

Les algues bleues dans nos lacs : mieux connaître pour mieux gérer



Warwick Vincent
Département de Biologie
Université Laval



“2007 : l’année des cyanobactéries”

(Le Devoir 9 janvier 2008)

Les algues bleues : Greenpeace blâme les agriculteurs

Le Soleil - 04-05-2007

Le coupable : agriculture ou villégiature ?

Le Soleil - 27-07-2007

Algues bleues : l'opposition accuse Québec...

La Tribune - 14-07-2007

Les algues bleues, "c'est de notre faute!"

Le Droit - 16-07-2007

Il y a 2 milliards d'années....





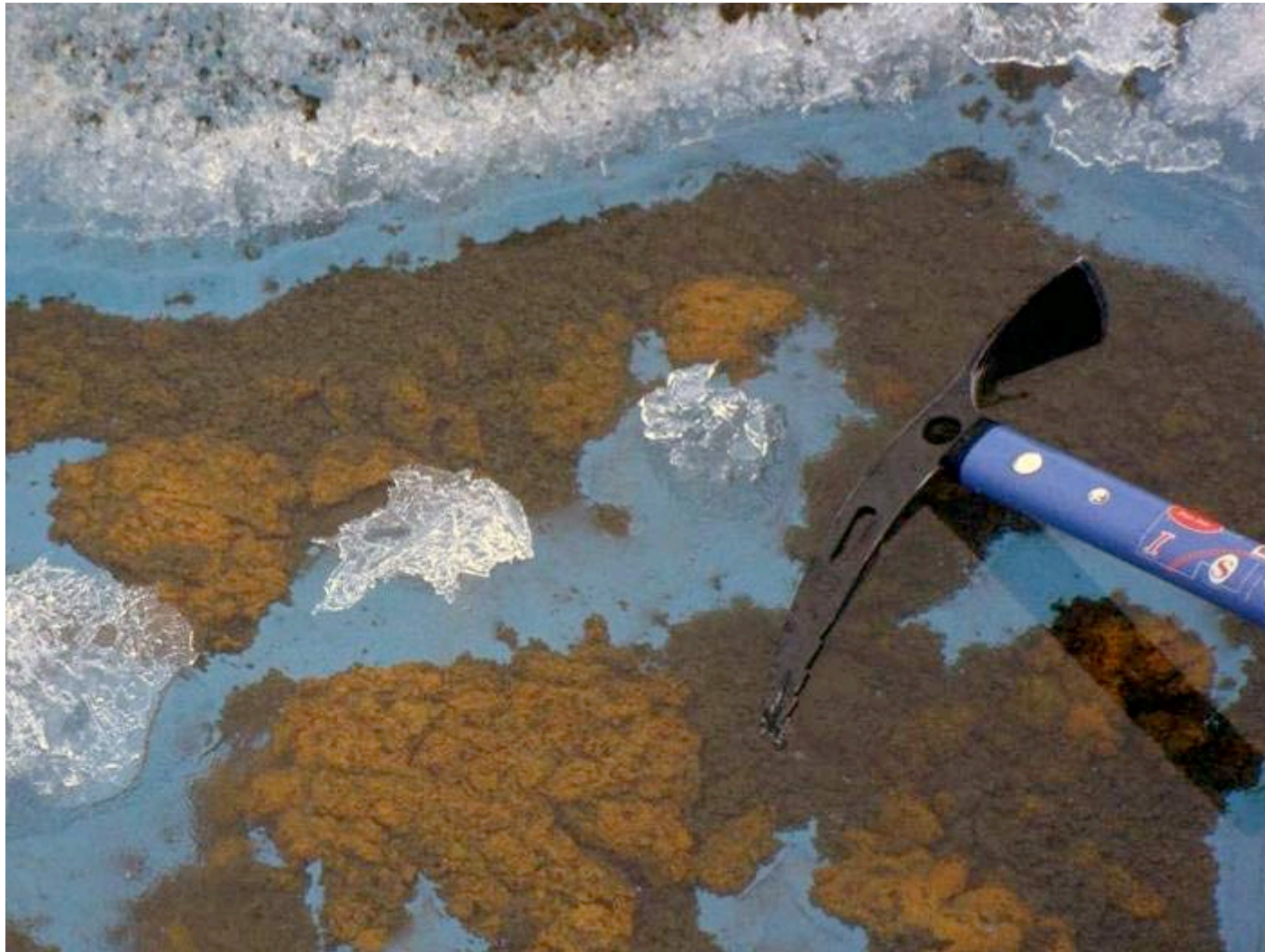
Une diversité énorme des habitats

- Lacs
- Étangs
- Rivières
- Estuaires
- Océan

Et aussi plusieurs habitats semi-aquatiques et terrestres:

- Sol
- Roches
- Glaciers

Cyanobactéries sur les plate-formes de glace arctiques

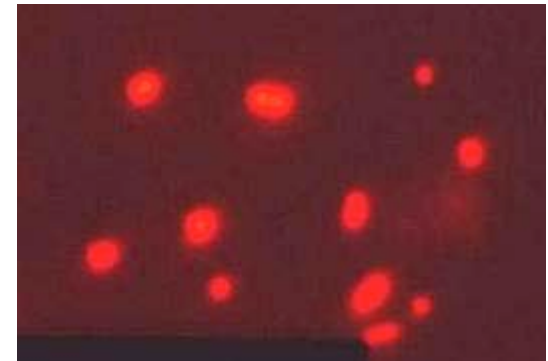


Trois groupes écologiques

- Couches de cyanobactéries
(biofilms ou tapis microbiens)



- Picocyanobactéries





Trois groupes écologiques

- Couches de cyanobactéries
(biofilmes ou tapis microbiens)
- Picocyanobactéries

- « bloom-formers »
les espèces nocives qui produisent les
fleurs d'eau (floraisons, écumes, « blooms »)

Les fleurs d'eau



Lac Taihu
Chine

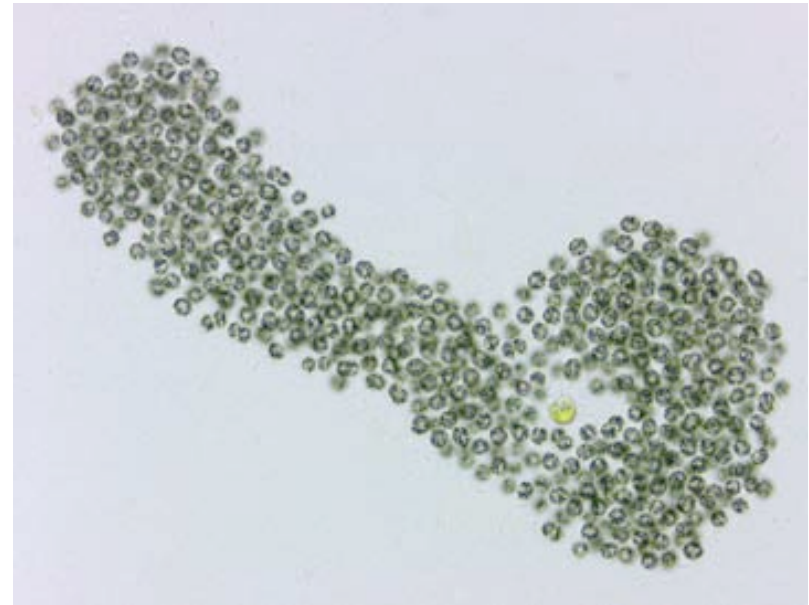
Impacts : Surabondance

- Ombrage
- Dominance
- Déoxygenation
- Inesthétique
- Contact avec la peau



Impacts : Chaîne alimentaire

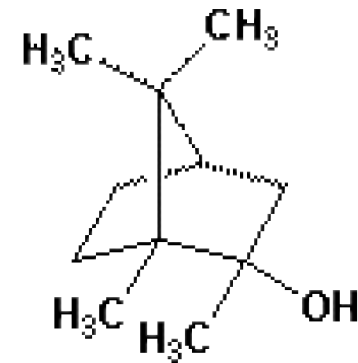
- Interférence
 - mécanique
 - chimique
- Dominance
- Consommateurs
- Recyclage



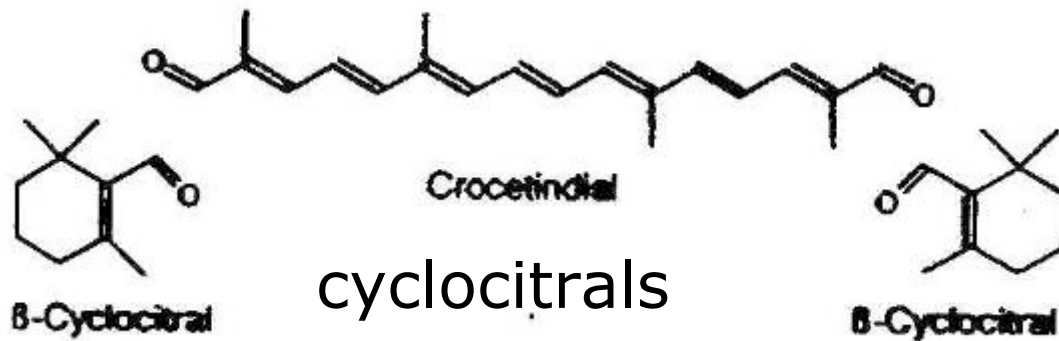
www.research.noaa.gov

Impacts: Goûts et odeurs

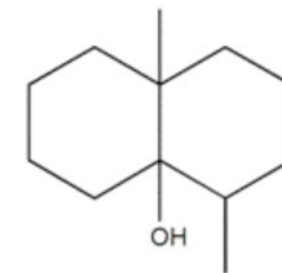
- Terreux
- Moisi
- Tabac
- Poisson
- Fumier
- Gazon



2-methylisoborneol



cyclocitral



géosmine

Impacts : Toxines



Impacts : Toxines

- Hépatotoxines
- Neurotoxines
- Dermatotoxines

- Caractéristiques
 - Intracellulaires
 - Solubles en eau
 - Très stables
 - Très variables



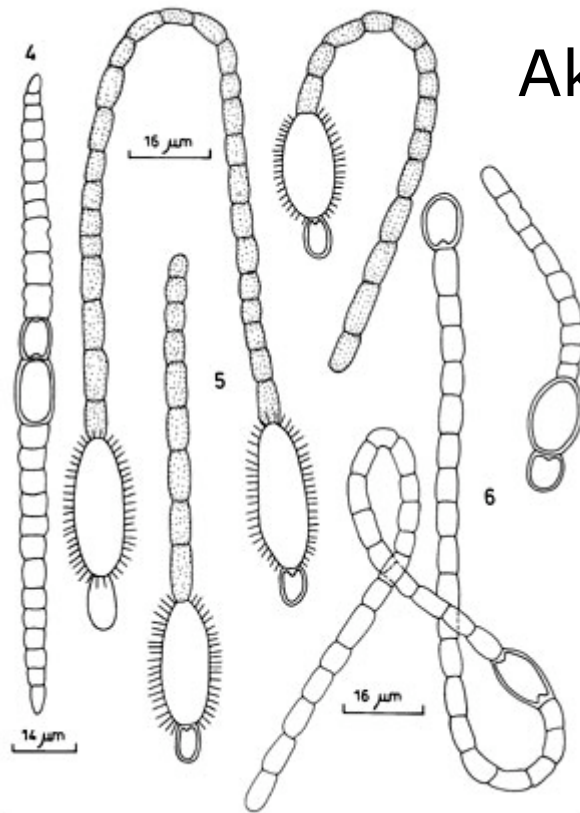


Stratégies biologiques

Quel est le modèle cyanobactérien pour une vie réussie ?

1. Satisfaire aux exigences de base de la vie
 - eau
 - énergie
 - éléments nutritifs
2. Optimiser les processus de la vie
 - croissance & reproduction
 - survie (minimiser les pertes)

Survie : dormance



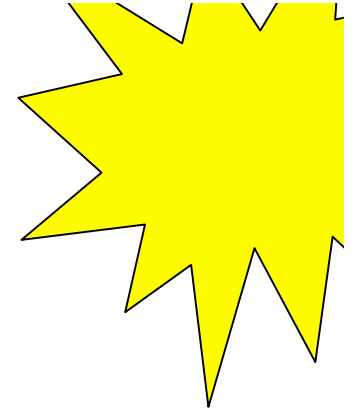
Akinètes : spores durables

Stades de dormance



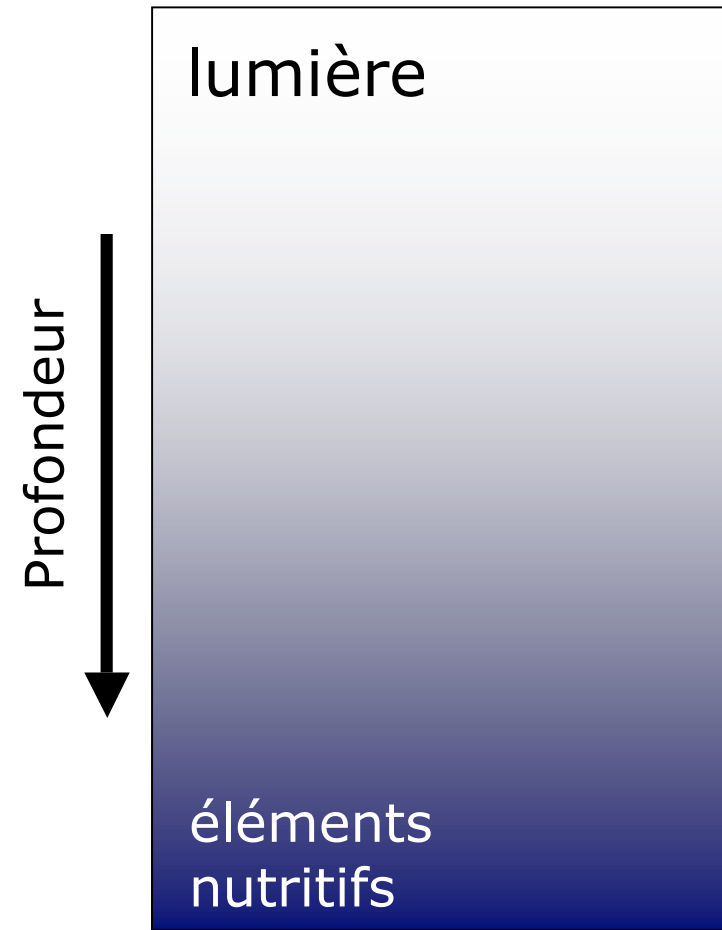


Croissance: La récolte des ressources

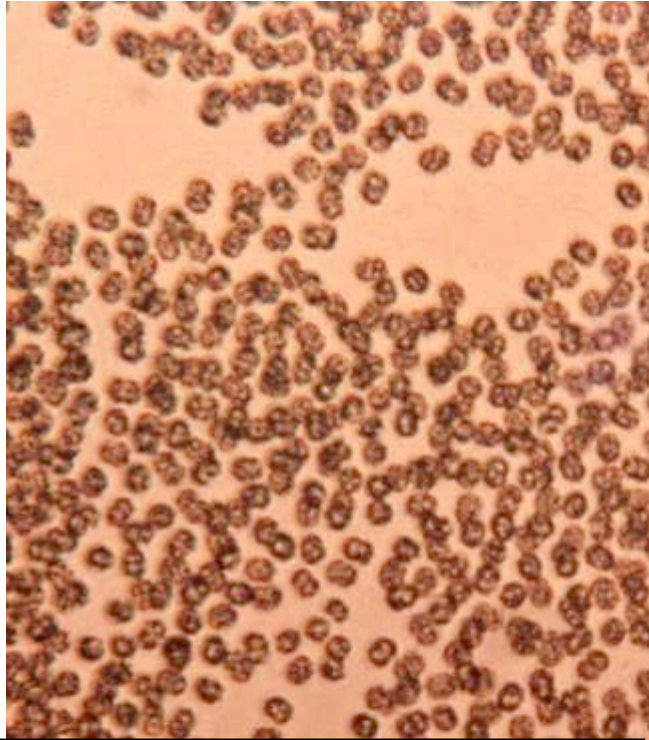


Le problème pour la vie
dans un lac:

Les cyanobactéries ont
une stratégie unique
pour récolter les
deux ressources.

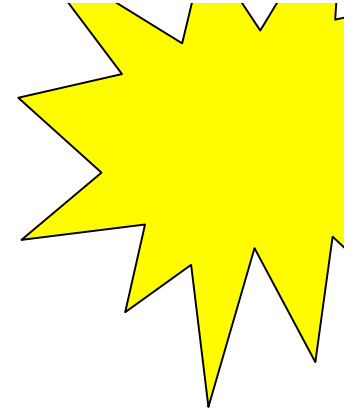


Stratégies cellulaires : Vacuoles de gaz



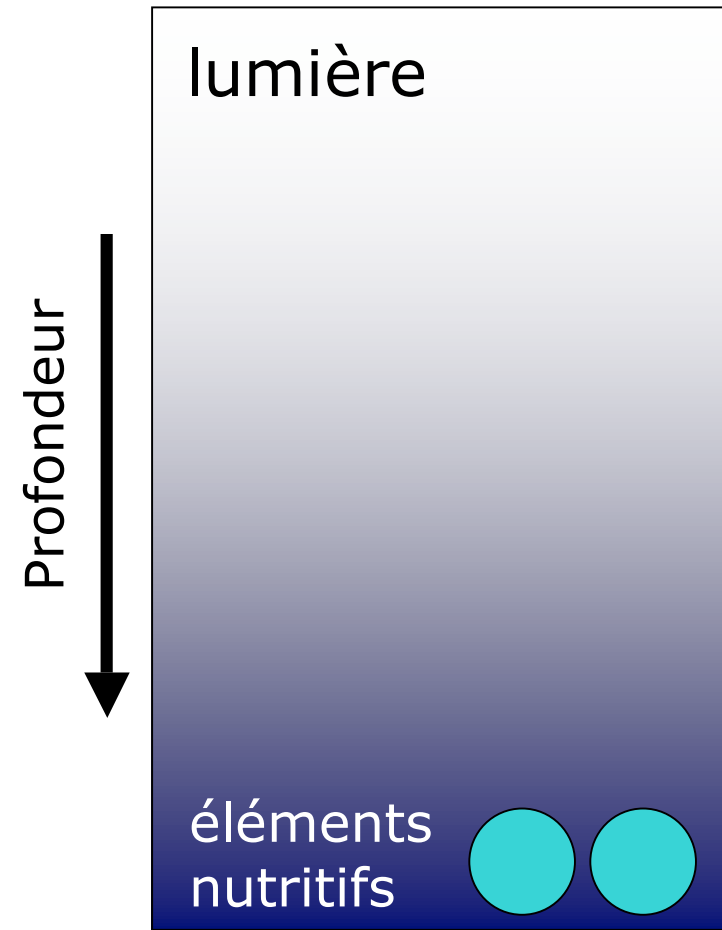
Les cellules sont mobiles grâce à leurs vacuoles de gaz (elles sont capables de se déplacer plus facilement dans la colonne d'eau) -une alvéole de cylindres

Croissance : La récolte des ressources

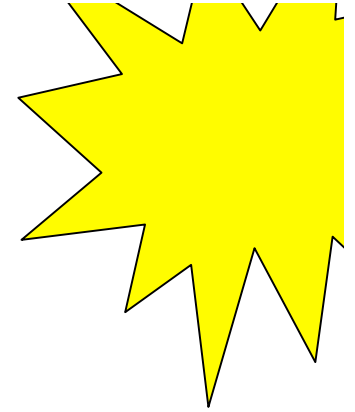


Elles peuvent réguler
leur position dans
la colonne d'eau.

Le jour: du sucre
(granules lourdes)
est produit par la
photosynthèse et
les cellules
tombent vers le
fond.

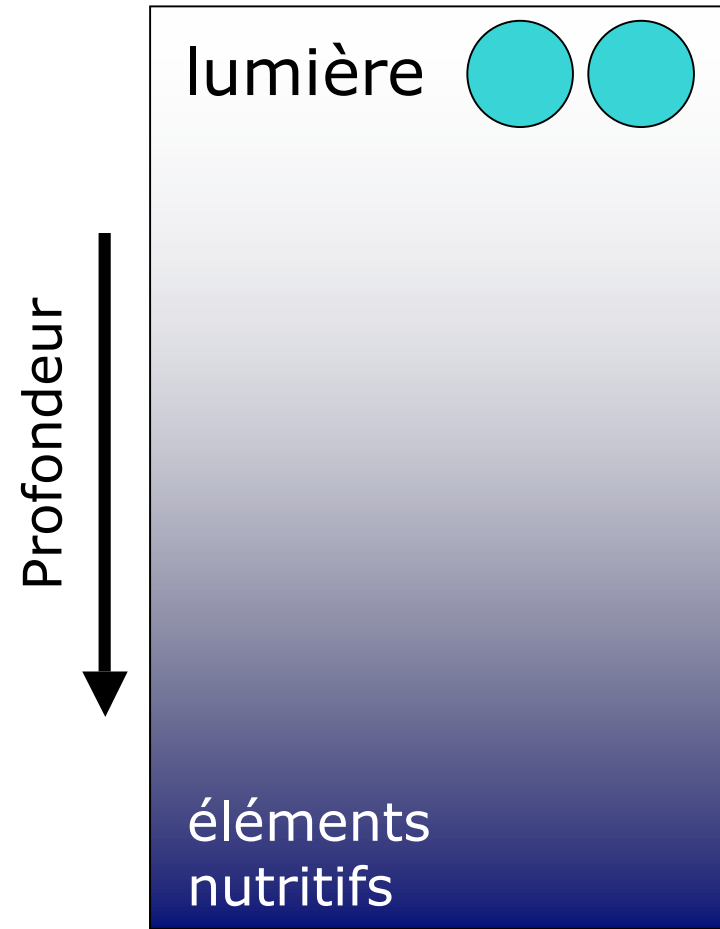


La récolte des ressources



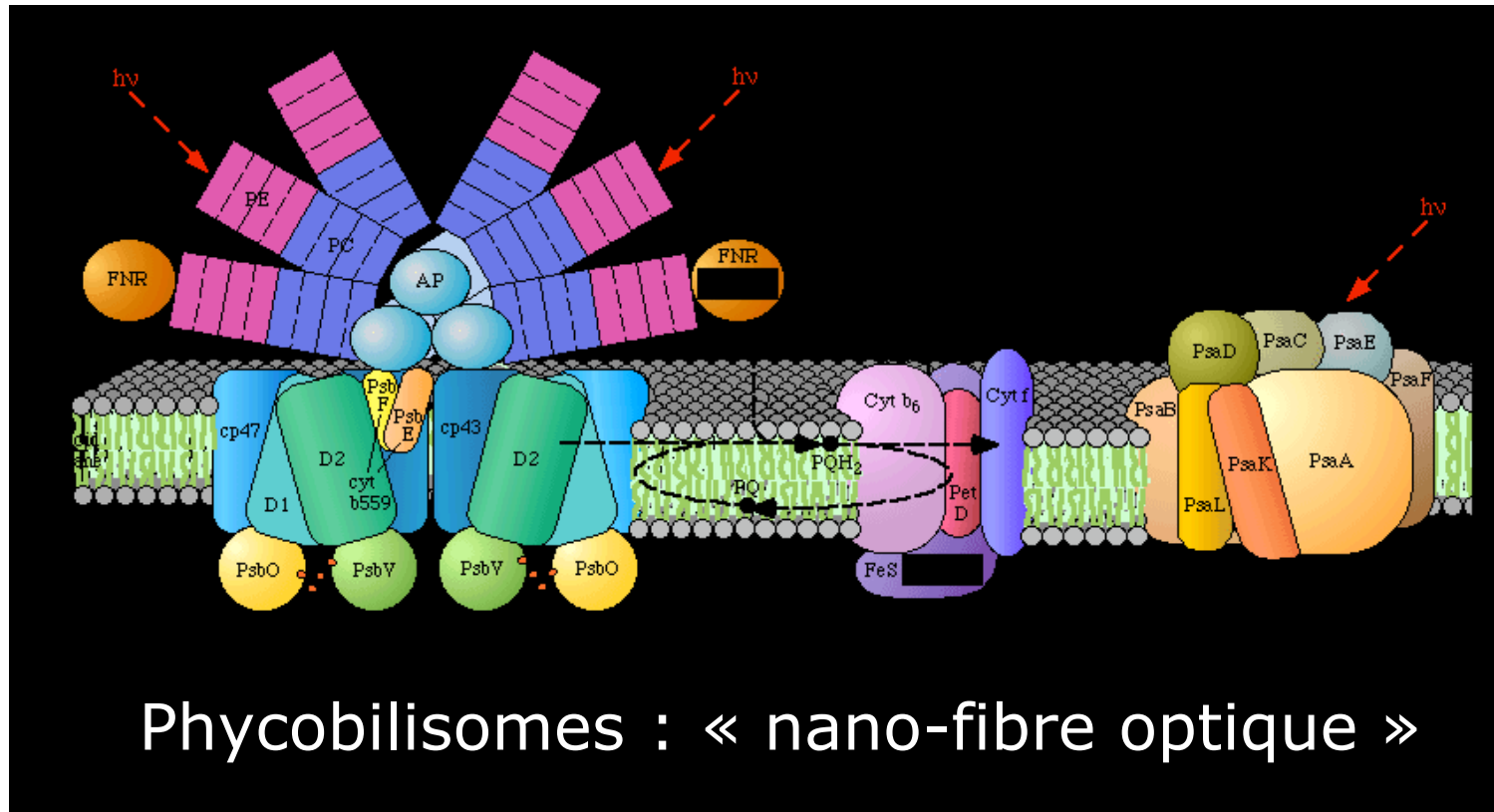
Elles peuvent réguler leur position dans la colonne d'eau.

La nuit: le sucre est utilisé pour la respiration, les cellules deviennent plus légères et elles remontent vers la surface.

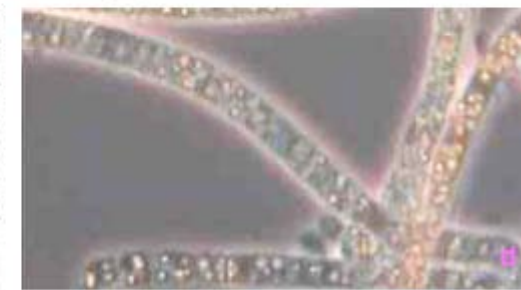
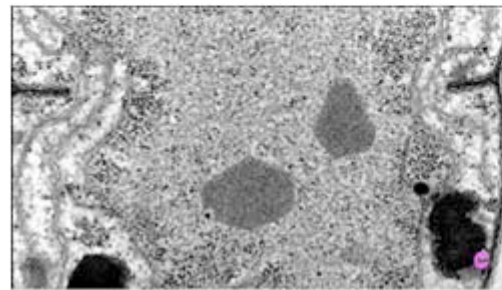
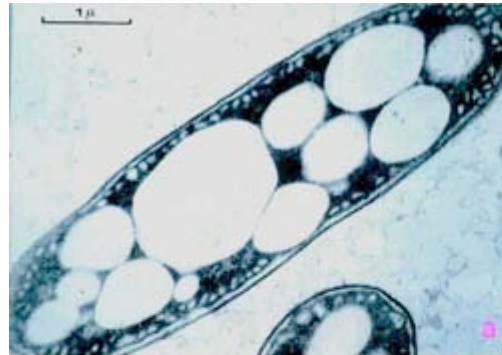


Implications pour l'analyse

Stratégies cellulaires : pigments



Stratégies cellulaires : réserves N,P



http://plantphys.info/Plant_Biology/images/cyanobacterium.gif
<http://www.bact.wisc.edu/themicrobialworld/granules.jpg>

Lac Biwa, Japon

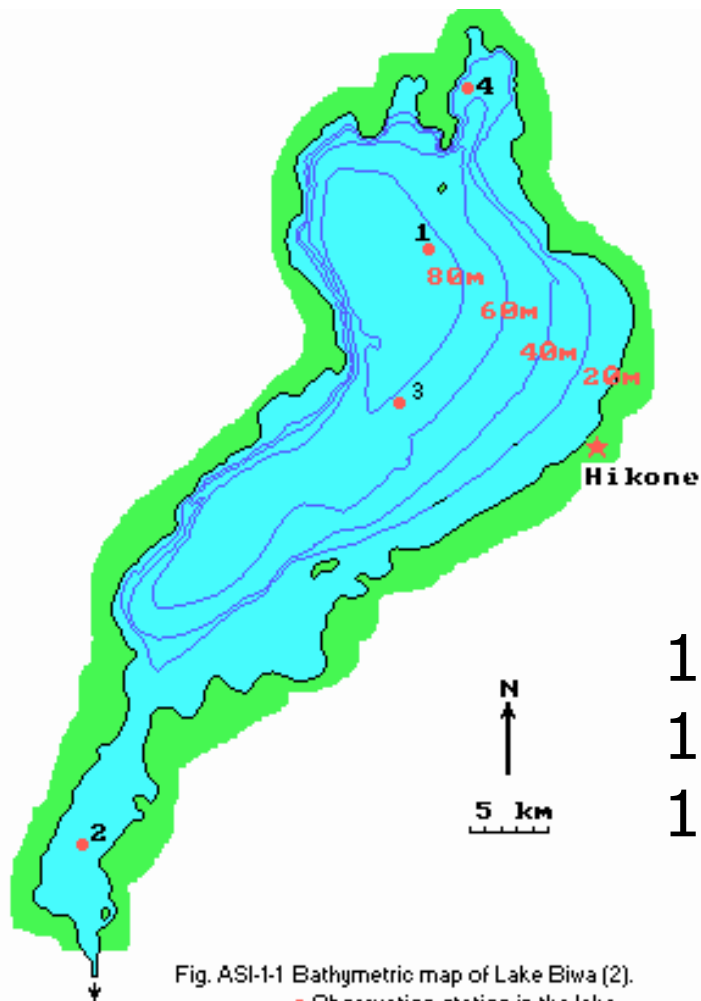


Fig. ASI-1-1 Bathymetric map of Lake Biwa (2).
● Observation station in the lake.
★ Meteorological observatory.

Source de l'eau potable pour 14 millions de personnes : Kyoto, Osaka, Kobe, Otsu

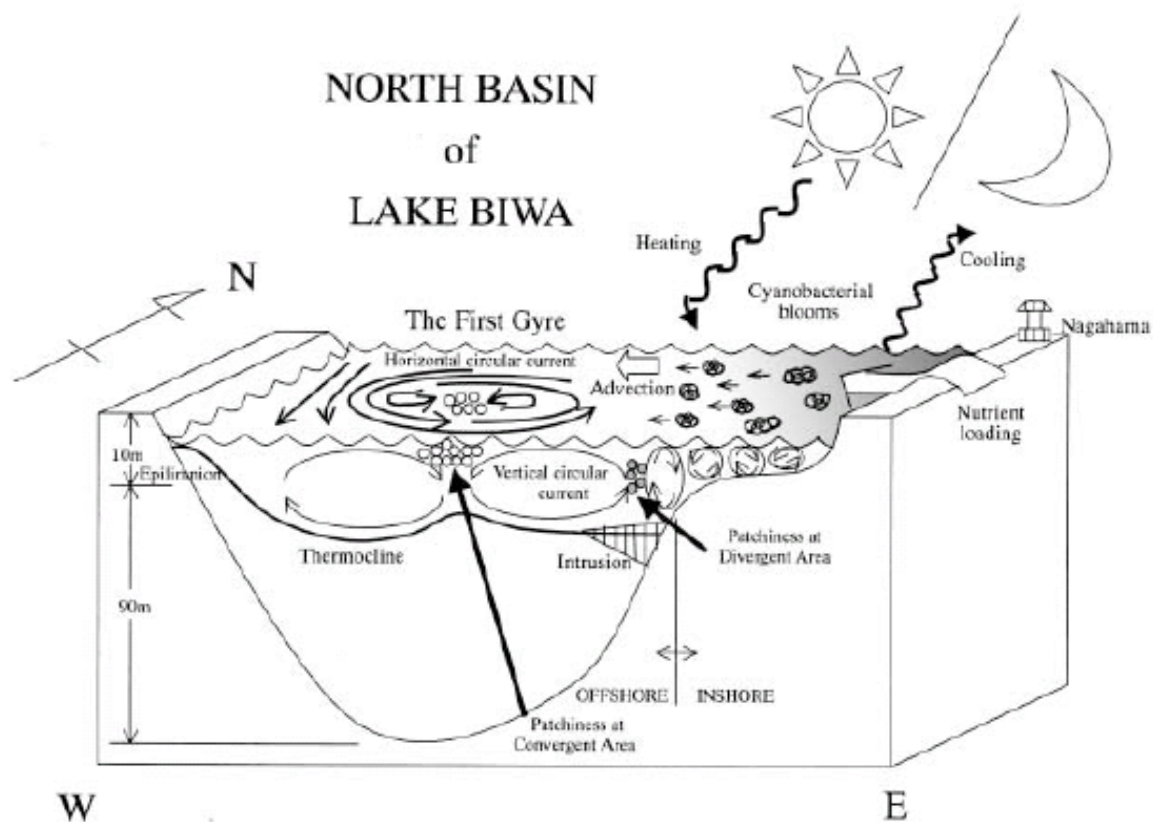
1970's: *Anabaena*, bassin-S
1980's: *Microcystis*, bassin-S
1990's: *Microcystis*, bassin-N

Lac Biwa, Japon

Transport and accumulation of bloom-forming cyanobacteria in a large, mid-latitude lake: the gyre-*Microcystis* hypothesis

Fig. 2. Schematic view of the "gyre hypothesis," which postulates that high concentrations of buoyant cyanobacteria are generated inshore, advected offshore by the first gyre, and then accumulate in the central downwelling region of the gyre

K. Ishikawa
M. Kumagai
W. Vincent
S. Tsujimura
H. Nakahara



Lac Saint-Augustin, Québec



ACTUALITÉS

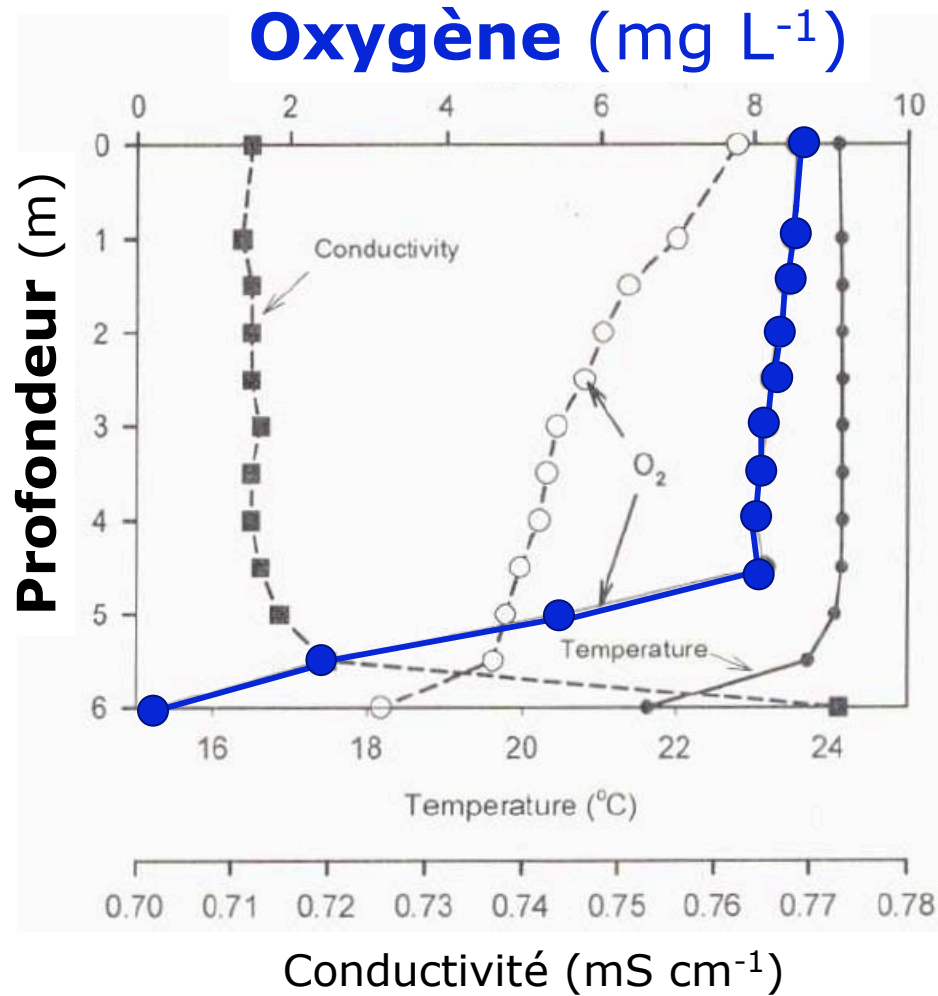
LE LAC SAINT-AUGUSTIN CONTAMINÉ

La direction de la santé publique de la Régie régionale de la santé et des services sociaux a décelé une forte concentration d'algues bleues (cyanobactérie) dans le lac Saint-Augustin. Suite à cette

sports aquatiques, ce même s'il y a port d'un habit de plongée de type «wet suit» qui ne pro-

ment de traitement possible qui pourrait accélérer l'assainissement. «Les traitements avec des

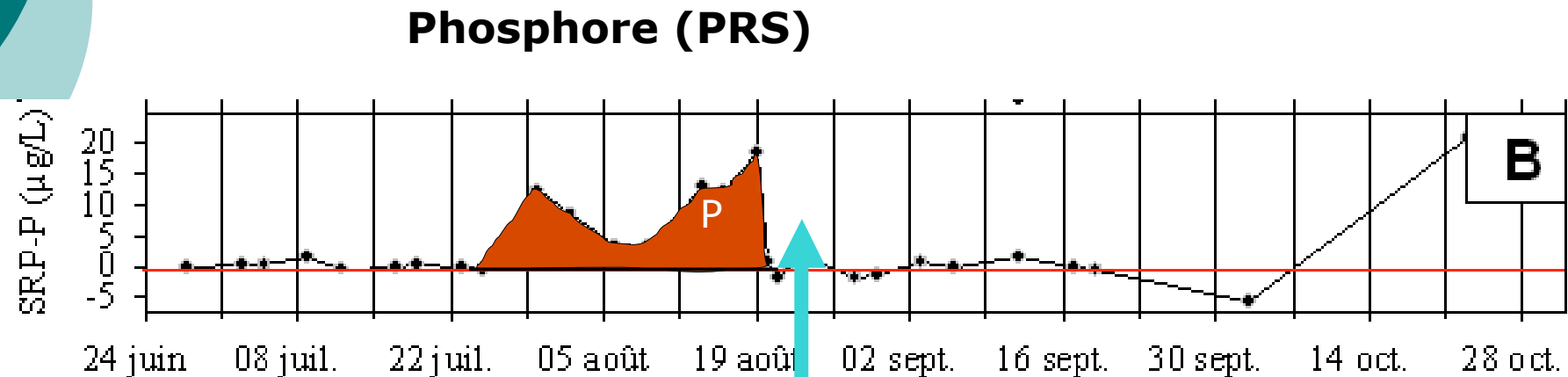
Lac Saint-Augustin, Québec



Libération
du phosphore

Anoxie

Lac Saint-Augustin, Québec

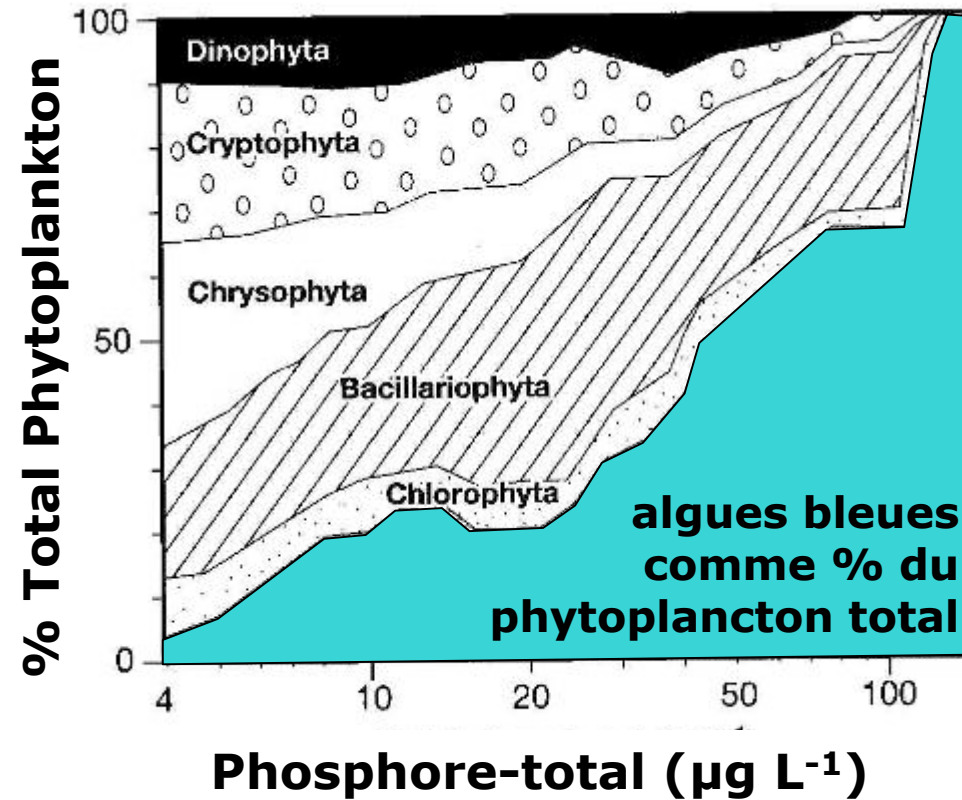
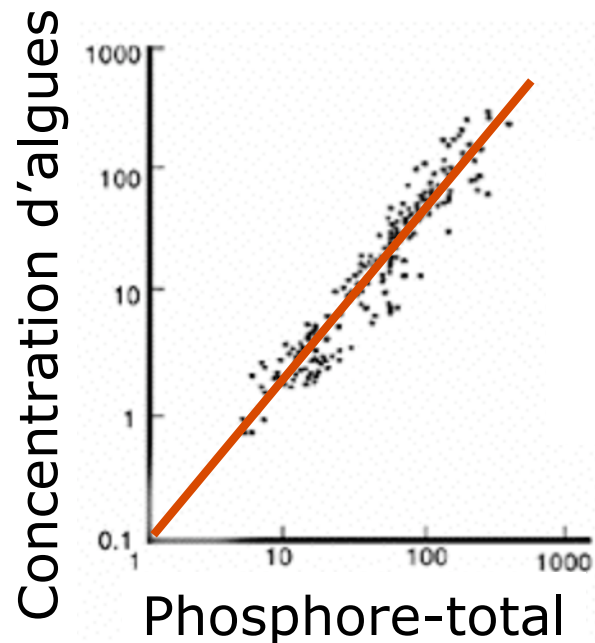


$$\bar{x} = 150 \mu\text{g Chl a L}^{-1}$$

Libération du phosphore par les sédiments pendant les périodes de stratification temporaire

Martin Bouchard-Valentine et al., Université Laval

Cyanobactéries : facteur d'amplification



Watson et al. (1997)



Fleurs d'eau : le lac Saint-Charles

L'algue bleue pollue la source d'eau potable de la ville de Québec

Ricardo Codina, *La Vie Rurale* - *Saturday, October 14, 2006*

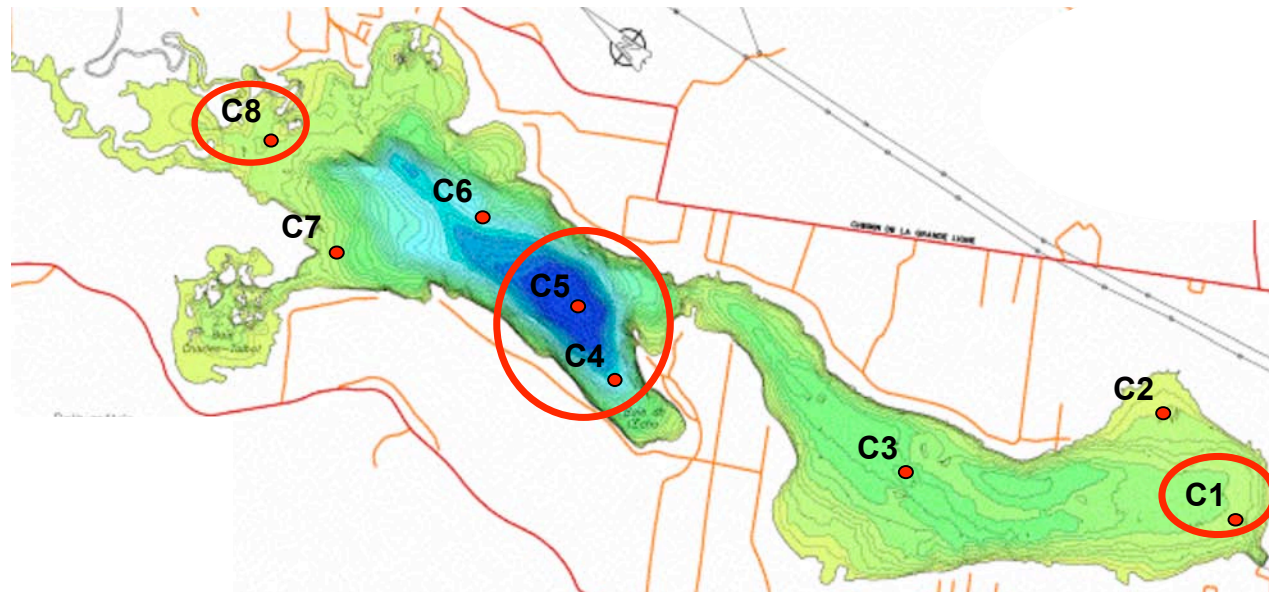
Le lac Saint-Charles, principale source d'eau potable de la ville de Québec, semble contaminé par les cyanobactéries, appelées aussi algues bleues. Les citoyens de la Capitale-Nationale peuvent boire l'eau du robinet car l'usine de filtration élimine ces bactéries à 100%. C'est du moins ce qu'affirme la Direction régionale de la Santé publique.

Il faut faire attention toutefois pour ne pas boire directement l'eau de ce lac ou de s'y baigner. En effet, les cyanobactéries produisent des toxines nocives qui provoquent des maux de ventre, de la diarrhée, des vomissements, des maux de tête et de la fièvre.

Les autorités demandent donc aux citoyens de ne pas puiser directement de l'eau de ce lac

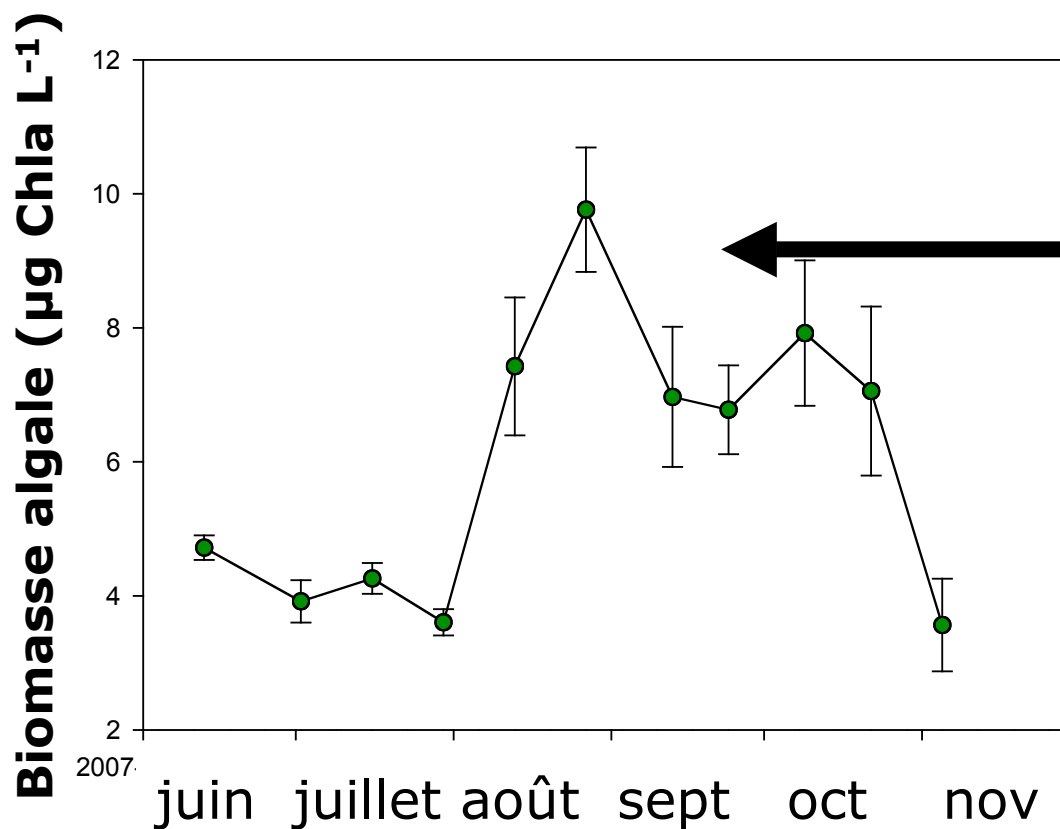
Projet limnologique au lac St-Charles

Isabelle Laurion (INRS), Warwick Vincent (ULaval), APEL



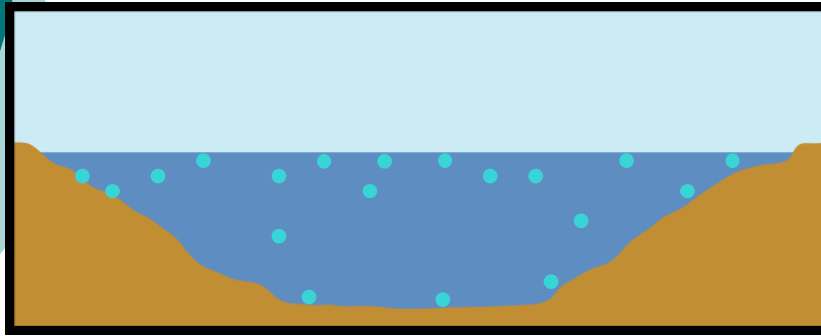
- Campagne d'échantillonnage 2007 et 2008
- Fréquence d'échantillonnage bimensuelle

Fleurs d'eau : le lac Saint-Charles

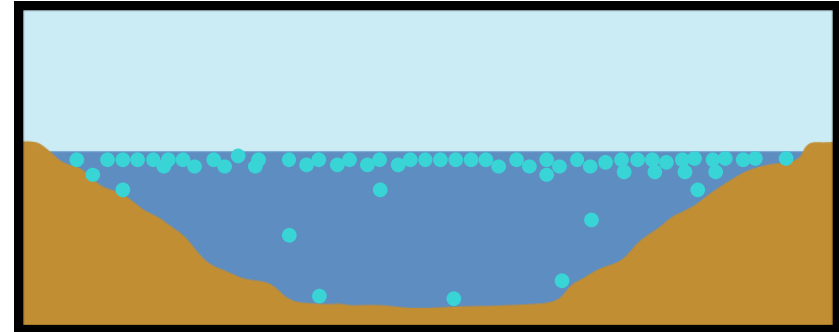


Comment explique-t-on le phénomène des fleurs d'eau de cyanobactéries ?

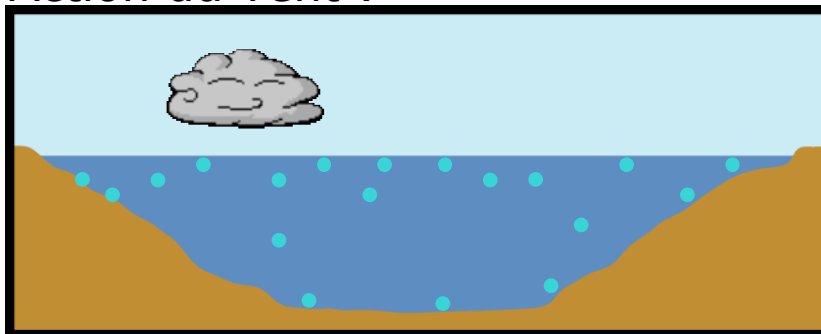
Naturellement :



Sous certaines conditions favorables :



Action du vent :



**De: Cyanobactéries 101
Marie-Andrée Fallu, GRIL**

Fleurs d'eau : le lac Saint-Charles

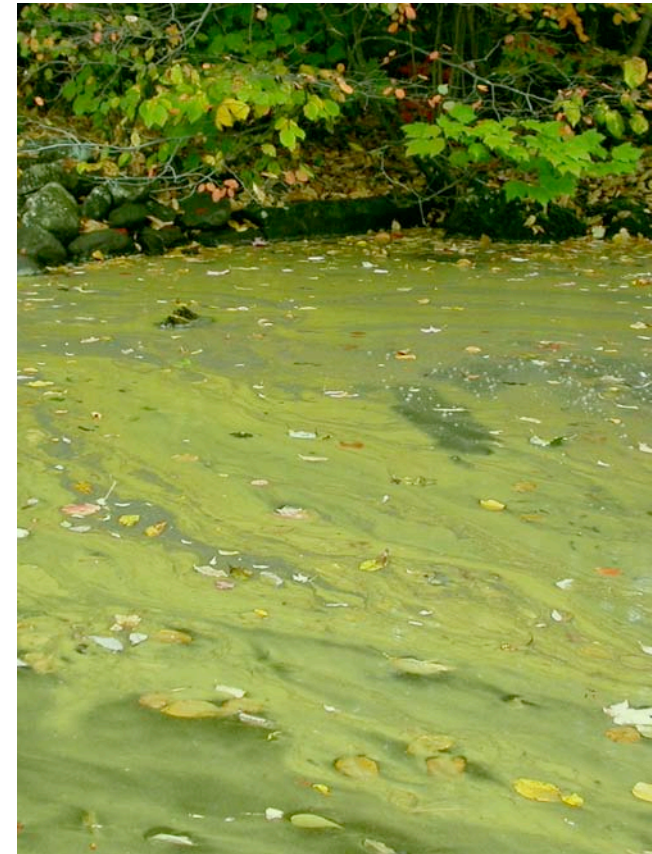
Facteurs d'amplification:

Le P = 1 % de la
biomasse de
cyanobactéries

Avec chaque ajout de P
x100 (biomasse)

Amplification additionnelle
x10? (flottaison)
x10? (effet de vent)

Amplification finale
= P x 10 000 !!





En conclusion : Comment cela nous aide-t-il?

- Les cyanobactéries font partie naturellement de notre biosphère depuis plus de 2 milliards d'années
- Quand les cyanobactéries nocives deviennent problématiques dans un lac, cela peut prendre du temps pour revenir vers les conditions initiales



En conclusion : Comment cela nous aide-t-il?

- Avec les facteurs d'amplification dus à la flottabilité, même les lacs de bonne qualité pourraient avoir des problèmes
- Le phosphore – c'est l'élément clé, surtout dû aux facteurs d'amplification, et leur compétitivité une fois qu'elles ont suffisamment de P.



En conclusion :
Comment cela nous aide-t-il?

- Notre grand défi :

Identifier et contrôler les sources de
phosphore !

Les algues bleues dans nos lacs : mieux connaître pour mieux gérer

Remerciements :
**Conseil de recherches en sciences
naturelles et en génie ;**
Canada Research Chair program;
**Ministère du développement durable, de
l'environnement et des parcs;**
la Ville de Québec ;
Notre équipe ULaval-INRS-APEL