

Histoires cachées

Un peu de biologie microscopique du lac Léman



Stéphan JACQUET

« Ce qui est important, ça ne se voit pas » (Le petit prince, Saint-Exupéry)

Le lac de Paladru ***n° 5***



Le lac d'Aiguebellette n° 4

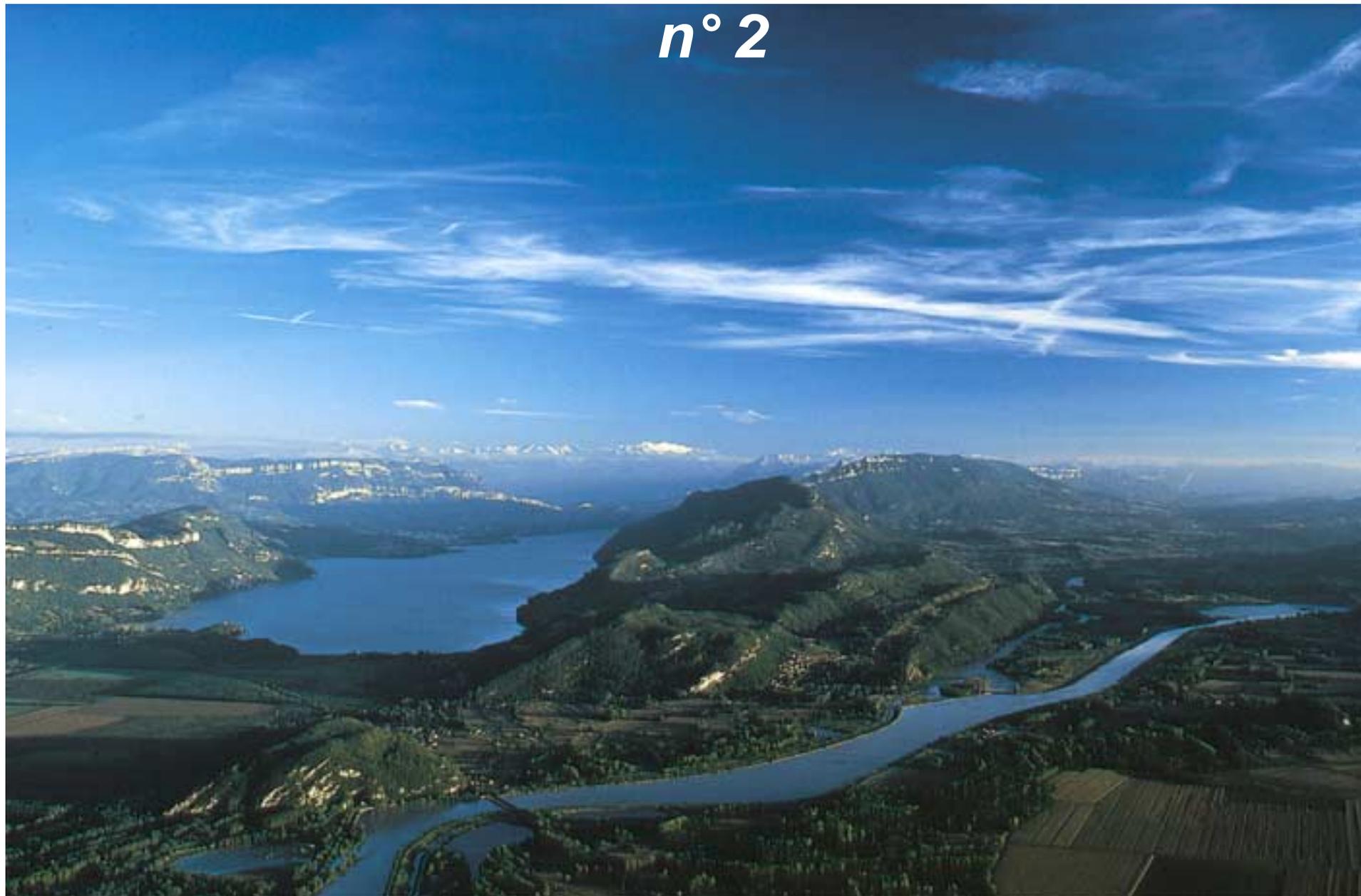


Le lac d'Annecy ***n° 3***



Le lac du Bourget

n° 2



Le lac Léman ***n° 1***



Le lac Léman



Superficie du plan d'eau	582 km ²
	348 km ² (60%)
	234 km ² (40%)
Périmètre du lac	167 km
Altitude moyenne	372 m
Profondeur maximum	309 m
Volume total d'eau	89.10 ⁹ m ³
Largeur maximum	13,8 km
Longueur dans l'axe	72,3 km
Temps moyen de renouvellement des eaux	12 ans

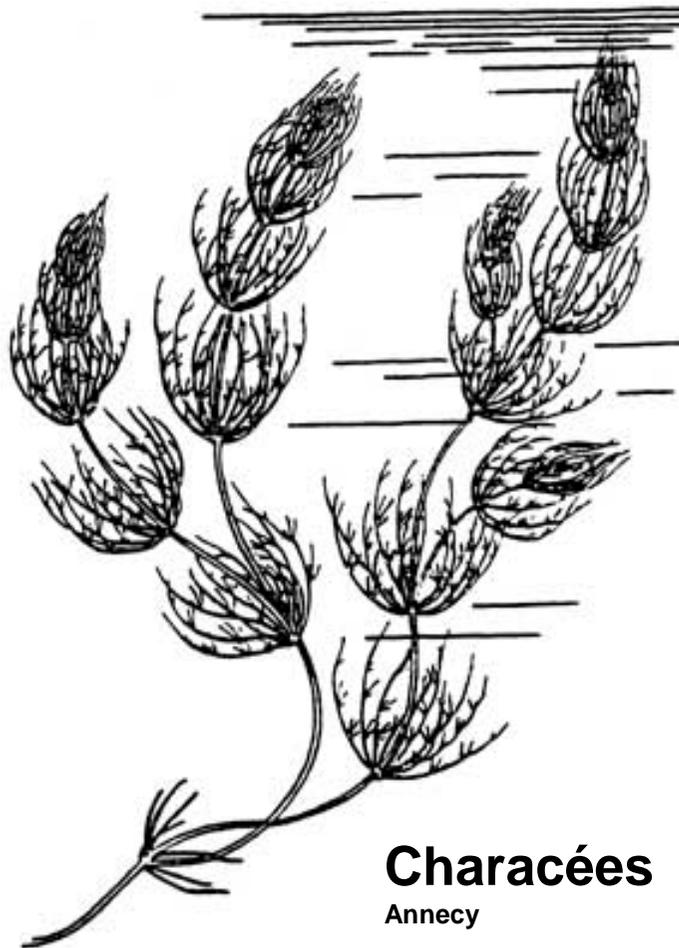
Biologie
étude du vivant

Ecologie
*étude des interactions entre le
vivant et l'environnement*



Plantes et algues

Macrophytes (<10)



Characées
Annecy



Potamot perfolié



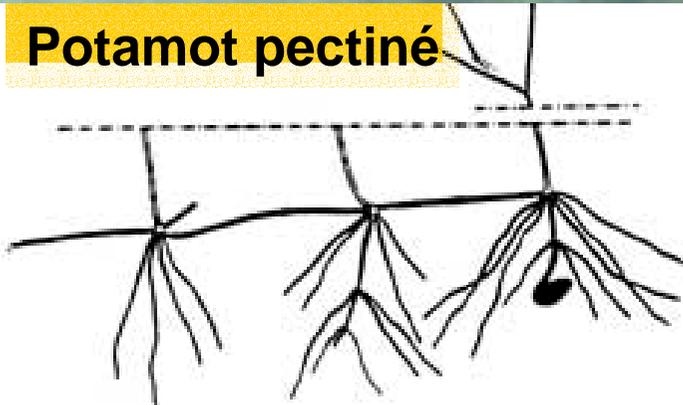
Elodée de Nuttall
invasive

Plantes et algues

Macrophytes



Potamot pectiné

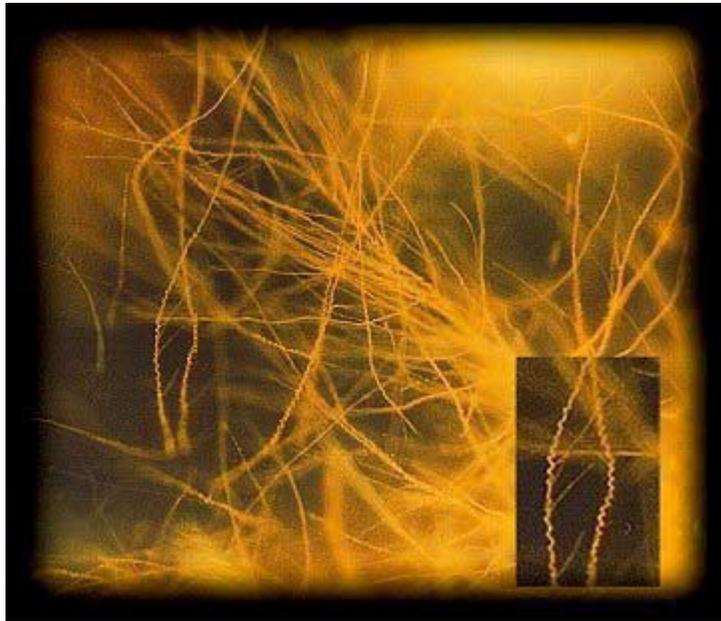


Myriophylle en épi



Plantes et algues

Macroalgues (2)



Spirogyres



Poissons (<20)



Poissons



**Omble
chevalier**



Carpe



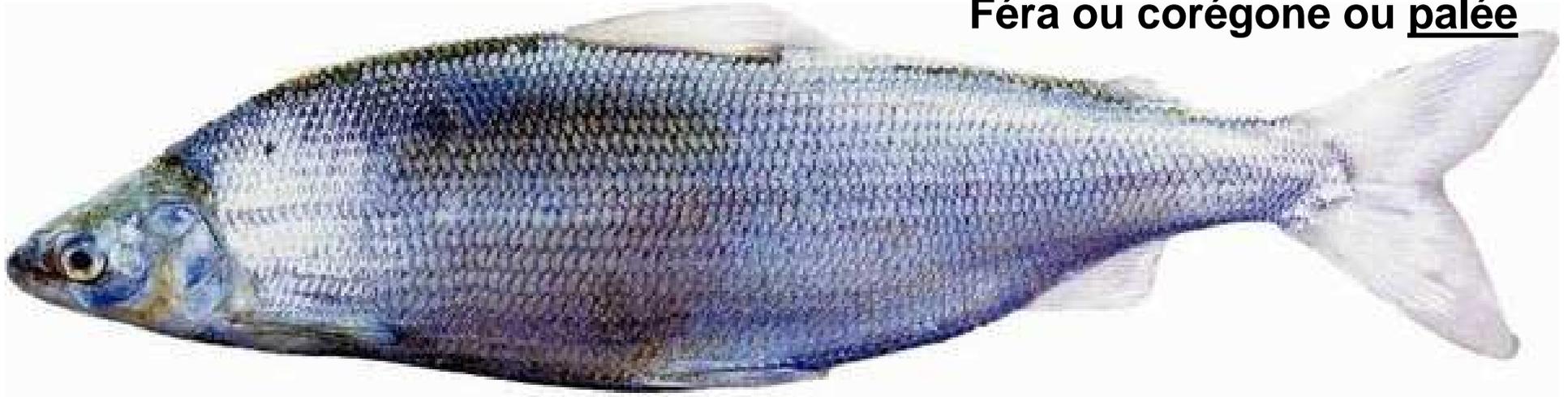
Tanche



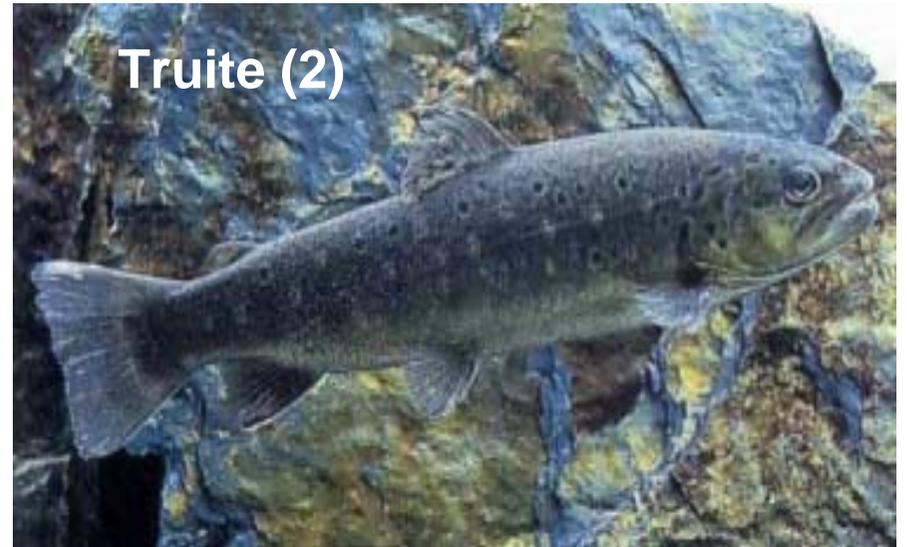
Chevaine

Poissons

Féra ou corégone ou palée

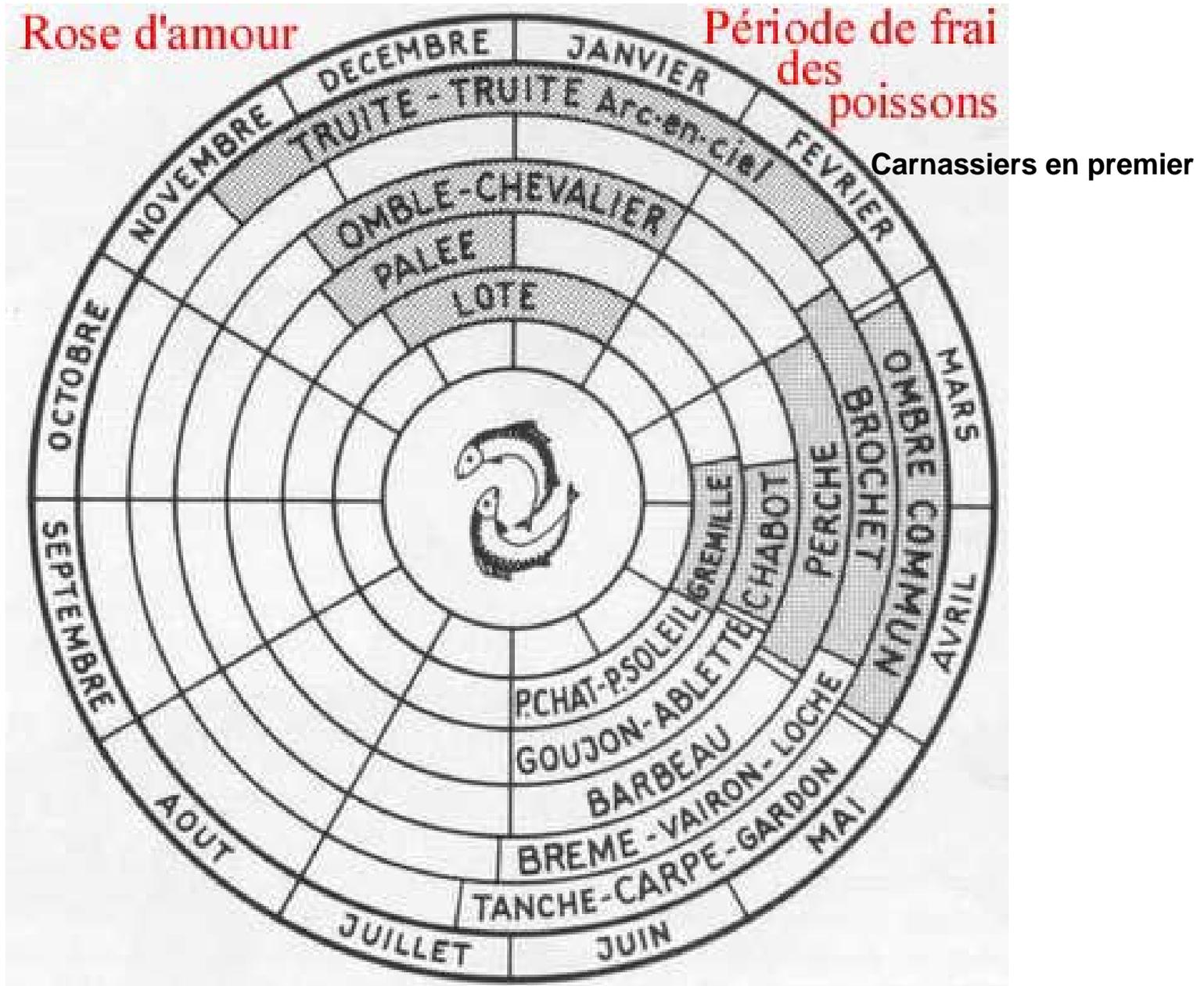


Gardon



Truite (2)

Poissons



Poissons



Rubans de perche

Crustacés (100)



Ecrevisses (3)

Invasives

Ecrevisse américaine

Ecrevisse de Californie

Ecrevisse à pattes grêles



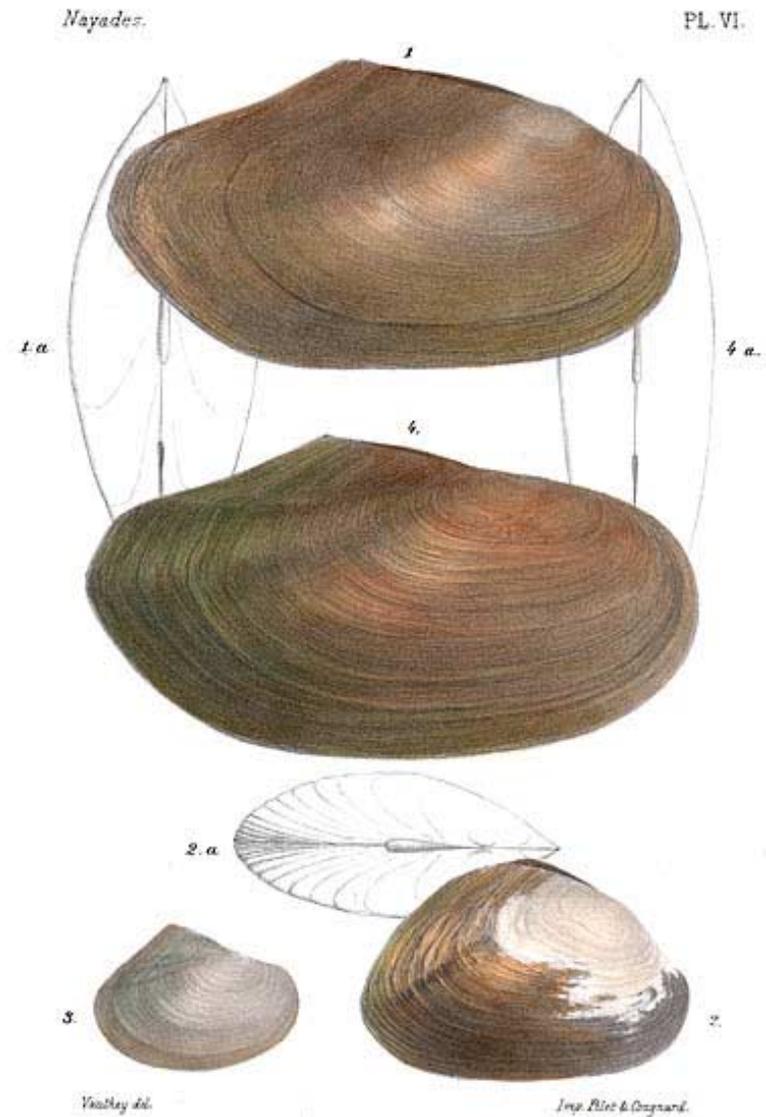
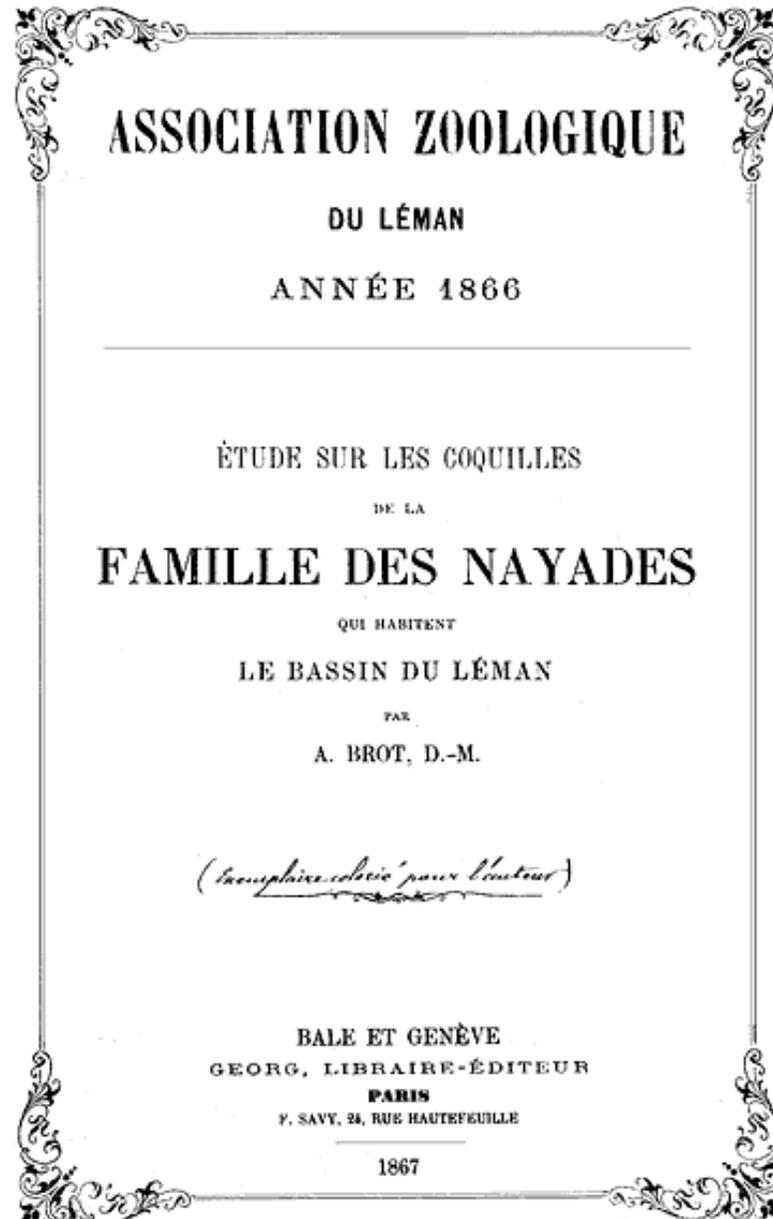
Crustacés



**Gammare du Danube
ou crevette tueuse**
invasive



Mollusques (<10)



Annodontes

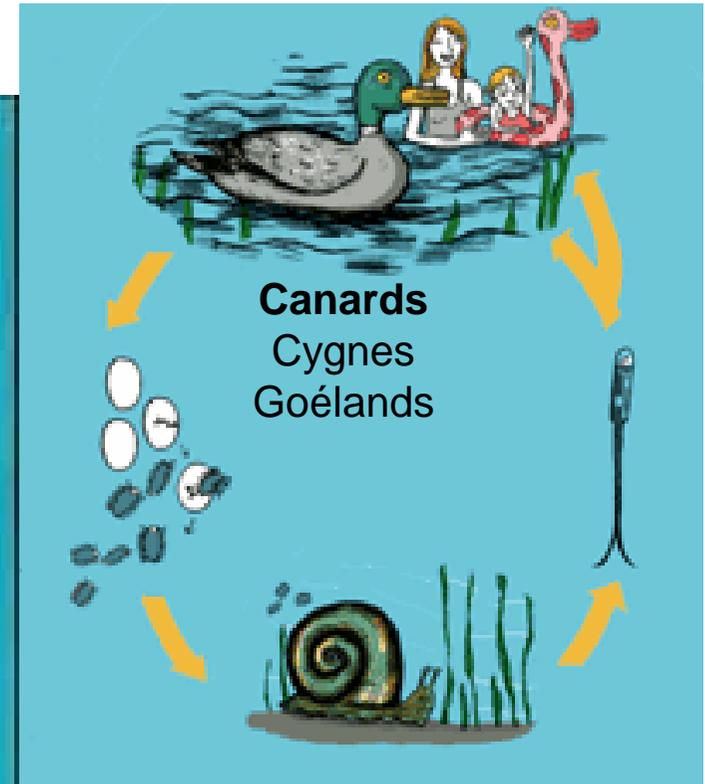
Mollusques

Dreissene ou moule zébrée
invasive



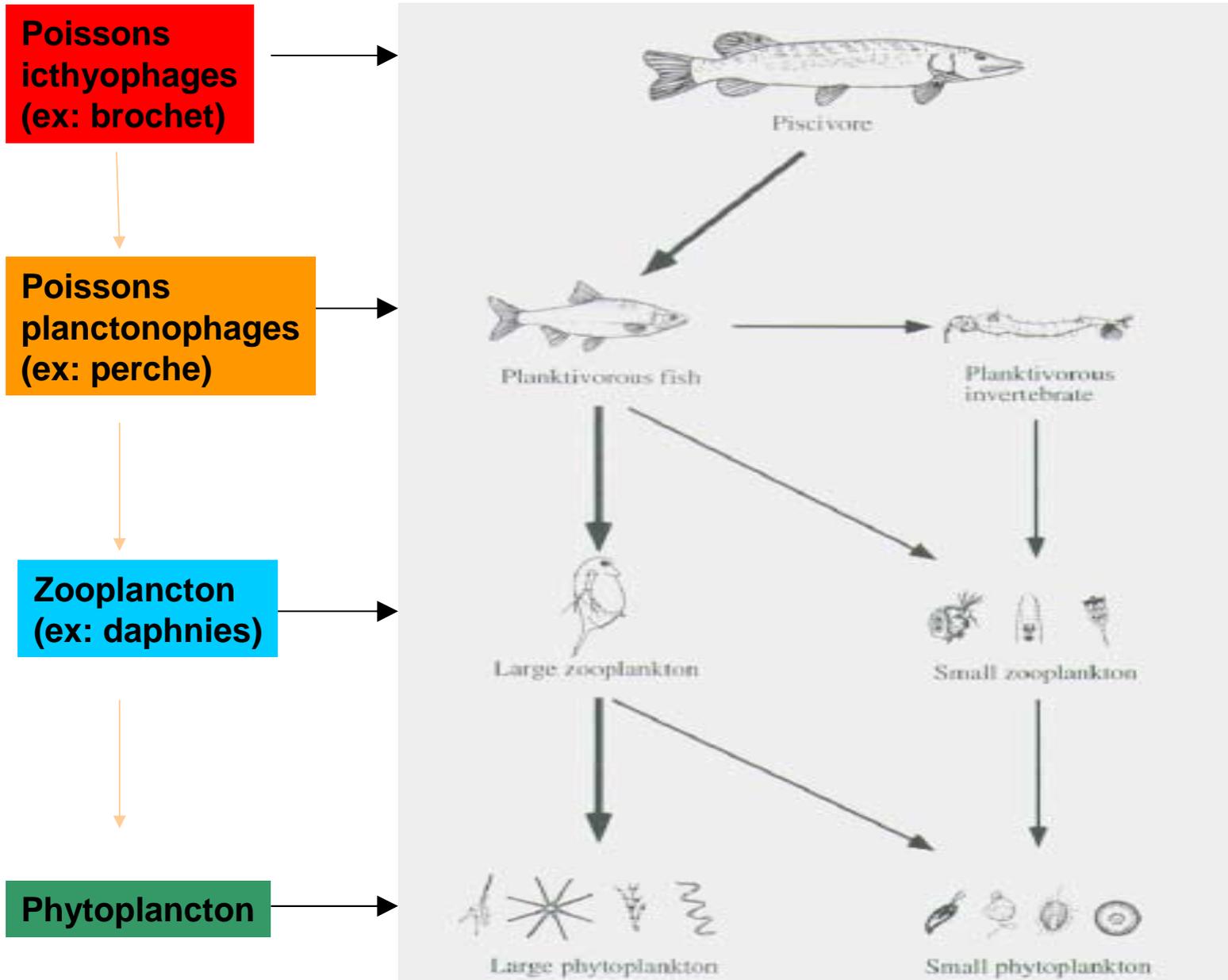
Mollusques

Escargots (3) = pas forcément bon signe ?

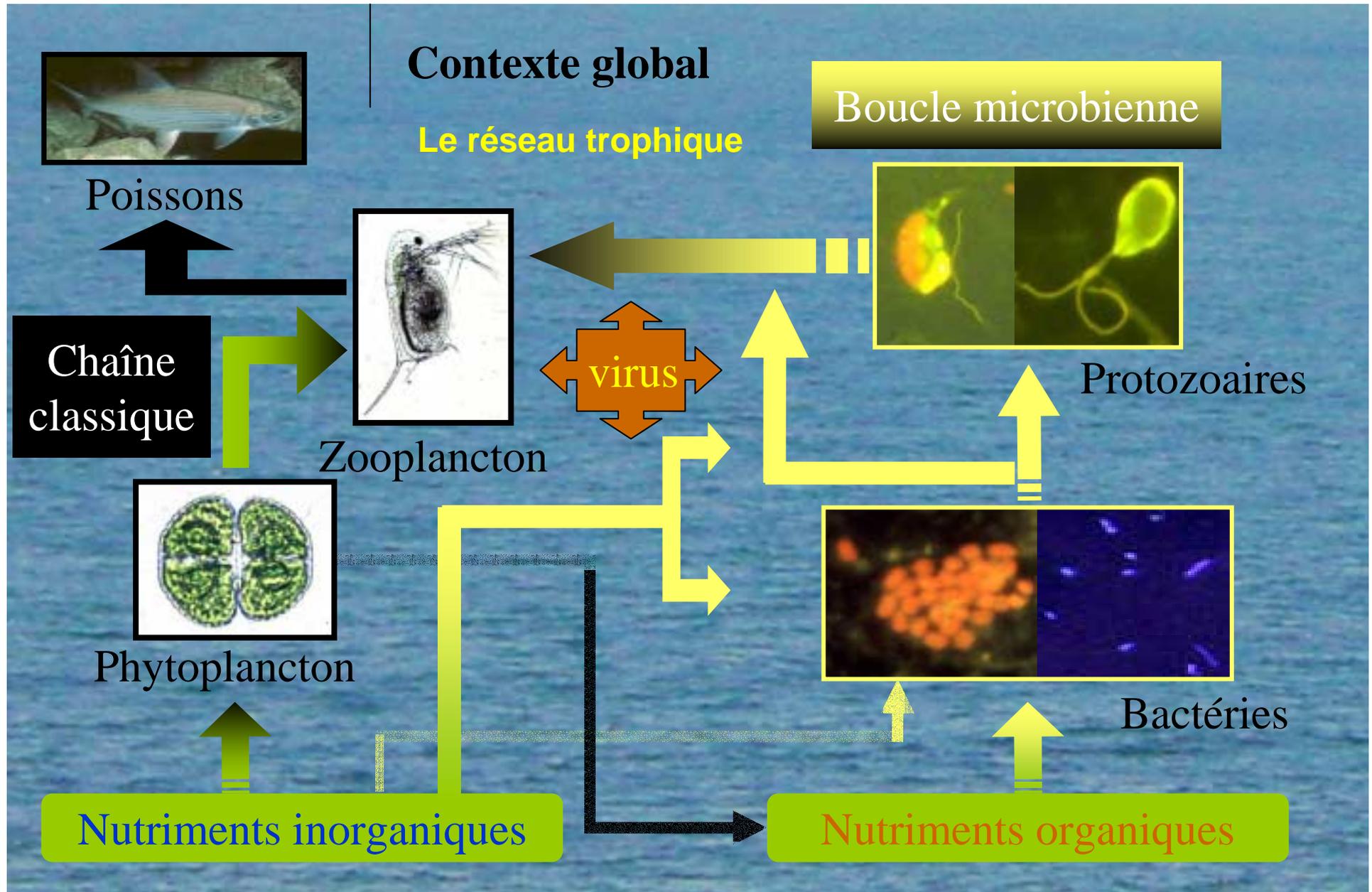


Petit escargot operculé
invasive

Réseau trophique pélagique



Réseau trophique pélagique



Avec quelques chiffres

Abondance des organismes dans 1 ml d'échantillon d'eau (lac, mer, océan)

Virus / phages	10 000 000
Bactéries hétérotrophes	1 000 000
Bactéries photosynthétiques	100 000
Protozoaires	< 10 000
Microalgues	< 5 000
Zooplancton	<< 1
Poissons	0

Quelques copépodes



*Eudiaptomus
gracilis f*

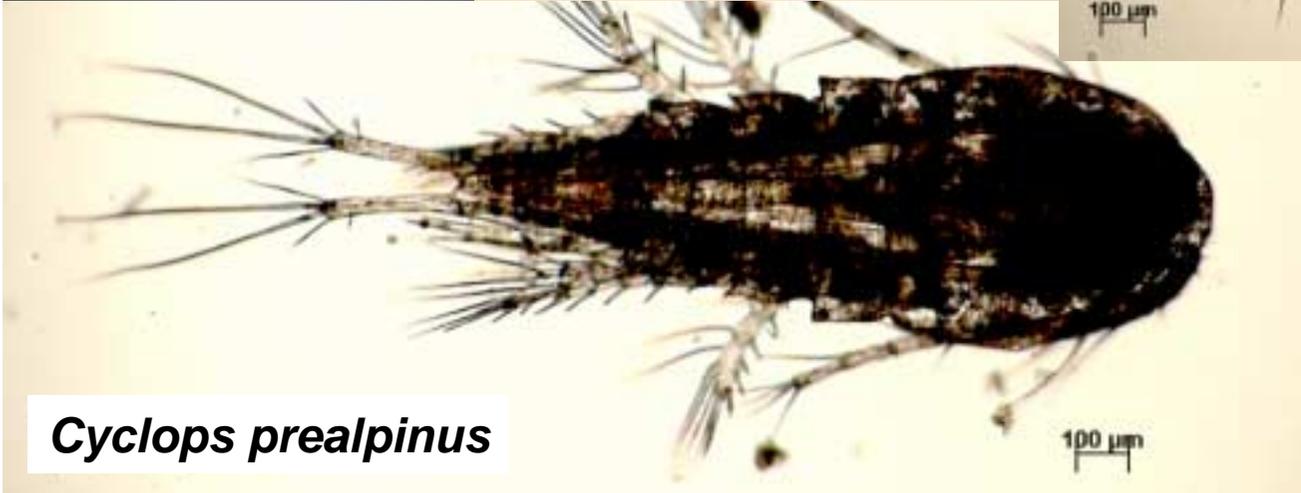


100 µm



Cyclops vicinus

100 µm



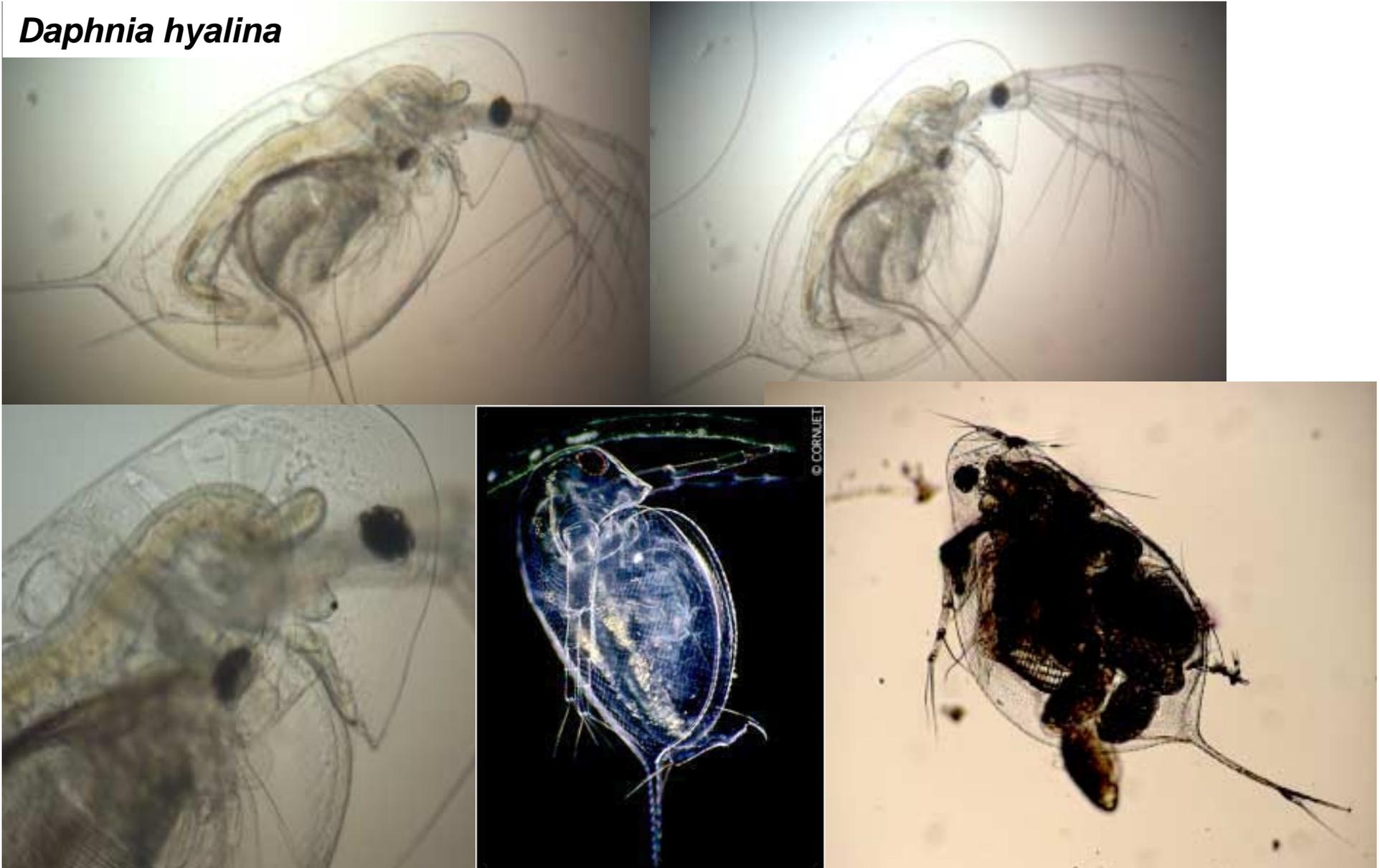
Cyclops prealpinus

100 µm

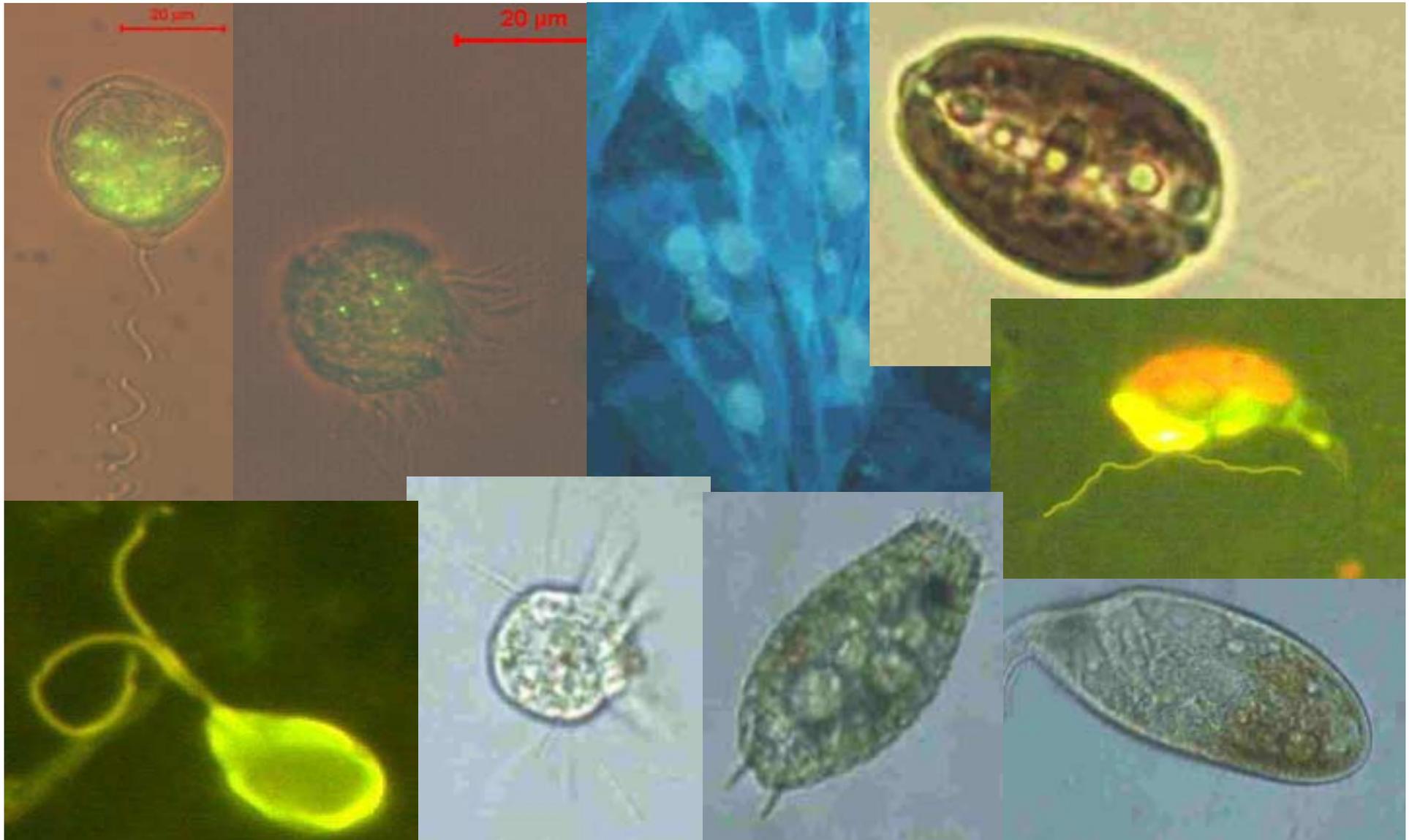
Chair saumonée des poissons

Quelques cladocères

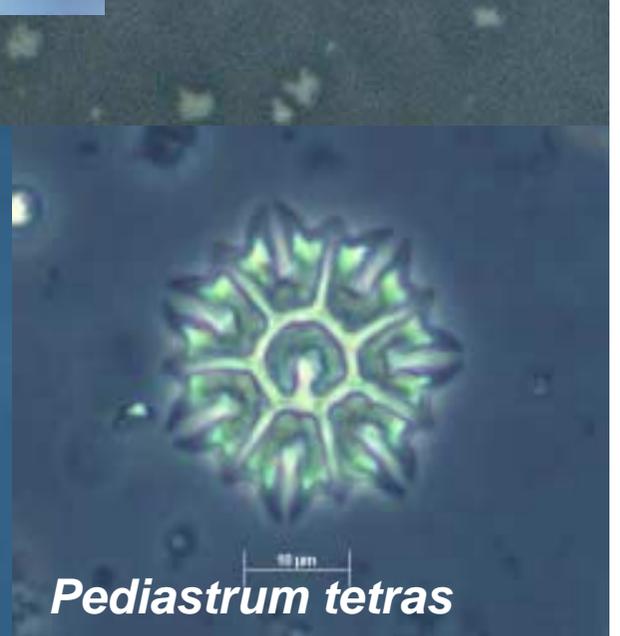
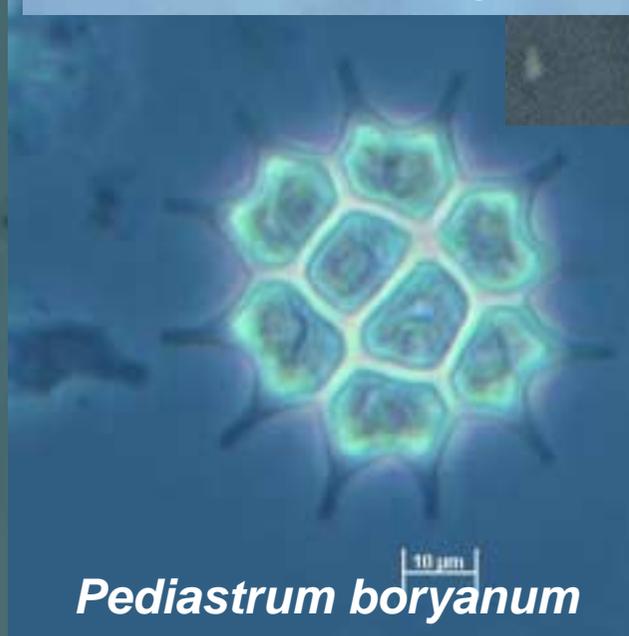
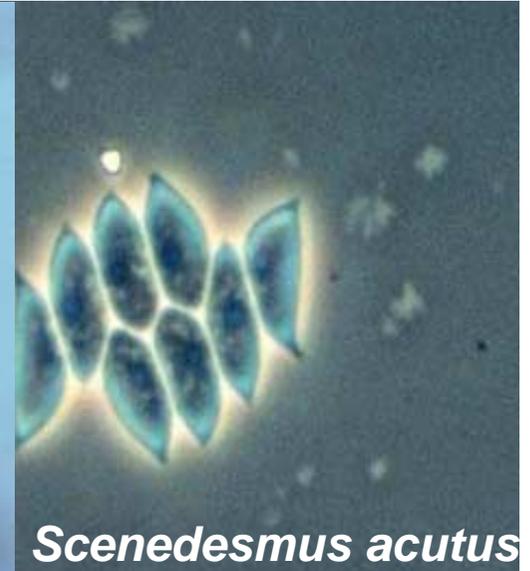
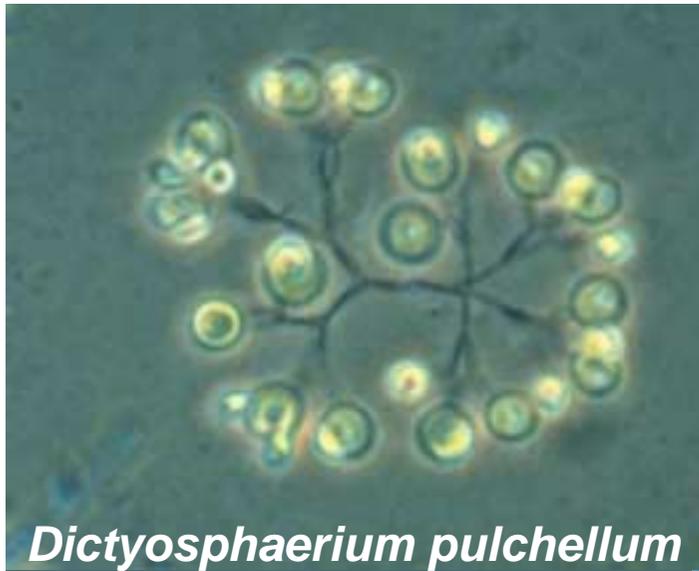
Daphnia hyalina



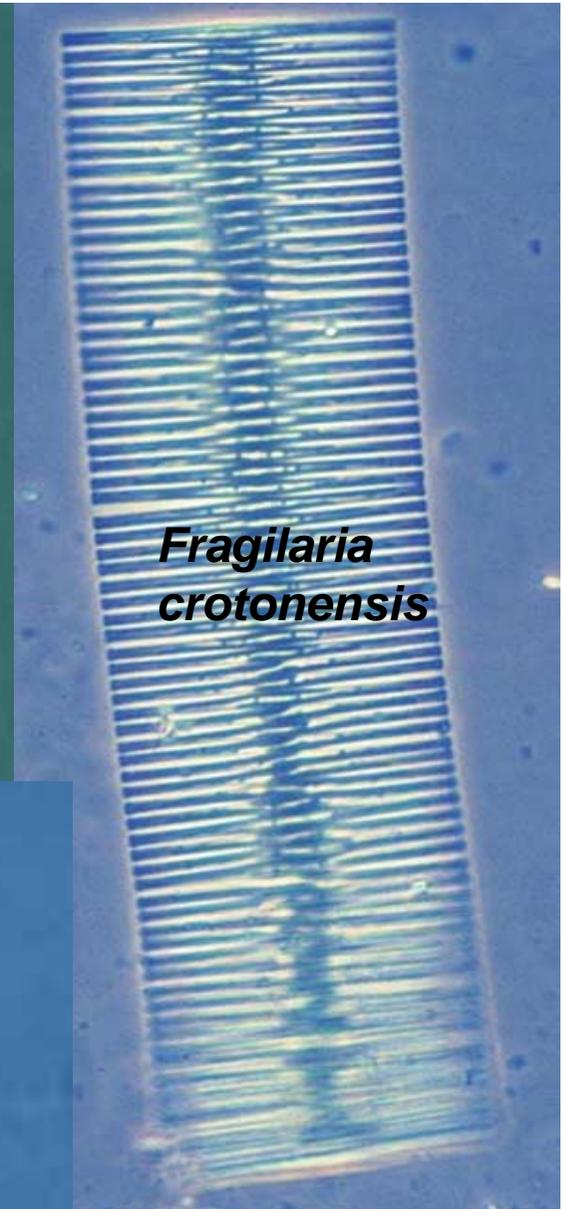
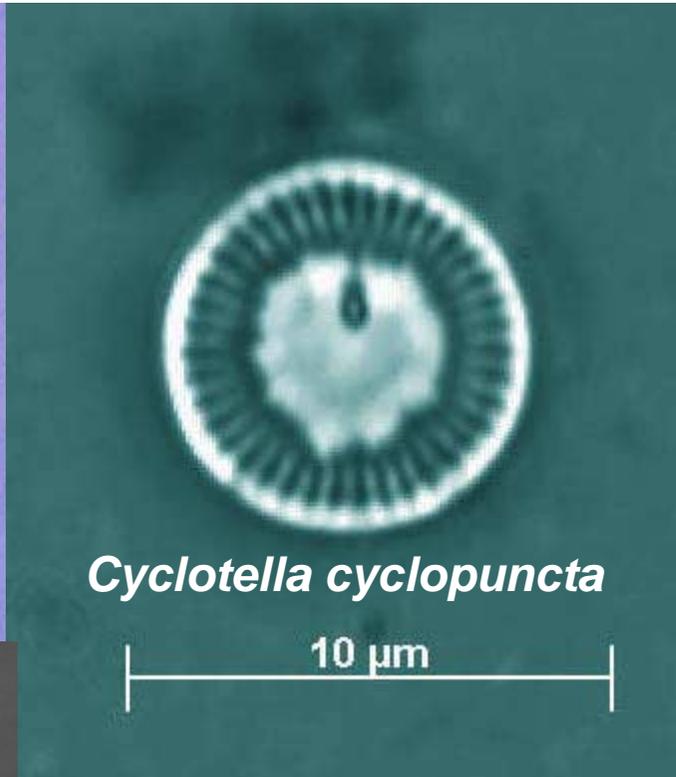
Quelques flagellés et ciliés



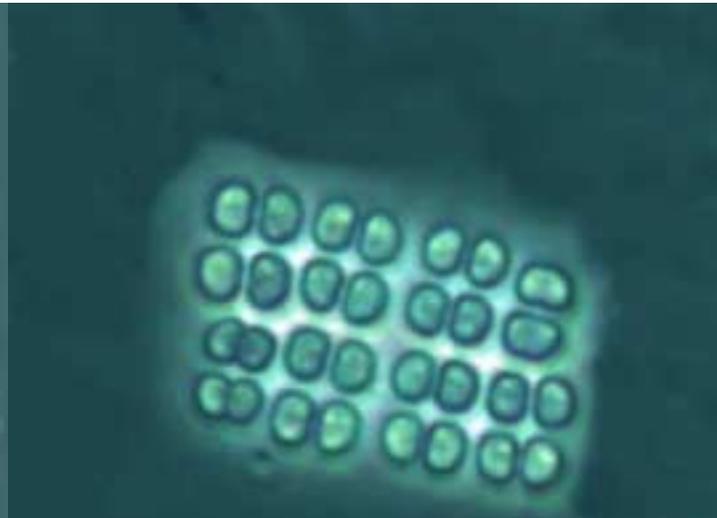
Quelques chlorophycées



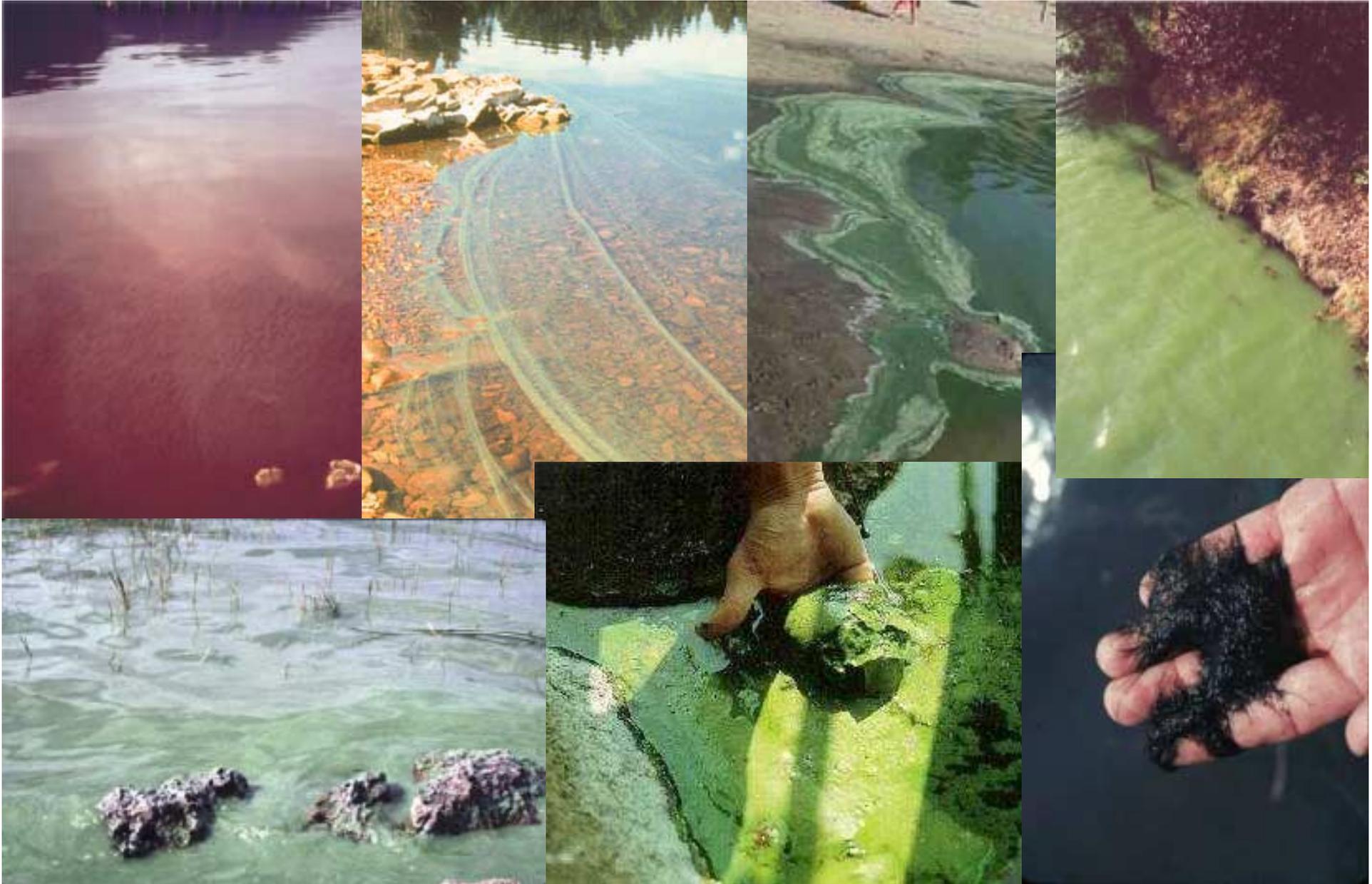
Quelques diatomées



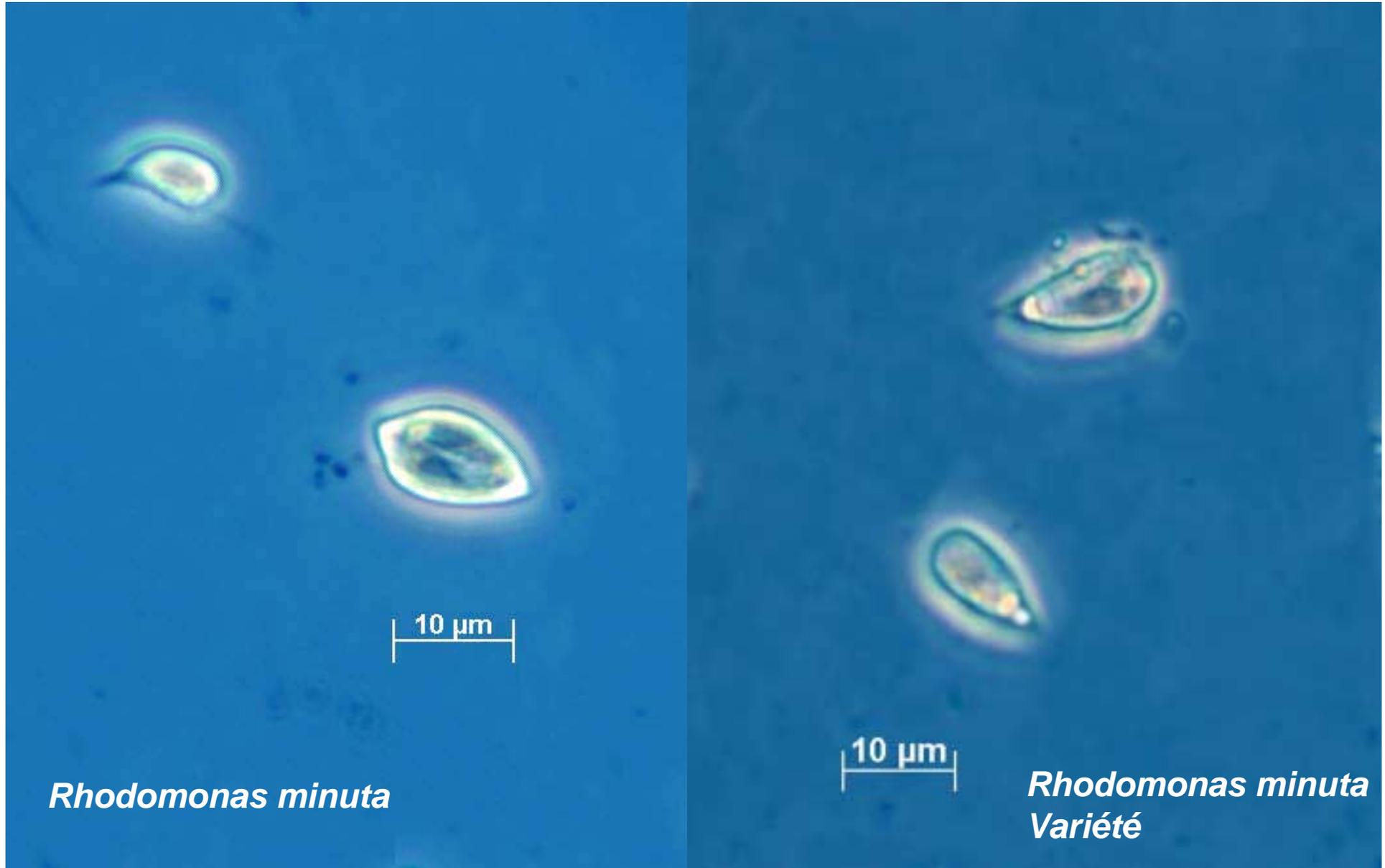
Quelques cyanobactéries



Quelques cyanobactéries



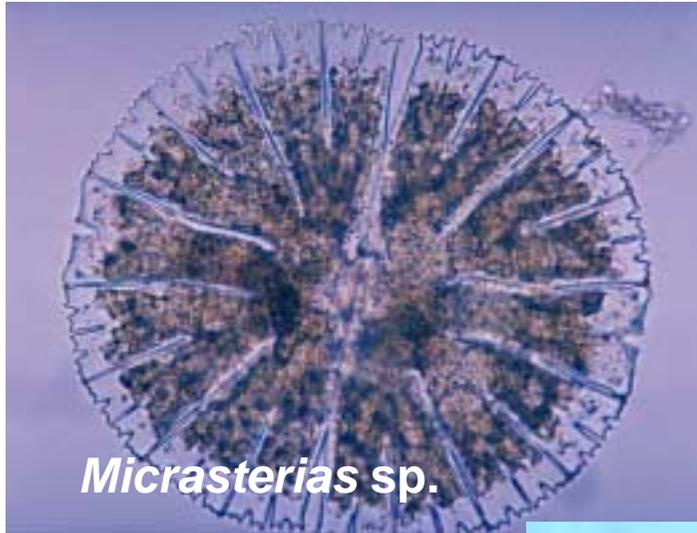
Quelques cryptophycées



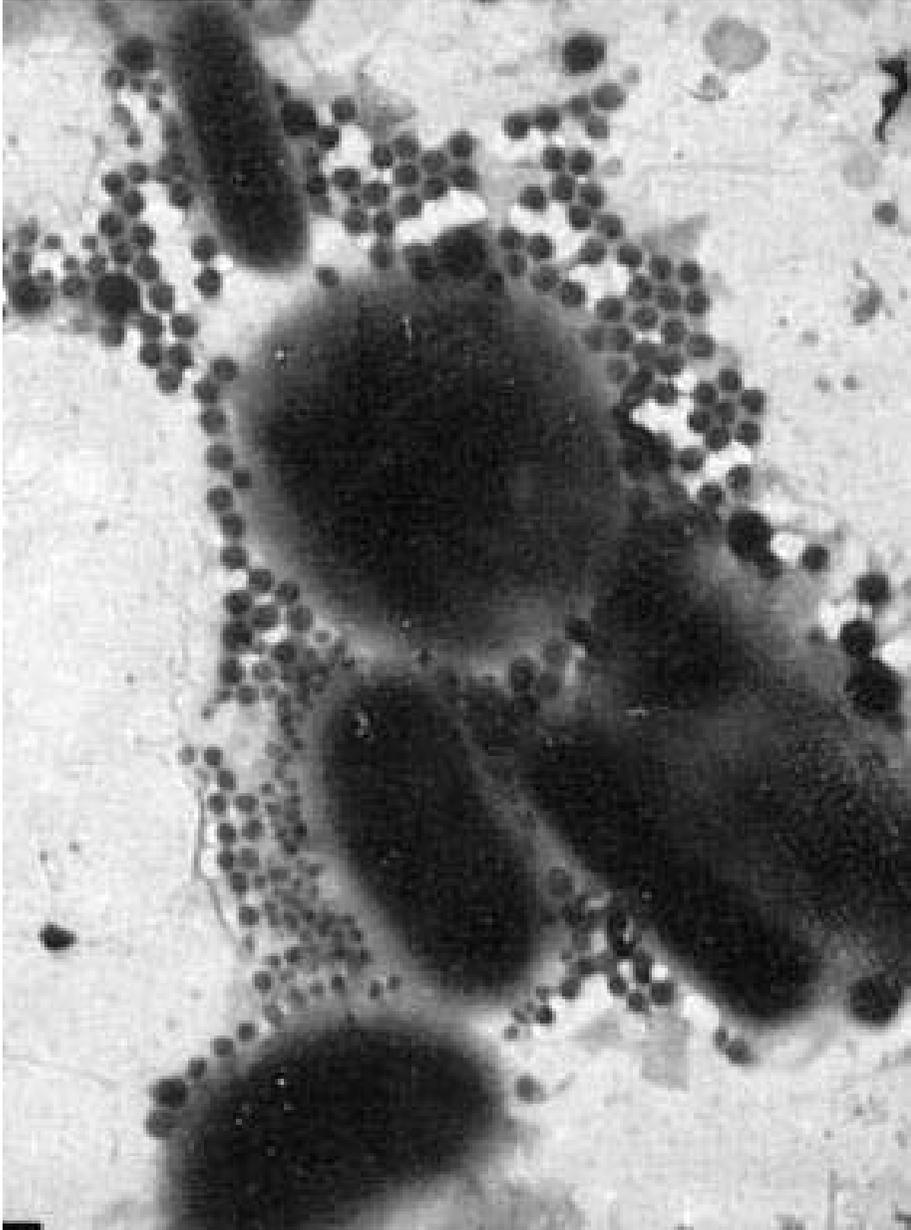
Quelques chrysophycées



Quelques desmidiacées



Quelques virus et bactéries



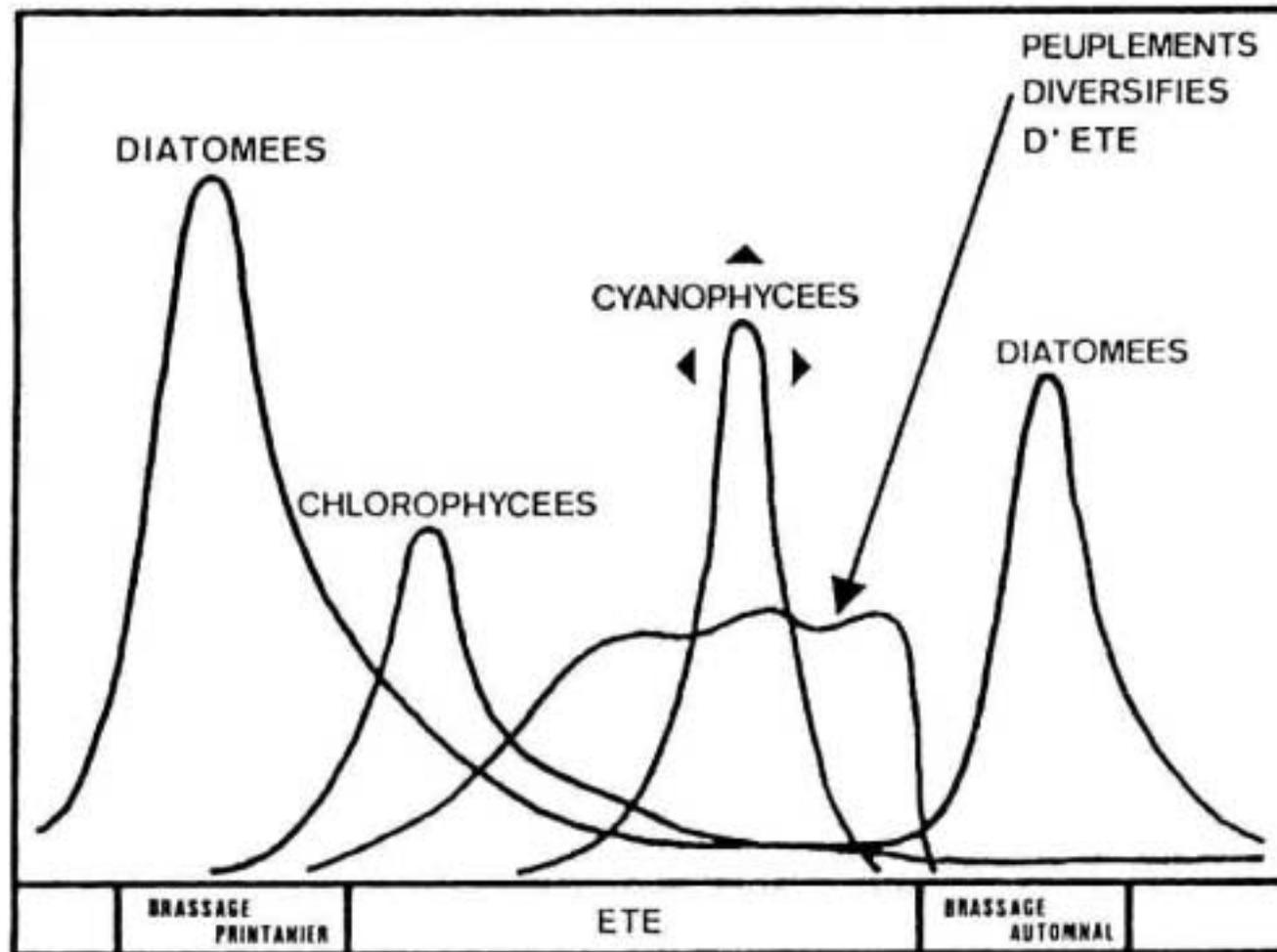
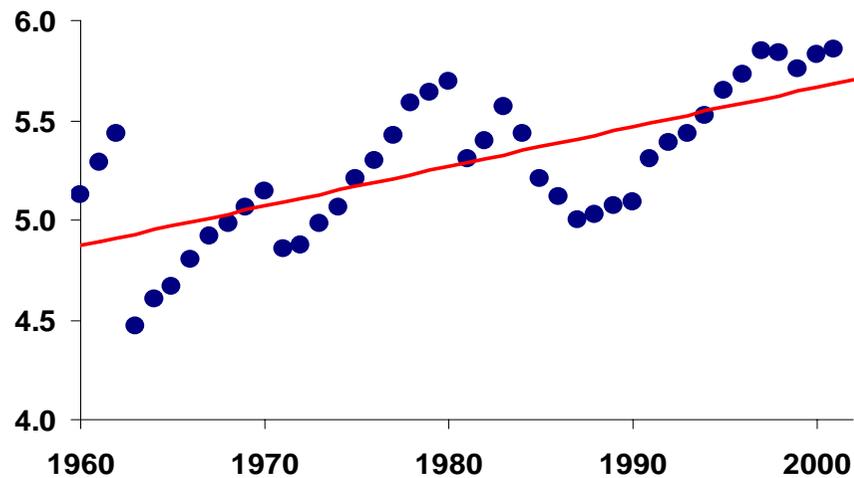


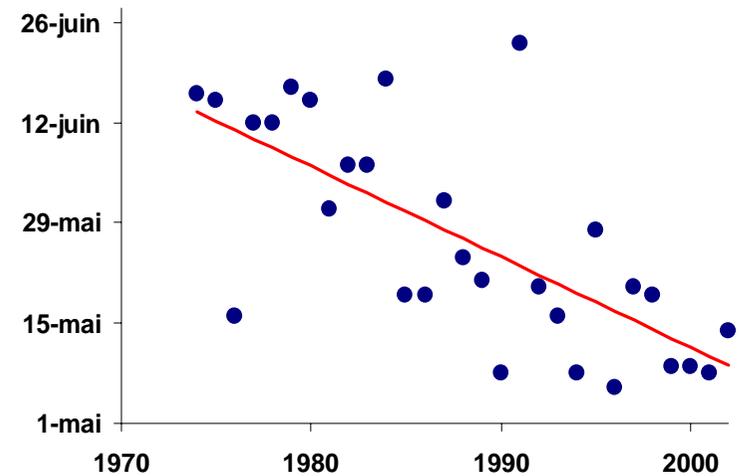
Figure 14.1.

Représentation schématique de la succession saisonnière des principaux groupes phytoplanc-
toniques dans les lacs de la zone tempérée (d'après Stewart & Wetzel 1986).

Evolution des dynamiques planctoniques au cours d'une réoligotrophisation sur un fond de réchauffement climatique



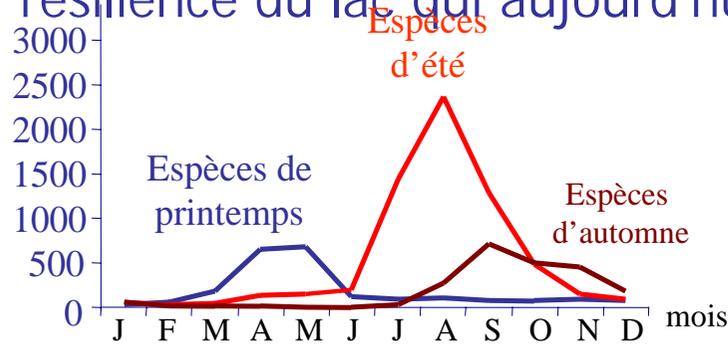
Moyennes annuelles des températures au fond du lac



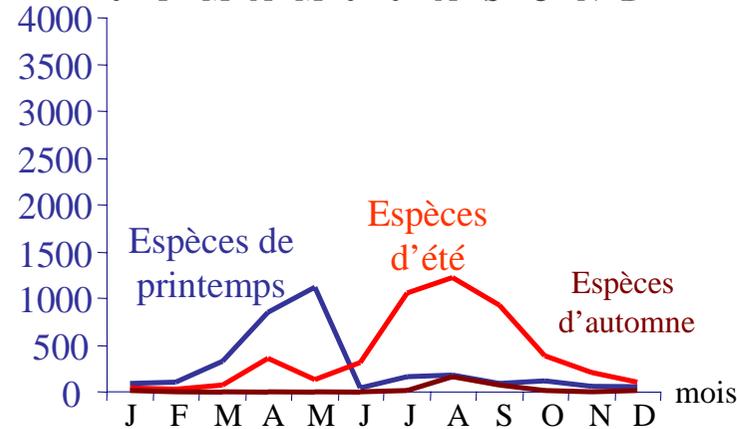
Date du début de stratification thermique

Pour le phytoplancton, le scénario dégagé rend compte d'une évolution plus saltatoire que régulière, soulignant la résilience du lac qui aujourd'hui pose problème, mais..

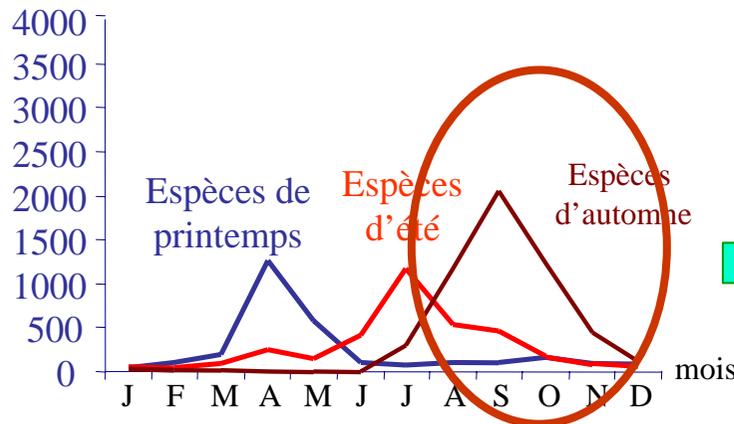
Jusqu'en 1985



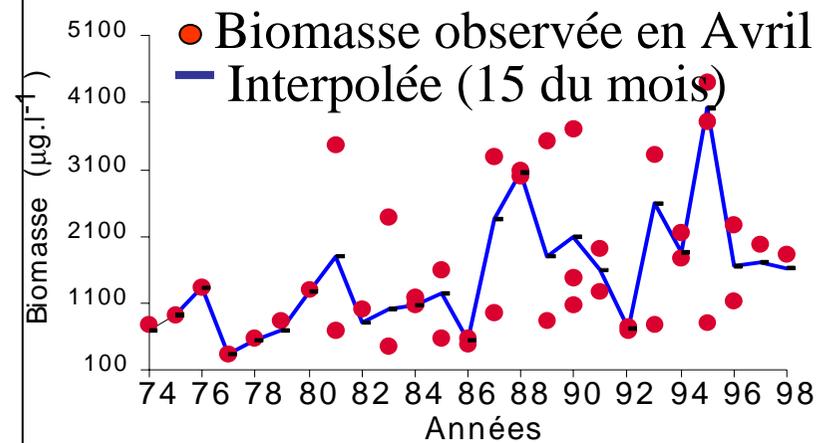
Période 1986-1991



Période 1988-à nos jours



➤ La **cinétique** du développement vernal tend à **s'accélérer**

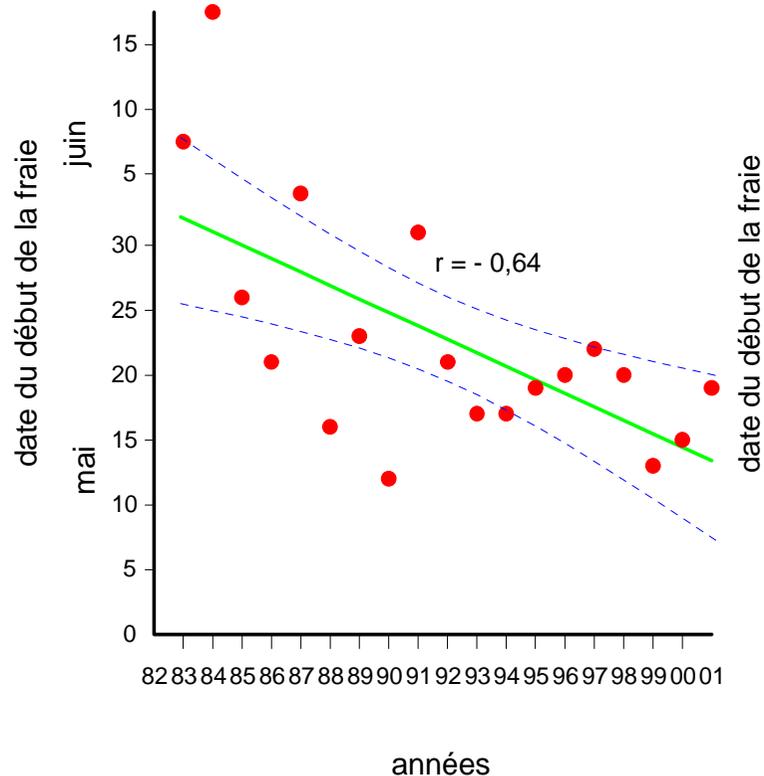


➤ Et les espèces indésirables, initialement automnales, sont revenues en force depuis 1988, et **s'accroissent de + en plus tôt** au cours de l'été

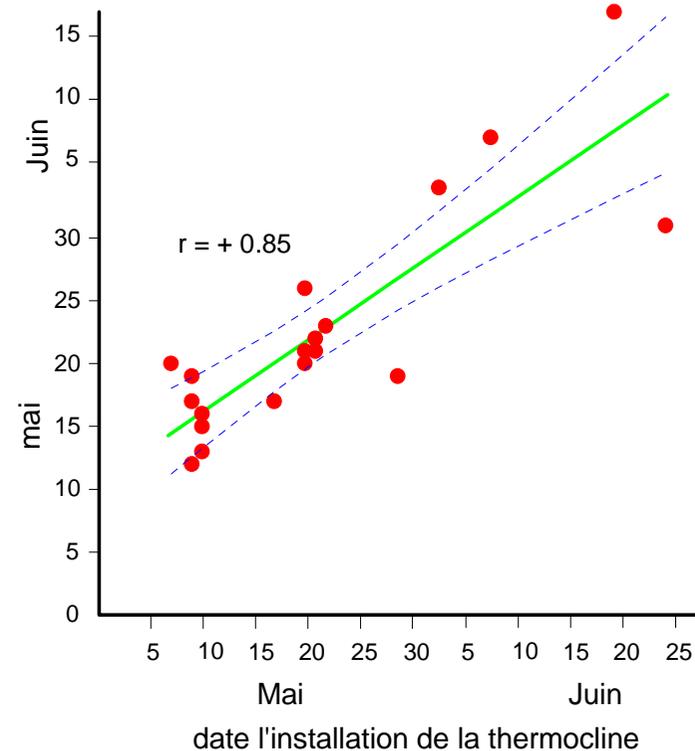
L'accélération de la phénologie saisonnière, avec, éventuellement disparition de certaines étapes (cas du phyto) se retrouve aussi chez le poisson..

Avec par ex. avancement de la période de ponte, chez le gardon et même le corégone, pourtant une espèce d'eau froide

Evolution de la date du début de la fraie du gardon dans le Léman de 1983 à 2001.



Corrélation entre la période de ponte du gardon et l'installation de la thermocline dans le léman.



En 1476 eut lieu la bataille de Morat (Suisse) au cours de laquelle les troupes de Charles le Téméraire furent défaites et précipitées dans le lac du même nom. A la suite de quoi le lac devint rouge, couleur attribuée à la remontée du « **Sang des Bourguignons** » et due, en fait, à la prolifération de la cyanobactérie *Planktothrix rubescens*



Pourquoi les cyanobactéries « gagnent » souvent lorsqu'elles sont en situation de compétition ?

Contrôle des communautés phytoplanctoniques

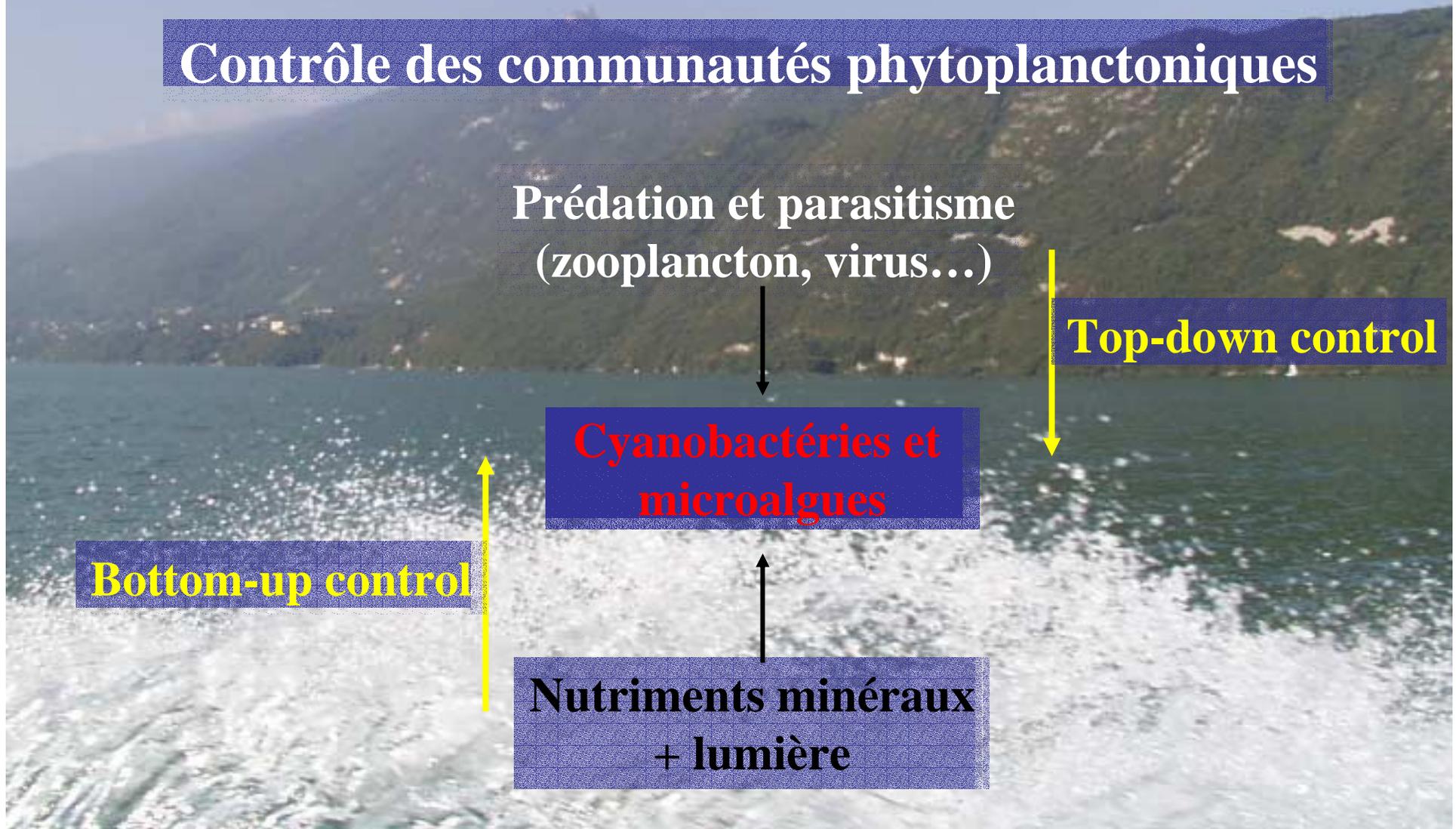
Prédation et parasitisme
(zooplancton, virus...)

Top-down control

Cyanobactéries et
microalgues

Bottom-up control

Nutriments minéraux
+ lumière



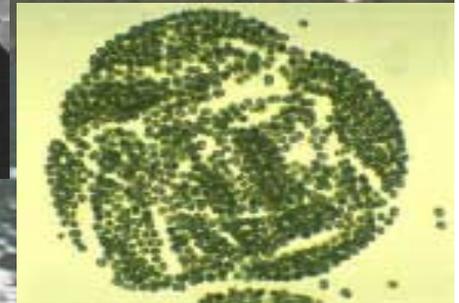
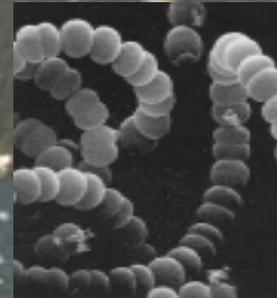
Pourquoi les cyanobactéries « gagnent » souvent lorsqu'elles sont en situation de compétition ?

- Contrôle de la flotabilité
- Présence de cellules spécialisées (hétéocystes, akinètes)
- Capacité de faire des réserves
- Pigments accessoires (phycoérythrine, ...)

- Organisation multi-cellulaire (filaments, colonies)
- Faible qualité nutritionnelle
- Synthèse de toxines



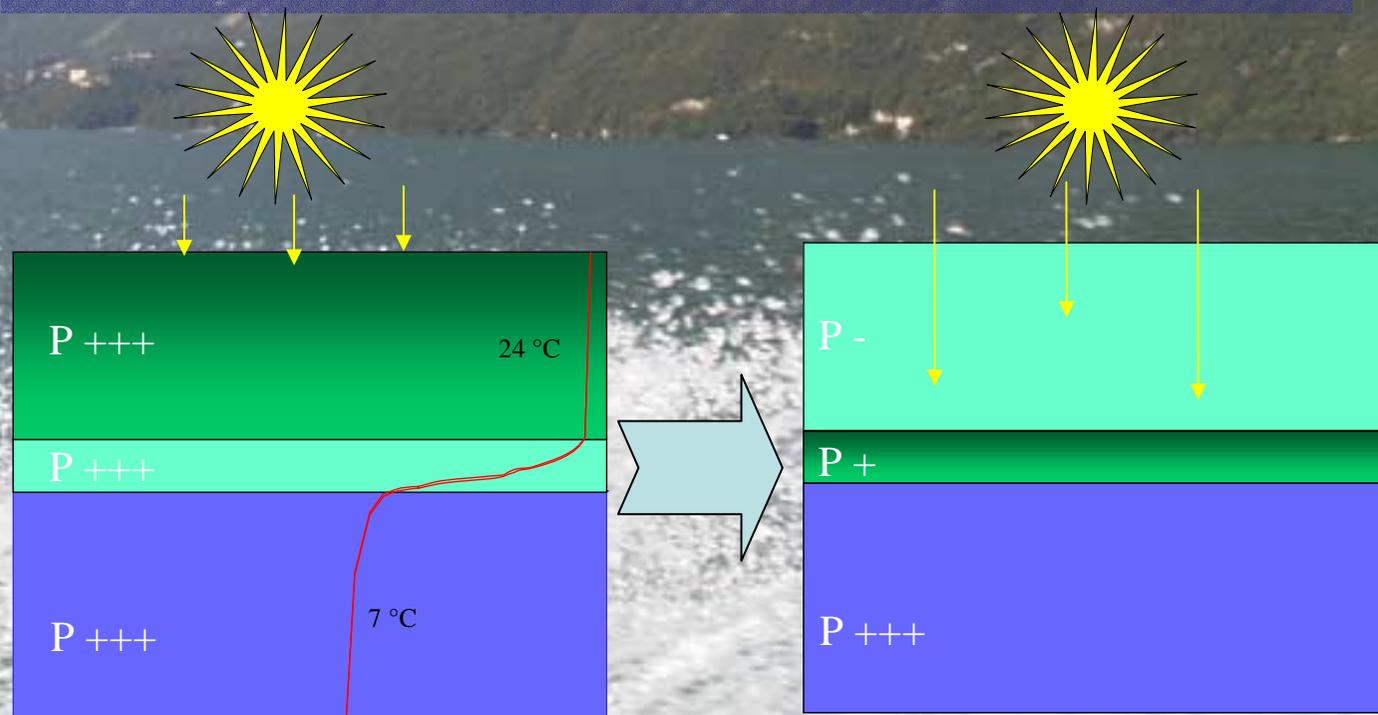
Utilisation lum / nuts

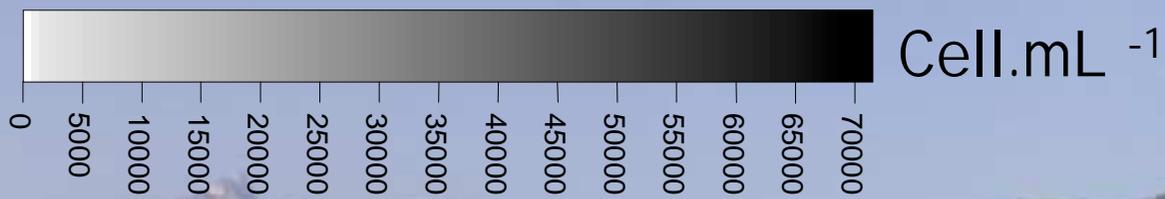


Défense contre les prédateurs

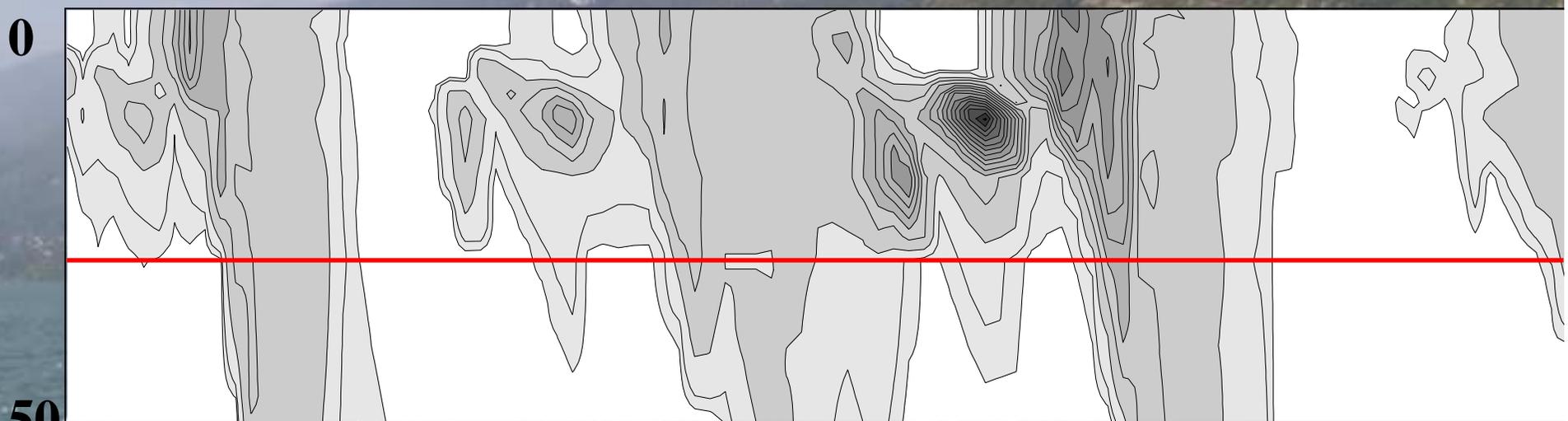
Le cas particulier de *P. rubescens* dans le Bourget

- adapté à faible lumière, faible conc. nutriments
- capacité de réserve et de photo-hétérotrophie
- été tardive – espèce automnale
- requiert une colonne d'eau stable
- capable de réguler sa flottabilité
- filamenteuse & toxique : faible pression des prédateurs
- probablement peu affecté par la lyse virale
- ...





Prof (m)



**Juillet
1999**

**Juillet
2000**

**Juillet
2001**

**Juillet
2002**



Un scénario réaliste ?

Influence climatique
=
Hivers et printemps plus chauds

Pression humaine
=
Réduction de P

Avance du bloom printanier
& du dévelop. zooplanctonique

Eaux de surface
dépourvues de P

=
Avance du déclin des populations
& avance de la phase d'eaux claires

=
Enfoncement des populations
& la zone dépourvue de P

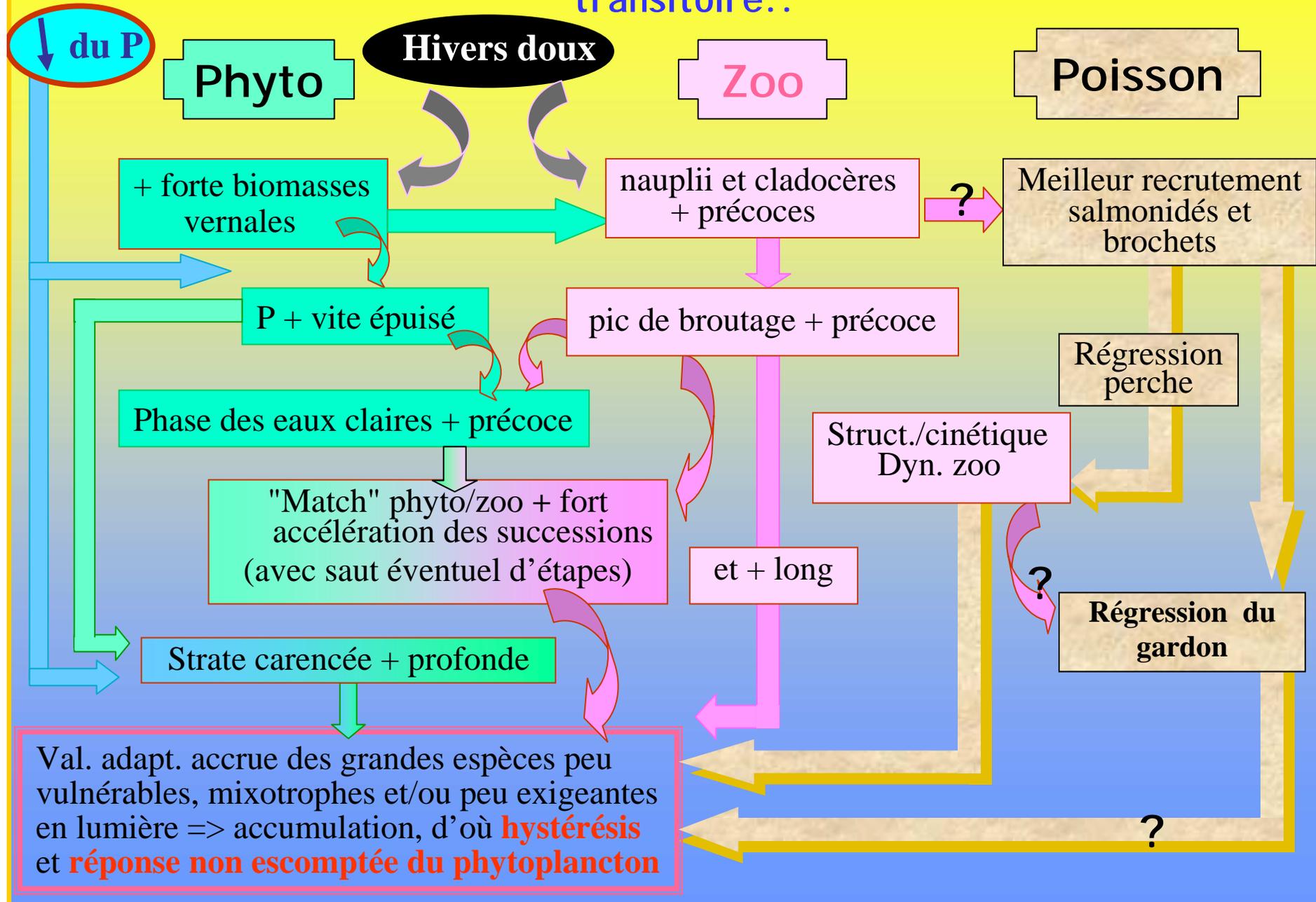
Espèces très compétitives pour
ce nouvel environnement :
faible nutriment, faible lumière, stabilité

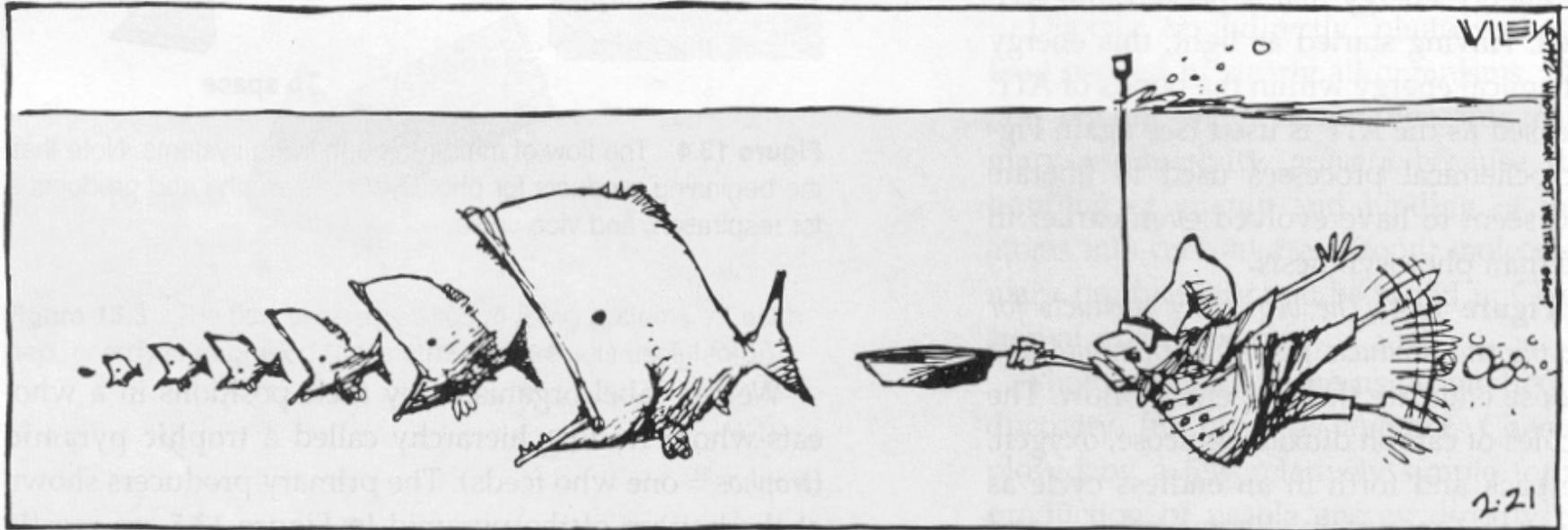
Bourget, Léman,
Zurich, ...

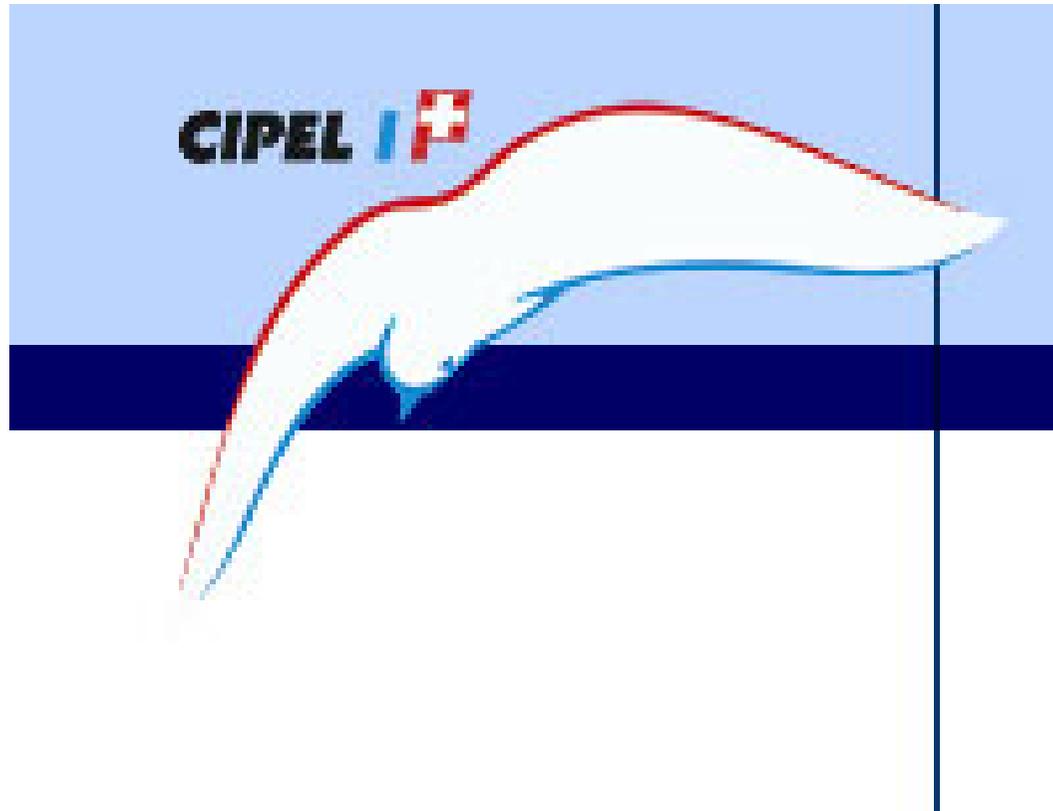
Planktothrix rubescens

pas ou peu broutée

La synergie entre ré-oligotrophisation et douceurs hivernales semble responsable de la situation actuelle, inattendue mais transitoire..







La CIPEL est une Commission franco-suisse chargée de surveiller l'évolution de la qualité des eaux du lac Léman, du Rhône et de leurs affluents. Elle recommande les mesures à prendre pour lutter contre la pollution, contribue à coordonner la politique de l'eau à l'échelle du bassin lémanique et informe la population

<http://www.cipel.org/>

UMR CARRTEL

**Centre Alpin de Recherche sur les Réseaux Trophiques
des Ecosystèmes Limniques**

**Station INRA d'Hydrobiologie Lacustre - Université de Savoie
75 avenue de Corzent - BP 511 - 74203 Thonon-les-Bains Cedex**

Tel: 04 50 26 78 00

<http://www.thonon.inra.fr>



Centre Alpin de Recherche sur les Réseaux Trophiques et Ecosystèmes Limniques