaux qui influencent la présence des méduses dans les lacs du Québec.

Méthodologie

Les données ont été recueillies auprès du GRIL, du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL) du MDDEFP et des sites suivants : <http://www.freshwaterjellyfish.org> <http://www.tonylesauteur.com>

Les paramètres étudiés sont : chlorophylle a (Chla), phosphore total (PT), carbone organique dissous (COD), transparence (secchi), surface, périmètre, profondeur maximale, altitude.

La distribution spatiale a été réalisée par ArcGIS et le traitement des données par Analyse en composante principale et arbre de régression et classification.

Résultats



Au total, 88 lacs ont été répertoriés. Tous les lacs envahis par les méduses se trouvent au sud du Québec surtout dans les Laurentides, l'Outaouais et l'Estrie; 54 % sont dans la région des Laurentides

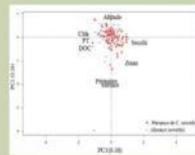


Figure 1 : Analyse en composante principale des scores basée sur le plan factoriel axe 1 vs axe 2. Les deux axes expliquent 38 et 26 % de la variance respectivement.

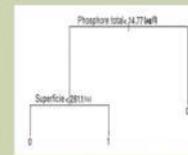


Figure 2 : Arbre de classification et de régression de l'occurrence des méduses d'eau expliquée par les variables environnementales.

Les résultats ont montré que les grands lacs oligotrophes sont des milieux propices à l'invasion par les méduses d'eau douce.

Discussion

Le fait que les lacs envahis par les méduses d'eau douce sont concentrés dans le sud du Québec peut être simplement dû aux nombres élevés de signalement de méduses dans ces régions très fréquentées.

L'invasion par le stade polype (non détecté par l'œil nu) peut avoir touché d'autres lacs dans les autres régions du Québec.

Actuellement, il n'y a aucune preuve évidente qui indique que la présence de méduses d'eau douce constitue un danger pour la biodiversité.

Étant donné la difficulté d'étudier la forme nageuse de *C. sowerbyi*, il nous semble qu'il serait souhaitable de concentrer les efforts à l'étude du stade polype. Un suivi de l'abondance et de la biomasse de ce stade serait possible puisque celui-ci est présent toute l'année.

Références:

Wiggins, G.B.E., Whitfield and F.A. Walden (1957). Notes on freshwater jellyfish in Ontario. Royal Ontario Museum, 43: 1-6.
Ackles, T.S., A.M. Muscatl (1976). The ecology of *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, a freshwater hydrozoan. The American Midland Naturalist, 95:323-336.
McAlpine, D.F., T.L. Peard, T.J. Fletcher and G. Hanson. (2002). First reports of the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* (Hydrozoa: Obolidae) from maritime Canada with review of Canadian occurrences. *Journal of Freshwater Ecology*, 17: 341-344.

Remerciements:

Un grand merci à Katherine Veisige, Vincent Ouellet Jolien, Nicolas Fortin, Sébastien, Sara Mercier-Blob, Julia Hart, Geneviève Thibodeau, Alice Parkes et Mélanie Durocher. Nous remercions le CRSNQ pour le financement de cette étude.

Les pesticides : du champ aux milieux d'eau douce

Marieke Beaulieu¹ (Marieke.Beaulieu@usherbrooke.ca), Hubert Cabana¹ et Yannick Huot²

¹Département de génie civil, Université de Sherbrooke

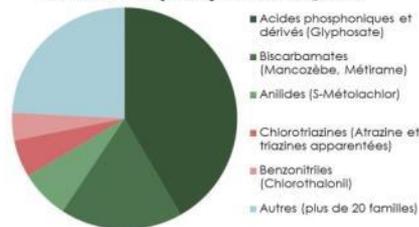
²Département de géomatique appliquée, Université de Sherbrooke

Les pesticides dans le milieu agricole au Québec



Application moyenne de 1,74 kg de pesticides par ha (3,12 kg par ha si on exclut les foins)

Ventes de pesticides en milieu agricole au Québec (2010) Gorse et Balg, 2013



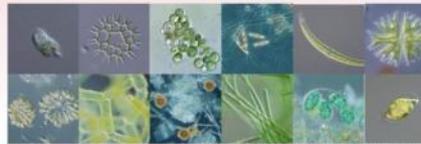
Le sort des pesticides dans l'environnement

Malgré les transformations chimiques et biologiques des pesticides qui ont lieu après leur épandage, on détecte les pesticides dans les cours d'eau au Québec, parfois à des concentrations au-delà des critères de qualité de l'eau.



Les effets des pesticides sur les communautés biotiques

La toxicité sélective des herbicides envers les végétaux terrestres suggère qu'ils pourraient représenter un risque envers leurs homologues aquatiques, notamment le phytoplancton qui est composé d'organismes microscopiques.



Selon la littérature scientifique, de faibles concentrations peuvent avoir des effets sur le phytoplancton, mais les effets varient selon les conditions du milieu.

Méthodes

Identification des organismes sensibles aux pesticides dans deux lacs estriens :

Exposition répétée des communautés à de faibles concentrations de pesticides lors d'expériences en microcosmes (bouteilles)

Identification et isolation des espèces sensibles (celles dont les taux de croissance diminuent)

Exposition des espèces sensibles à plusieurs concentrations de pesticides

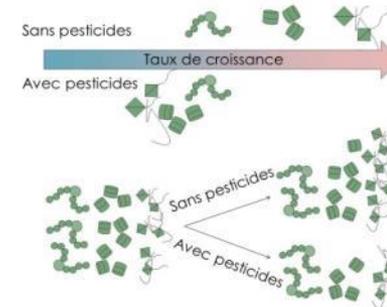
Comparaison des effets sur la croissance, la photosynthèse et l'expression du stress par la synthèse de protéines

Pour plus d'écologie en écotoxicologie

Les normes environnementales dépendent d'études effectuées sur des organismes uniques et isolés. Ces études ne tiennent pas compte des relations entre les organismes ni des effets sur la morbidité de ceux-ci.

En reproduisant les expériences au cours de la saison de croissance des organismes, on peut tenir compte de la compétition de diverses espèces pour les mêmes ressources (compétition interspécifique).

Des petites différences dans la sensibilité aux pesticides peuvent avoir des effets considérables sur la compétition interspécifique à long terme.



Les pesticides pourraient-ils favoriser les efflorescences de cyanobactéries? Ou bien les atténuer?

Ce projet de recherche permettra de déterminer si de faibles concentrations de pesticides, tels que ceux détectés dans l'environnement québécois, peuvent avoir des effets sur la structure des communautés de phytoplancton dans les lacs.

Apports d'azote et de phosphore dans le bassin versant du Saint-Laurent depuis 100 ans : un outil d'aide à la décision pour une meilleure gestion environnementale

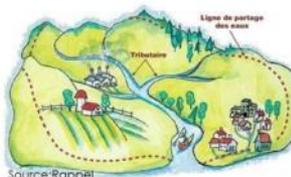
Jean-Olivier Goyette¹ (jean-olivier.goyette@umontreal.ca), Roxane Maranger¹ et Elena Bennett²

¹Département de sciences biologiques, Université de Montréal

²Département des sciences des ressources naturelles, Université McGill

Introduction

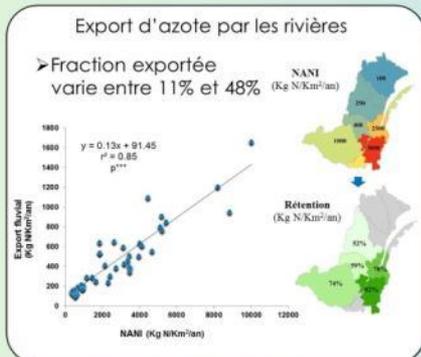
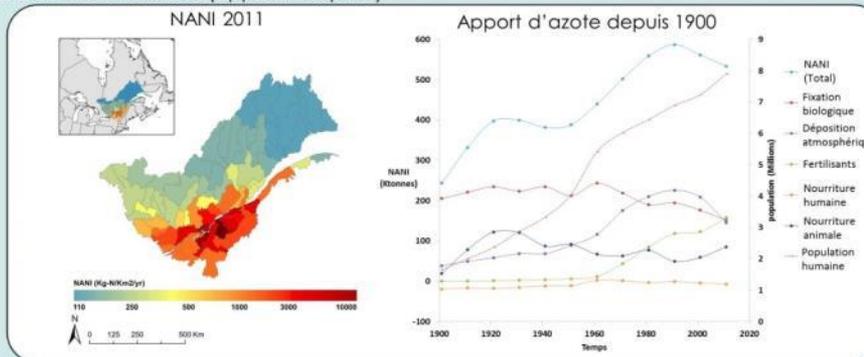
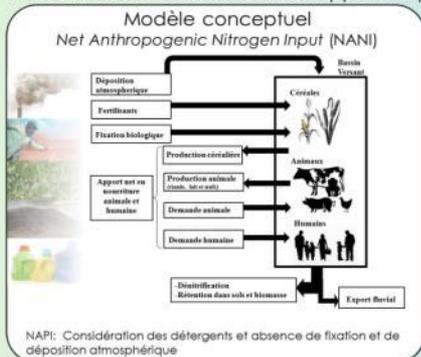
Les activités humaines ont grandement augmenté les apports d'azote (N) et de phosphore (P) aux systèmes aquatiques et terrestres menant à d'importantes perturbations écologiques et sociales. L'identification des différentes sources d'apport aux bassins versants est une première étape essentielle afin de d'atténuer les impacts négatifs.



Questions

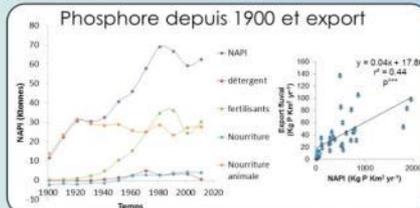
1. Quels sont les points chauds d'apport dans le bassin du Saint-Laurent?
2. Quelles sont les sources prédominantes pour chacun des 76 sous-bassins versants?
3. Comment ceci a évolué dans le temps?
4. Quelle proportion est exportée par les rivières?

Méthodes et résultats Approche par balance de masses (apports – exports)



Discussion

- Dépôts atmosphérique jouent un rôle majeur dans l'apport de N
- Apports de P ont augmenté plus rapidement que les apports de N (5x vs 2x)
- NANI explique 85% de l'export fluvial de N ✓ Excellent outils d'aide à la décision
- Diminution de l'efficacité d'utilisation de N et P pour la production de céréales et d'herbe (pâturage), mais augmentation pour production animale.



La végétation aquatique submergée : des habitats essentiels pour le zooplancton dans les lacs peu profonds

Patricia Bolduc¹ (Patricia.Bolduc@uqtr.ca), Andrea Bertolo¹ et Bernadette Pinel-Alloul²

¹Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières

²Département de sciences biologiques, Université de Montréal

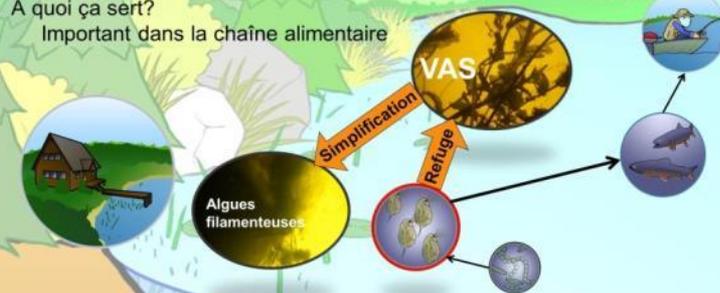
Introduction

Qu'est-ce que le zooplancton?

Animal de petite taille vivant en suspension dans la colonne d'eau.

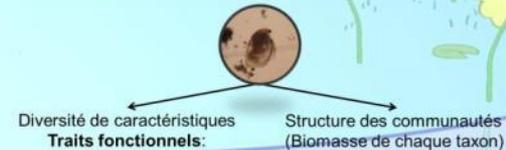
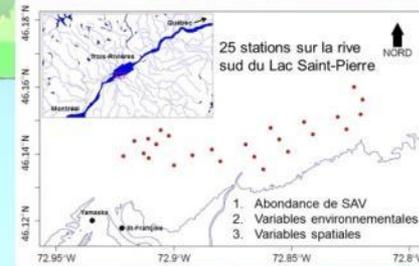
À quoi ça sert?

Important dans la chaîne alimentaire



Quelle est la relation entre la biomasse de la végétation aquatique submergée (VAS) et la biodiversité du zooplancton?

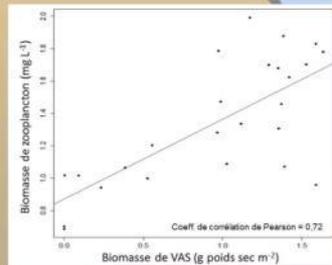
Méthodes



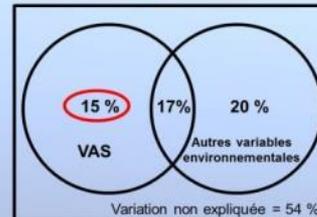
- Habitat
- Type d'alimentation
- Niveau trophique
- Longueur maximale
- Poids sec moyen

Résultats

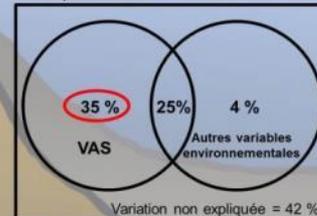
Relation entre la VAS et le zooplancton



Structure des communautés de zooplancton



Caractéristiques des espèces de zooplancton dans la communauté



Discussion

L'abondance de la VAS influence la structure de communautés de zooplancton et les caractéristiques des espèces de ces communautés.

La variation dans les caractéristiques des communautés expliquée par les VAS est probablement reliée à une augmentation de la disponibilité des niches écologiques.

Notre étude suggère qu'une perte de VAS peut influencer fortement la biodiversité de zooplancton, avec des effets potentiels sur les niveaux trophiques supérieurs.

Références

Lalonde, E. and P. Legendre. 2010. A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology* 91: 299-305.
Levesque, D., A. Cattaneo, C. Hudon, and P. Gagnon. 2012. Predicting the risk of proliferation of the benthic cyanobacterium *Lyngbya wollei* in the St. Lawrence River. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69: 1585-1595.

Illustrations Maxime Leclerc 2013



Impact des vagues de wakeboats sur les rives des lacs



Sara Mercier-Blais (saramercierblais@gmail.com) et Yves Prairie
Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal

Introduction

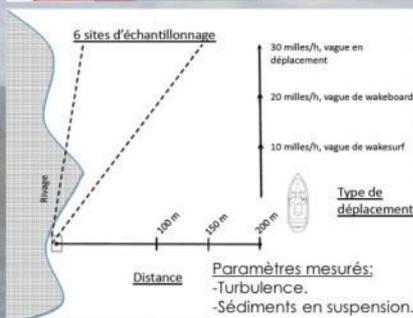
Depuis quelques années, la popularité des wakeboats parmi les plaisanciers nautiques augmente continuellement sur de nombreux lacs du Québec.

Ces embarcations peuvent créer trois principaux types de vagues différents:

- Vague de **wakesurf** (surf):
– 10 milles/h et une seule ballast remplie.
 - Vague de **wakeboard** (wake):
– 20 milles/h et deux ballasts remplies.
 - Vague **en déplacement** (vide):
– 30 milles/h et deux ballasts vides.
- Chaque vague créée contient une certaine quantité d'énergie (TKE). Une partie de cette énergie sera dissipée rapidement mais une certaine quantité pourra atteindre les berges, contribuant à l'érosion accélérée des berges et à la remise en suspension des sédiments.

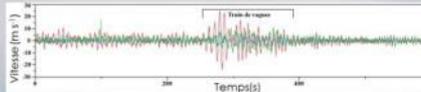
Méthodes

Un échantillonnage aux lacs **Lovering** et **Memphrémagog** a été effectué au mois d'août 2013 selon le plan d'échantillonnage ci-bas.

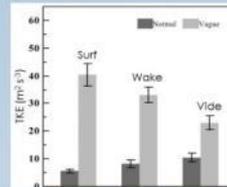


Résultats

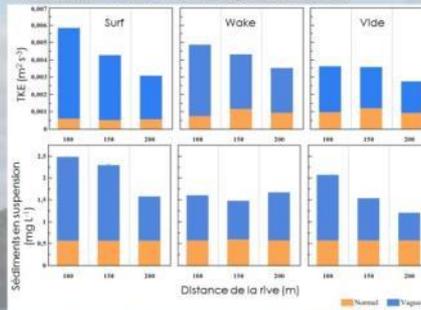
Tous les passages de wakeboat induisent une augmentation significative de l'énergie contenue dans les vagues qui atteignent le rivage, en moyenne **4 fois** plus élevée.



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).

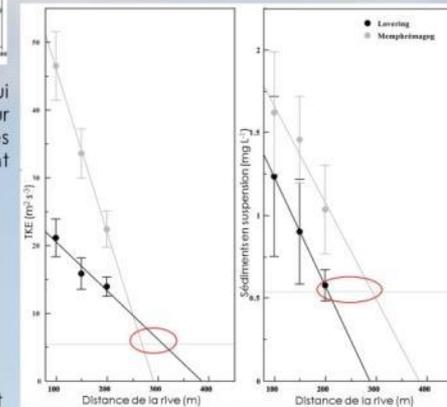


L'impact des passages de wakeboat est directement et inversement relié à la distance entre le passage et la rive.

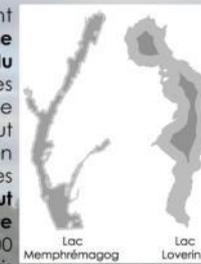


Discussion

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.



Nos résultats suggèrent une **limitation à une distance de 300 m du rivage** du passage des bateaux de type wakeboat dans le but d'éviter une érosion précipitée de la rive des lacs et **pour éliminer tout impact supplémentaire** (Limite interdite de 300 m représentée ici en gris pâle).



Remerciements à Robert Benoit et Catherine Roy de MCI (Memphrémagog Conservation Inc), Lucie Borne et Pierre Martineau de la SCLL (Société de Conservation du Lac Lovering) et Claire Vanier du SAC (Services aux collectivités) de l'UQAM ainsi qu'aux conducteurs des wakeboats Jonathan Côté et Gabriel de chez Marina Daniel Viens inc. Merci à Katherine Velghe, Carine Côté-Germain, Geneviève Bilodeau et Vincent Ouellet Jobin.



GRIL

Groupe de recherche
interuniversitaire en limnologie
et en environnement aquatique

- Marie-Andrée Fallu, Ph.D.
- marie-andree.fallu@uqtr.ca
- www.gril-limnologie.ca
- Twitter @GRIL_Limnologie
- 819-376-5011 p.3671

Merci!



Photo : Christine Demers

Merci à mes complices pour la préparation de cette présentation : les professeurs Richard Carignan, Yves Prairie, Morgan Botrel, Pierre Magnan, Stéphane Campeau et Sonya Lévesque. Merci aux membres actuels et passés du GRIL qui ont gentiment fourni les photos.