

# Cyanobactérie 101

Marie-Andrée Fallu, Ph.D.

Agente de liaison  
scientifique



**GRIL**  
Groupe de recherche  
interuniversitaire  
en limnologie et en  
environnement aquatique

*FORUM MAURICIE 2008  
SUR LA SANTÉ DES LACS :*

Agissons contre  
les algues bleu-vert

Shawinigan, 23 février 2008



**GRIL**  
Groupe de recherche  
interuniversitaire  
en limnologie et en  
environnement aquatique

# Le GRIL = Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique

28 professeurs dans 5 universités québécoises (plus de 100 étudiants à la maîtrise et au doctorat)



Beatrix Beisner  
David Bird  
Paul del Giorgio  
Pedro Peres-Neto  
Dolors Planas  
Yves Prairie



Gilbert Cabana  
Stéphane Campeau  
Jean-Jacques Frenette  
Hélène Glémet  
Pierre Magnan  
Marco Rodríguez



Bernard Angers  
Marc Amyot  
Daniel Boisclair  
Richard Carignan  
Antonella Cattaneo  
Pierre Legendre  
Roxane Maranger  
Bernadette Pinel-Alloul

Irene Gregory-Eaves  
Jacob Kaalf  
Michel Lapointe  
Anthony Ricciardi

Normand Bergeron  
Landis Hare  
Isabelle Laurion  
André Tessier



# Axes de recherche :

- Les interactions atmosphère - bassin versant – lacs – rivières et les processus liés aux écosystèmes.
- L'habitat et les chaînes alimentaires multiples dans les systèmes aquatiques.
- La dynamique écologique des rivières et du fleuve Saint-Laurent.



## La limnologie ?

C'est 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 non seulement aux caractéristiques des lacs, mais aussi aux organismes qui vivent dans ces eaux et des interrelations à tous les niveaux.

## Cyanobactéries 101

Qui sont-elles ?

Où les trouve-t-on ?

Quel rôle jouent-elles dans les écosystèmes aquatiques ?

Les cyanobactéries sont-elles réellement dangereuses pour la santé ?

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

D'où proviennent l'azote et le phosphore ?

Pourquoi ce surplus d'éléments nutritifs favorise-t-il les cyanobactéries au lieu d'autres espèces d'algues ?

Comment distinguer une fleur d'eau de cyanobactéries ?

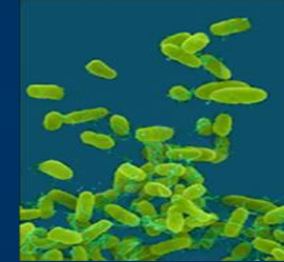
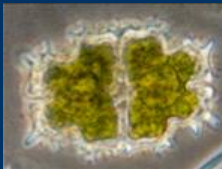
Comment prévenir les fleurs d'eau de cyanobactéries ?

Cyanobactéries 101

## Qui sont-elles ?

Cyanobactéries = algues bleues = algues bleu-vert :  
algues ou bactéries ?

Telles que les algues



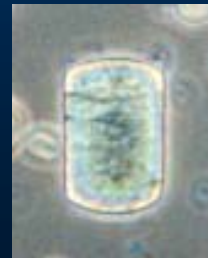
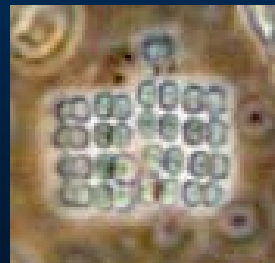
elles font de la photosynthèse...

...mais elles se rapprochent plus des bactéries.

Alors ce sont des bactéries qui font de la photosynthèse:  
des cyanobactéries !



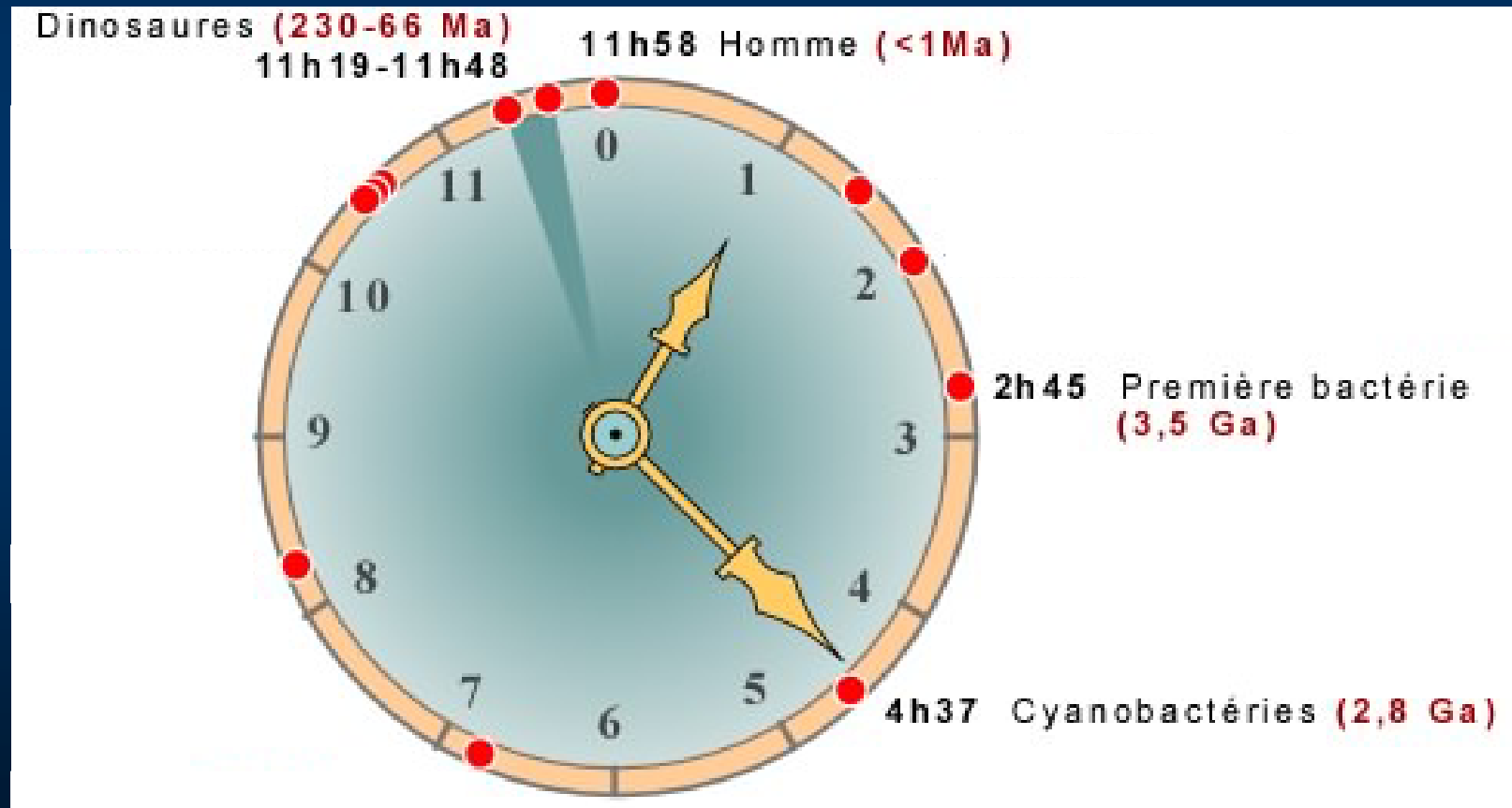
couleur du pigment  
(grec pour bleu-vert)



# Cyanobactéries 101

## Qui sont-elles ?

Premiers organismes sur Terre : depuis plus de 3 milliards d'années.



Source : [http://www.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete\\_terre.html](http://www.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html)

Cyanobactéries 101

## Qui sont-elles ?

Premiers organismes sur Terre : depuis plus de 3 milliards d'années.

À l'origine de l'oxygène de l'atmosphère.

Survivent aux environnements extrêmes de la planète.



Source : [http://www.geology.wisc.edu/courses/g112/mass\\_wasting.html](http://www.geology.wisc.edu/courses/g112/mass_wasting.html)



Source : Tungurahua Volcano – 1999 Image by USGS  
[http://geology.com/news/2006\\_08\\_01\\_archive.html](http://geology.com/news/2006_08_01_archive.html)

Cyanobactéries 101

## Où les trouve-t-on ?

Là où il y a de l'eau, il peut y avoir des cyanobactéries

Étangs, lacs, ruisseaux, rivières, fleuves, océans, sources thermales ou froides, glaces de l'Antarctique et de l'Arctique, sols humides, tourbières, rizières, lichens, sols forestiers, grottes, crevasses des roches des déserts...

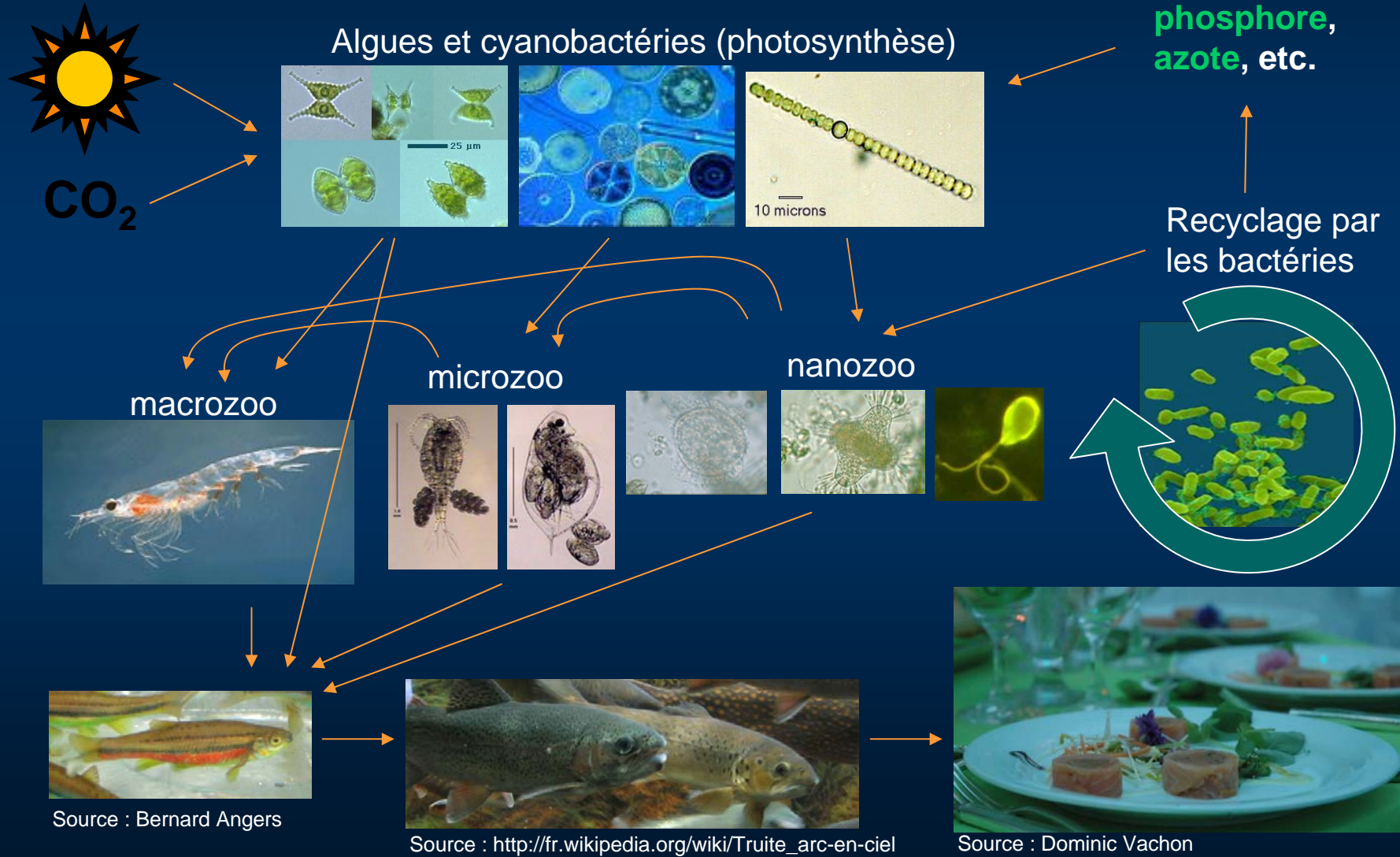
Dans les lacs, souvent parmi le plancton



organismes animaux (zooplancton)  
ou végétaux (phytoplancton)  
en suspension dans les plans d'eau

# Cyanobactéries 101

## Quel rôle jouent-elles dans les écosystèmes aquatiques ?



Cyanobactéries 101

## Les cyanobactéries sont-elles réellement dangereuses pour la santé ?

Oui – dans certains cas

Il y a aujourd'hui plus de 3500 espèces connues

Petit nombre d'espèces – *et parfois seulement certaines souches d'une même espèce* – **peuvent** produire des toxines appelées **cyanotoxines** à l'intérieur de leur cellule

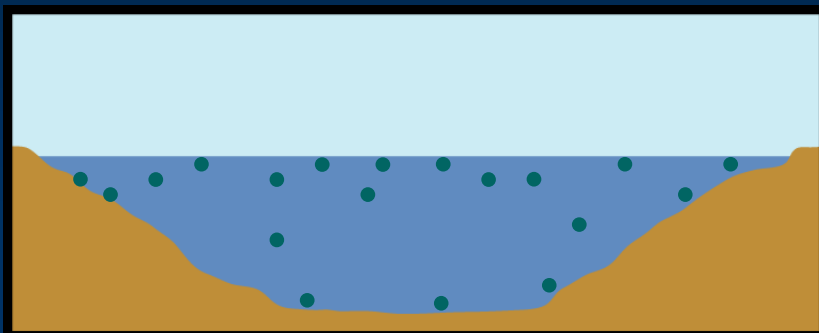
Raison pour laquelle elles produisent ces toxines est incertaine ! Peut-être un moyen de défense ?

À forte concentration, comme lors des épisodes de fleurs d'eau, leur présence devient problématique

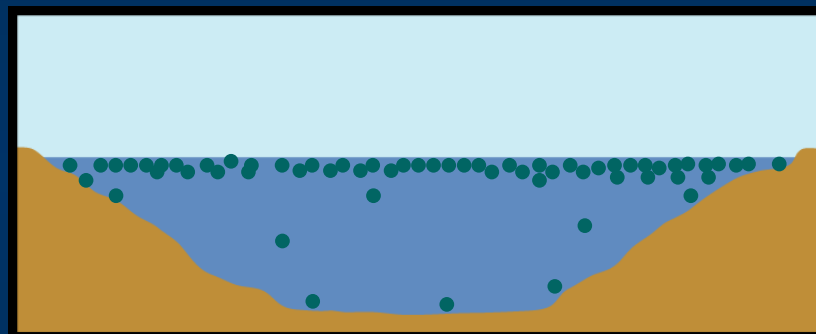
## Cyanobactéries 101

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

Naturellement :



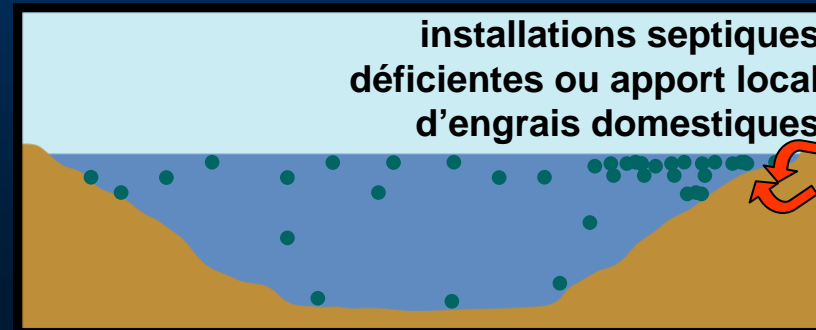
Sous certaines conditions favorables :



Action du vent :



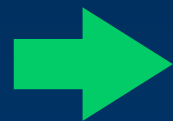
Source locale d'éléments nutritifs :



Cyanobactéries 101

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

Conditions favorables ?



Éléments nutritifs : **essentiels** !

**phosphore** : protéines, lipides

**azote** : ADN

} indispensables pour la  
multiplication des cellules

Le **phosphore** est le facteur qui limite le plus la croissance des organismes aquatiques au Québec et l'**azote** suit de près

Cyanobactéries 101

## D'où proviennent l'azote et le phosphore ?

Principale source **naturelle** d'**azote** :

L'azote compose 78% de l'air qu'on respire, mais la plupart des organismes ne peuvent pas assimiler cette forme d'**azote**. Seulement certaines cyanobactéries et certaines bactéries le font.

Principale source **naturelle** de **phosphore** :

Dissolution des roches !

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 l'azote et le phosphore ?

Pourquoi limitent-ils la croissance des organismes ?

<b>Éléments</b>	<b>Demande</b> ou contenu dans les organismes (%)	<b>Disponibilité</b> moyenne dans l'eau (%)	<b>Rareté</b> (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

Cyanobactéries 101

D'où proviennent l'azote et le phosphore ?

Sources **artificiels** d'**azote** et de **phosphore**

Fertilisants (ou engrais) en **agriculture**



Ruissellement de surface non contrôlé et érosion des berges sans bandes riveraines (avec fortes pente et piétinement)



# Cyanobactéries 101

## D'où proviennent l'azote et le phosphore ?

Sources **artificiels** d'**azote** et de **phosphore**

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

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

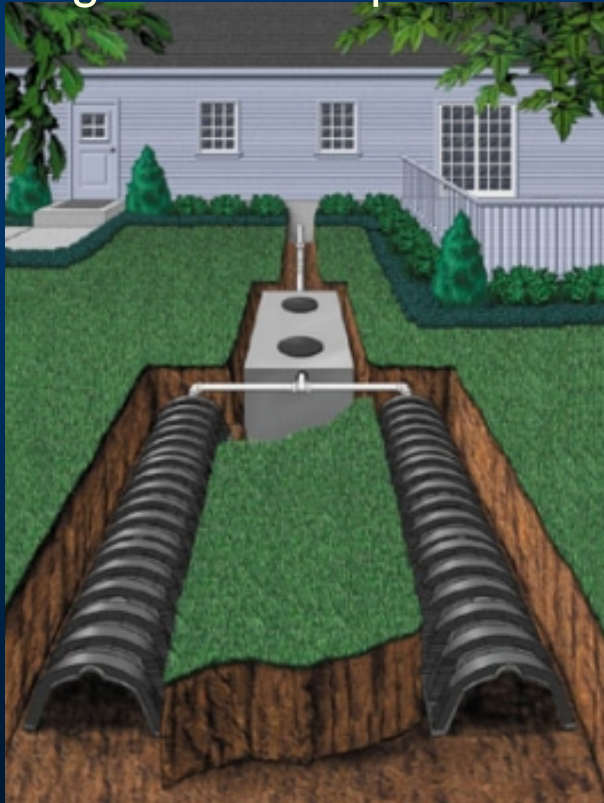


Cyanobactéries 101

# D'où proviennent l'azote et le phosphore ?

Sources **artificiels** d'**azote** et de **phosphore**

Conformité des installations septiques et des réseaux d'égouts municipaux



Aménagements Inappropriés des rives

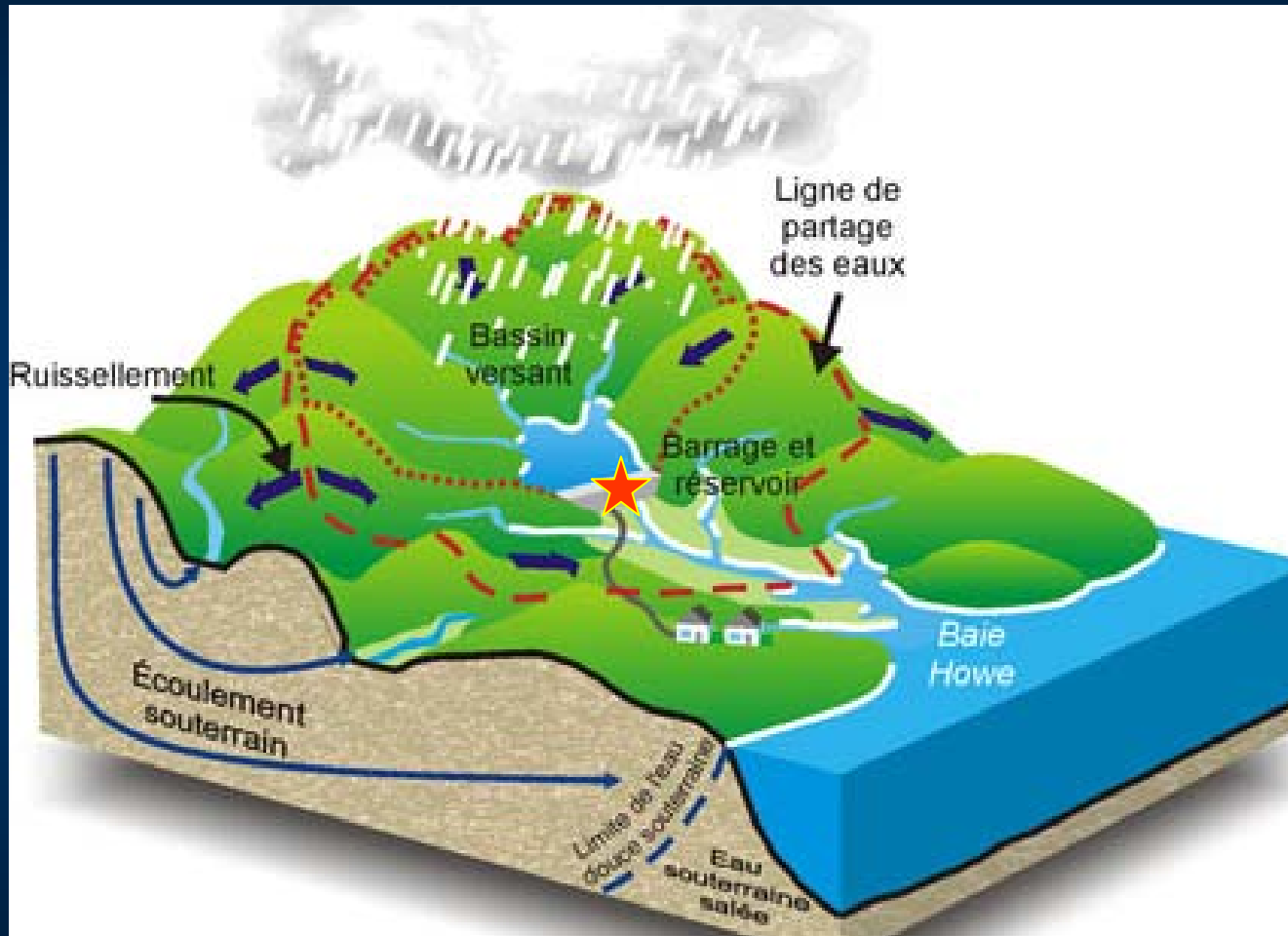


Mauvaises Pratiques forestières



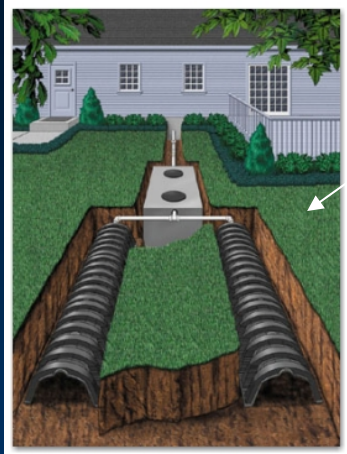
Cyanobactéries 101

D'où proviennent l'azote et le phosphore ?



Le lac est le reflet de son bassin versant

# Bassin versant



Engrais domestiques

Conformité des installations septiques



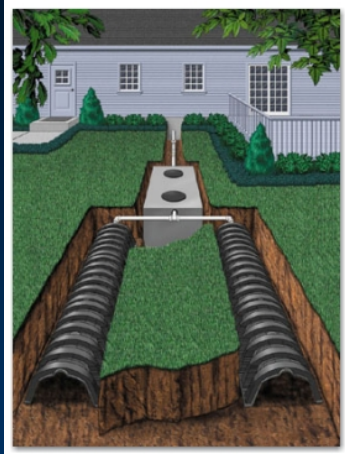
Assainissement industriel



Conformité des infrastructures municipales



# Milieu agricole



Conformité des installations septiques



Application de pesticides et d'engrais

**Le sol ne peut pas tout contenir : grande pression exercée sur les lacs et les cours d'eau !**



Assainissement industriel



Conformité des infrastructures municipales



Cyanobactéries 101

## D'où proviennent l'azote et le phosphore ?

Les lacs et les océans ont la capacité d'assimiler les éléments nutritifs en les accumulant dans leurs sédiments de fond.

Règle générale, les teneurs en phosphore des lacs sont le reflet de ce qu'ils reçoivent.

S'il y a surcharge de phosphore de façon continue, cette capacité d'emmagasiner le phosphore peut être dépassée et cette surcharge élèvera sa concentration dans l'eau.



**EUTROPHISATION**

Cyanobactéries 101

## D'où proviennent l'azote et le phosphore ?

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 »

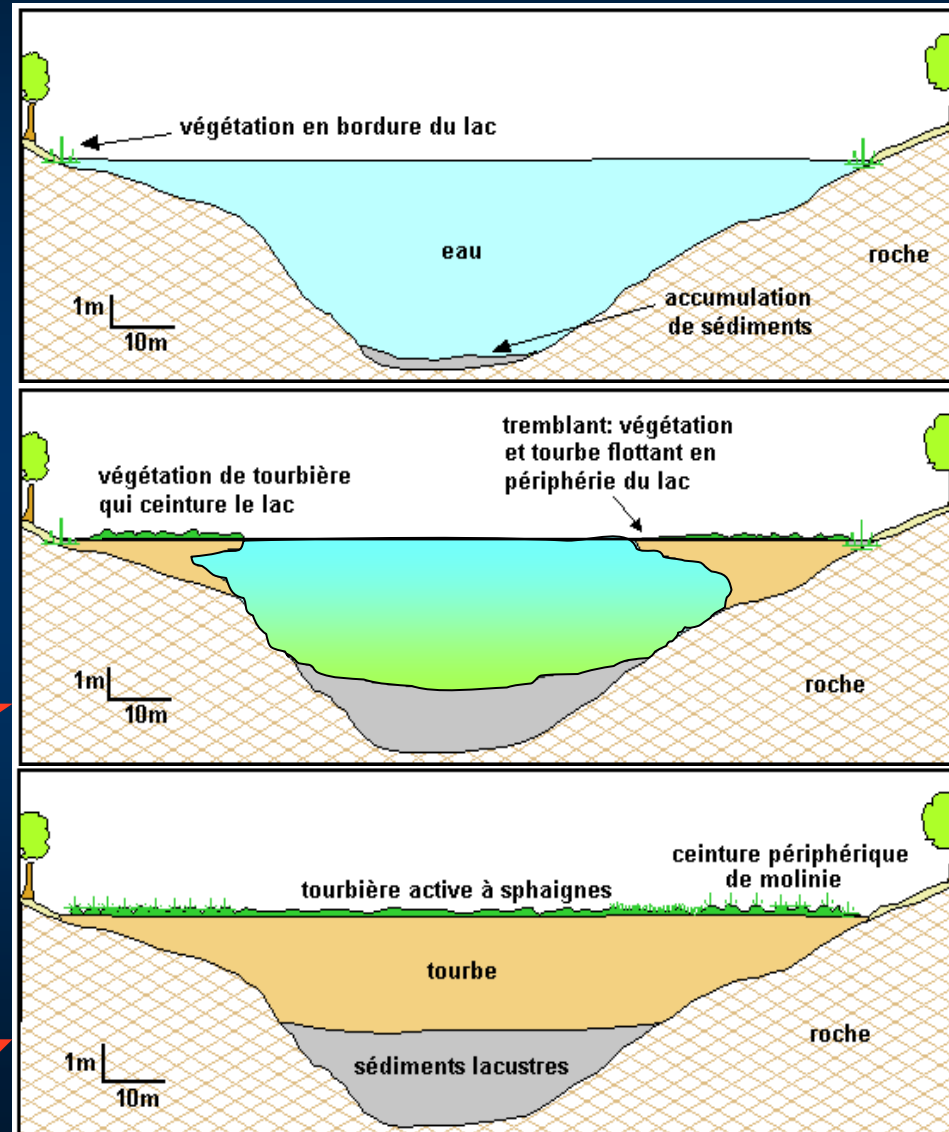
**Oligotrophe** = du grec *oligo* : « peu »

Cyanobactéries 101

# D'où proviennent l'azote et le phosphore ?

Eutrophisation  
naturelle :

milliers  
d'années

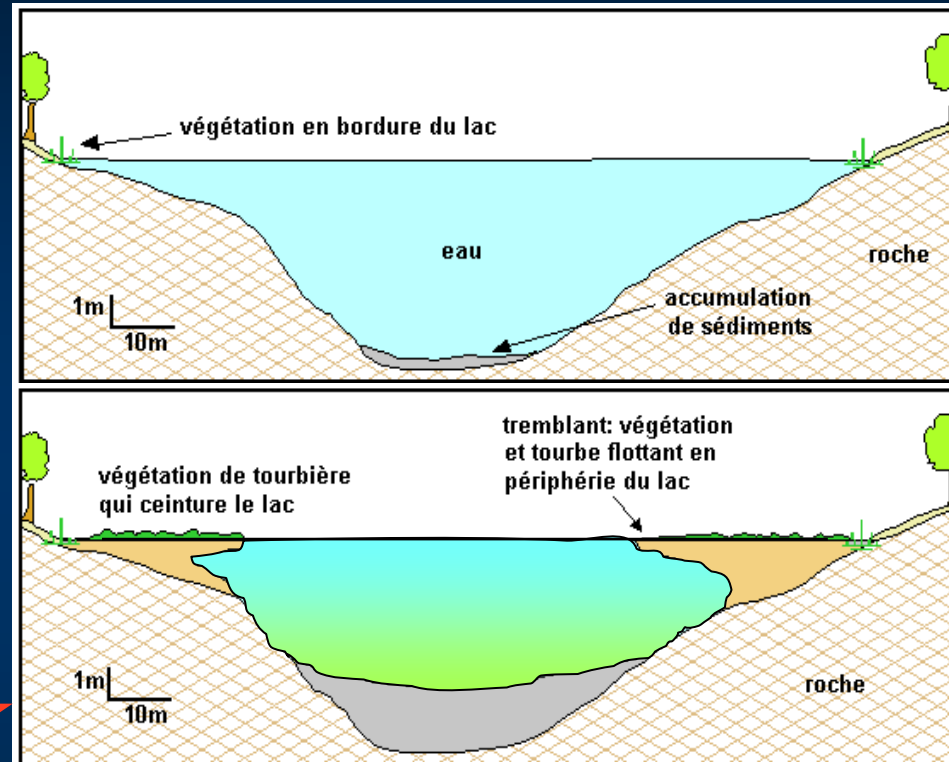


Cyanobactéries 101

# D'où proviennent l'azote et le phosphore ?

Eutrophisation  
**accélérée** :

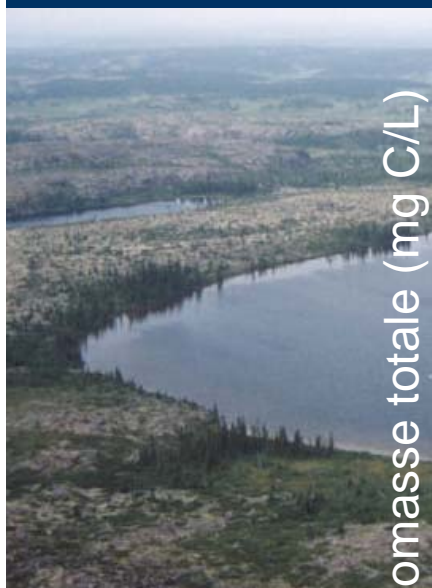
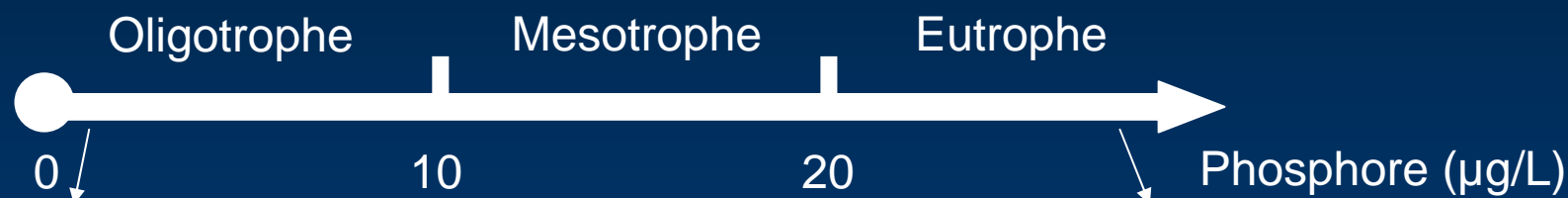
dizaines  
d'années !



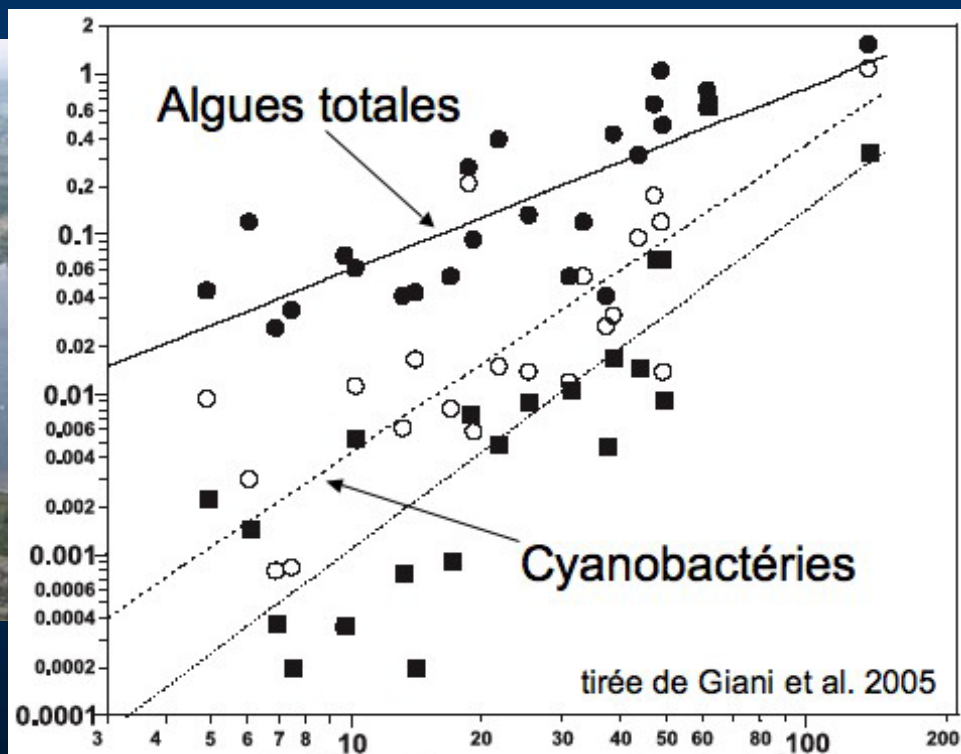
# Cyanobactéries 101

## D'où proviennent l'azote et le phosphore ?

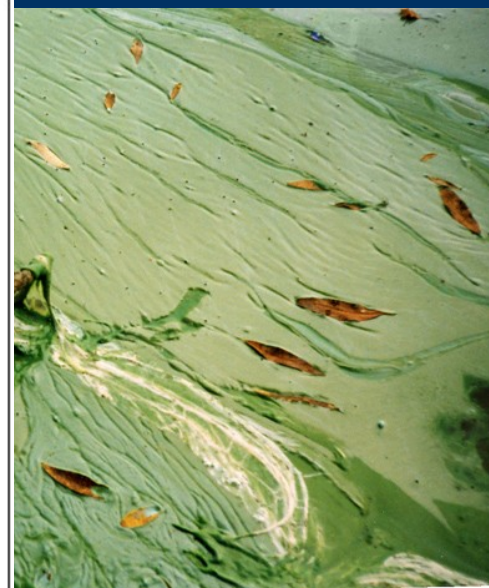
Classification arbitraire des différents statuts trophiques:



Biomasse totale (mg C/L)



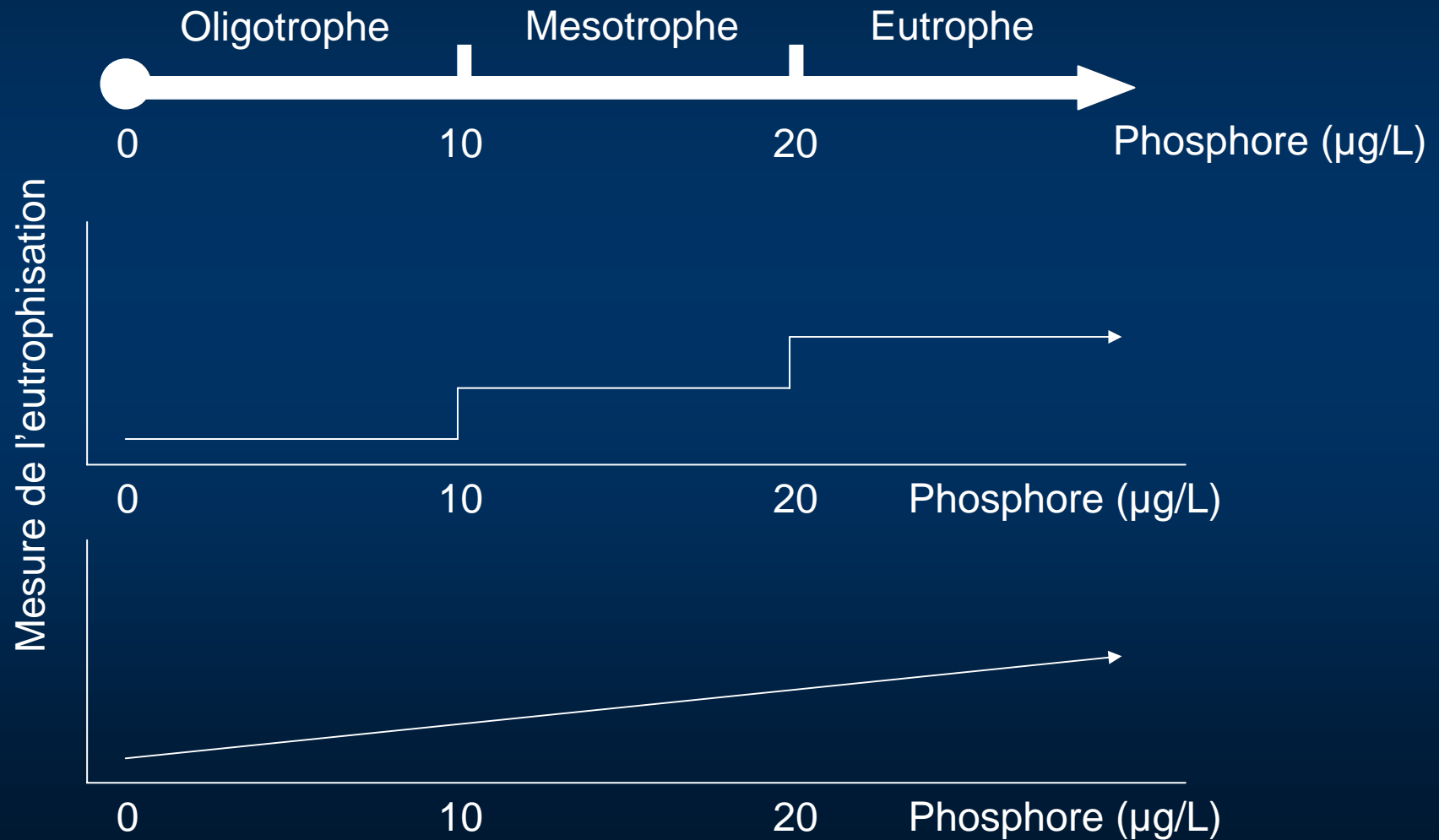
Concentrations de phosphore total (µg/L)



# Cyanobactéries 101

## D'où proviennent l'azote et le phosphore ?

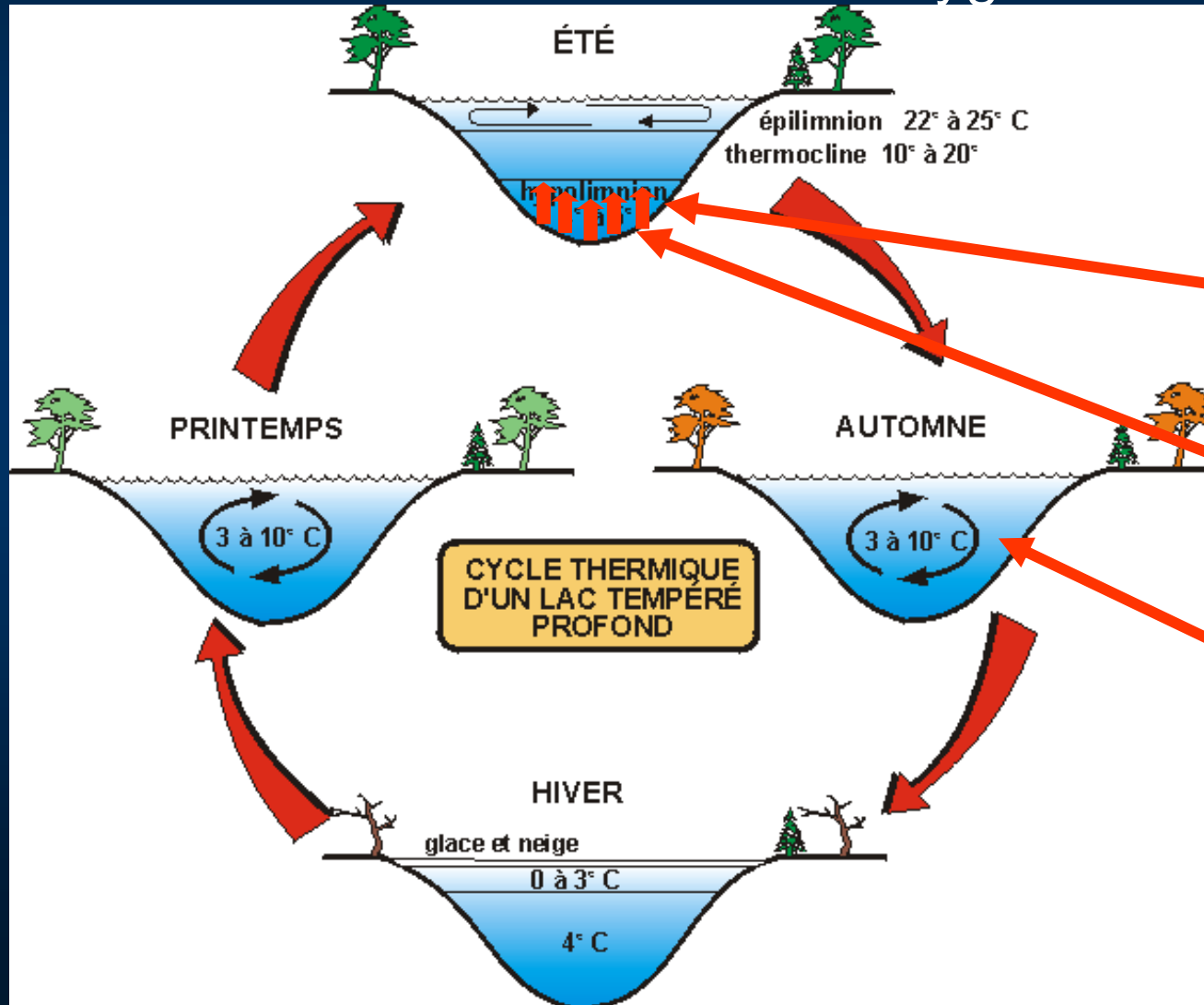
Classification arbitraire des différents statuts trophiques:



# Cyanobactéries 101

## D'où proviennent l'azote et le phosphore ?

### La stratification saisonnière et l'oxygène dans l'eau



Avec l'eutrophisation :

productivité élevée



oxygène consommée (anoxie)



bactéries libèrent du phosphore des sédiments



à l'automne, distribution du phosphore dans tout le plan d'eau

## Pourquoi ce surplus d'éléments nutritifs favorise-t-il les cyanobactéries au lieu d'autres espèces d'algues ?

En plus d'avoir les avantages des bactéries et des algues, elles ont des caractéristiques bien à elles.

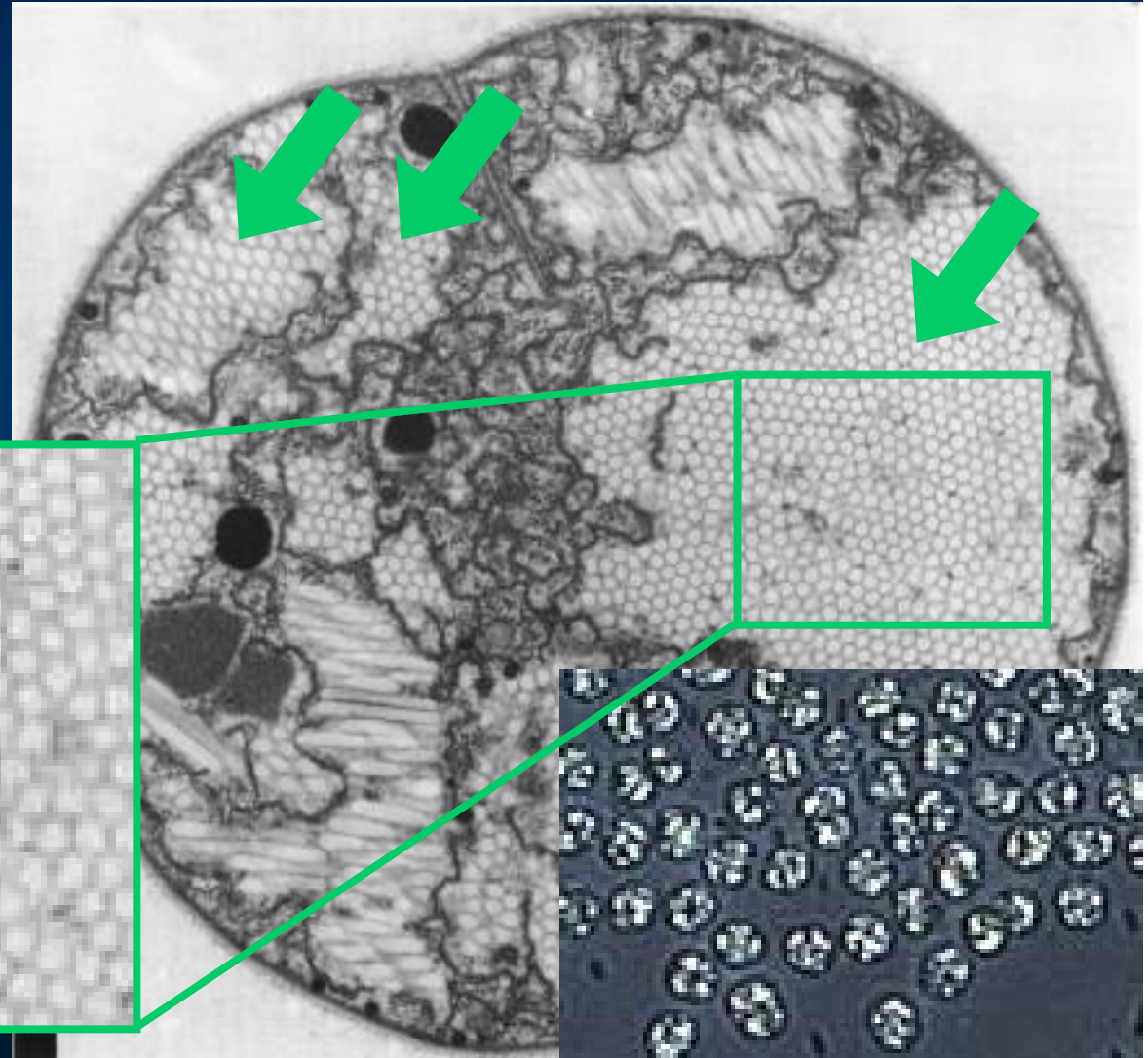
Parmi ces caractéristiques:

- elles ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique : dans un milieu appauvri en azote, les cyanobactéries puisent l'azote de l'atmosphère
- elles possèdent une stratégie ingénieuse de déplacement : elles maximisent leur emplacement dans l'eau en se déplaçant verticalement et en flottant grâce à des pseudovacuoles de gaz

Cyanobactéries 101

Pourquoi ce surplus d'éléments nutritifs favorise-t-il les cyanobactéries au lieu d'autres espèces d'algues ?

Elle flottent grâce à des pseudovacuoles de gaz (petites bulles d'air):

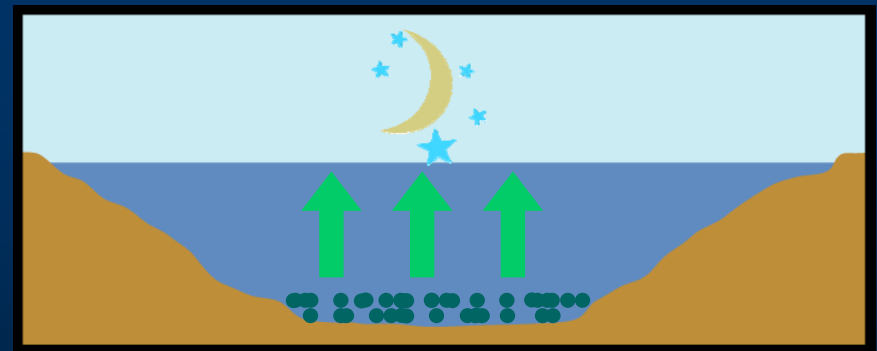
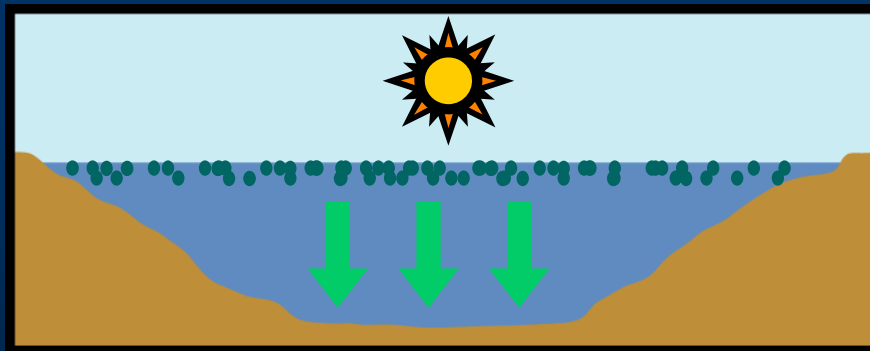


## Cyanobactéries 101

# Pourquoi ce surplus d'éléments nutritifs favorise-t-il les cyanobactéries au lieu d'autres espèces d'algues ?

Avec la lumière du jour, elles croissent (photosynthèse) et produisent des substances plus pesantes (ex. : sucres). Leur poids les poussent à couler vers le fond.

La nuit, elle utilisent les sucres pour respirer et se diviser. Leur poids diminue et elle se remettent à flotter vers la surface.



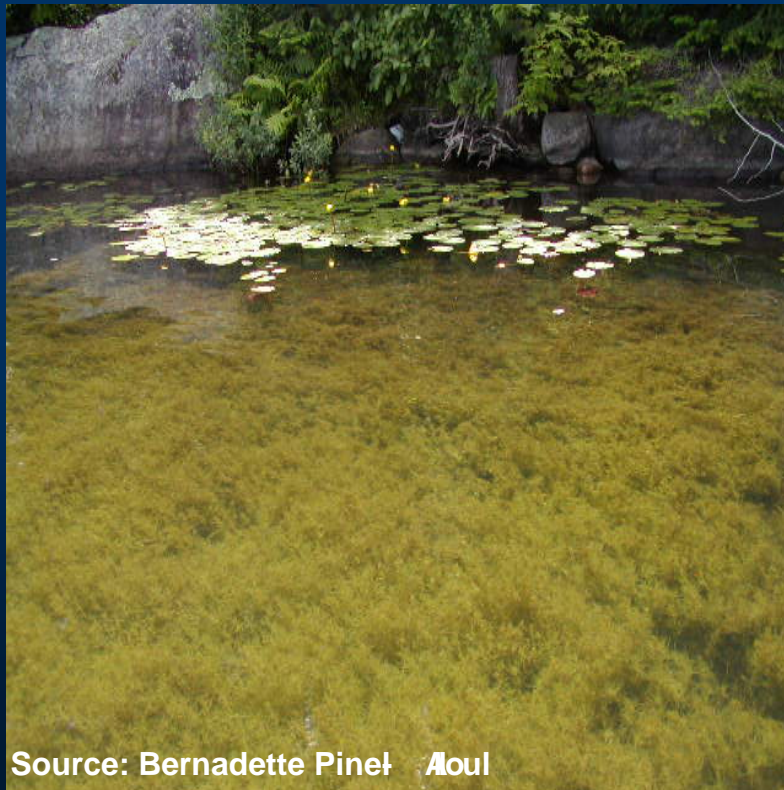
Lors de leur séjour dans le fond de l'eau, elles peuvent aussi en profiter pour emmagasiner du phosphore.

Cyanobactéries 101

# Comment distinguer une fleur d'eau de cyanobactéries ?

Il faut d'abord faire la différence entre algues et plantes aquatiques :

**Plantes aquatiques** = racines, tiges, fleurs



Source: Bernadette Pinel Aoul



Source: Richard Carignan

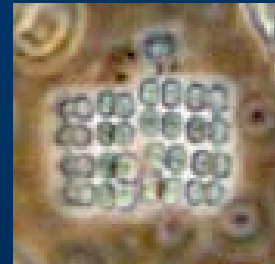
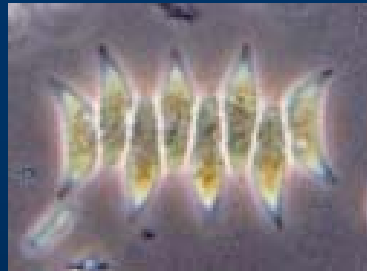
Cyanobactéries 101

# Comment distinguer une fleur d'eau de cyanobactéries ?

Il faut d'abord faire la différence entre algues et plantes aquatiques :

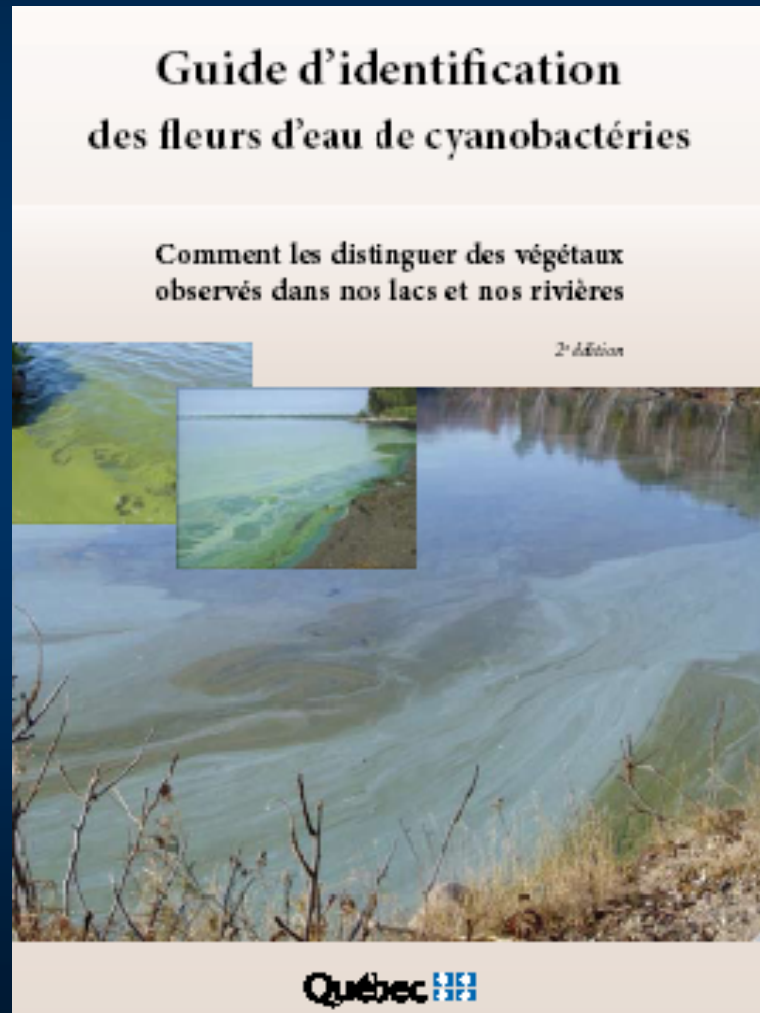
Plantes aquatiques = racines, tiges, fleurs

**Algues** = 1 ou plusieurs cellules, peu de structure



Cyanobactéries 101

# Comment distinguer une fleur d'eau de cyanobactéries ?



[http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/cyanobacteries/guide.htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/guide.htm)

## Comment prévenir les fleurs d'eau de cyanobactéries ?

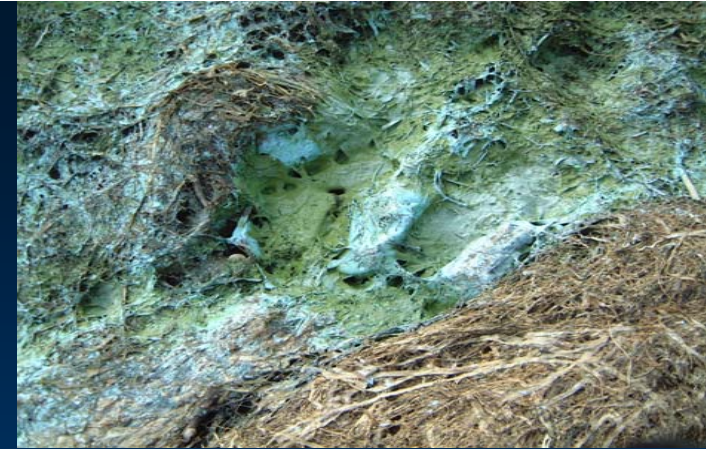
Près des rives **et** dans le bassin versant :

- 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. Ne pas utiliser de détergents avec phosphates.
- Favoriser les surfaces perméables (éviter les pavés et les terrassement perméables).

Cyanobactéries 101

## En conclusion

Les cyanobactéries existent depuis les débuts de la vie sur Terre



Les lacs eutrophes leur sont favorables :

- Abondance d'éléments nutritifs
- Se déplacer dans la colonne d'eau
- Peuvent entreposer le phosphore des sédiments dans leur cellule
- Peuvent utiliser l'azote de l'air si l'azote vient à manquer dans le milieu
- Leurs pigments les favorisent en faible lumière
- Capacité d'entrer en dormance
- Prolifèrent quand les eaux se réchauffent



Cyanobactéries 101

## En conclusion

État réel de la situation au Québec ?

Problème réel amplifié par les médias = signal d'alarme

 **Il n'y a pas de solution miracle !**

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

L'établissement de bandes riveraines apportera des améliorations, mais les effets seront limités si les sources de **phosphore** persistent ou augmentent

Marie-Andrée Fallu, Ph.D.  
marie-andree.fallu@uqtr.ca  
819-376-5011 p.3671

# Merci!

Merci à mes complices pour la préparation  
de cette présentation:

- les professeurs Yves Prairie, David Bird et  
Stéphane Campeau
- Isabelle Lavoie, chercheuse postdoctorale
- Maud Demarty, étudiante au doctorat

Pour en savoir plus :

- [www.uqam.ca/gril](http://www.uqam.ca/gril) : 28 juin 2007, **document produit par le GRIL**
- <http://www.uqam.ca/entrevues/2007/e2007-117.htm> : 17 septembre 2006,  
**Cyanobactéries : beaucoup de bruit pour rien?** (avec Yves Prairie et David Bird)