



Les Réseaux Trophiques Microbiens

Structure et Facteurs de contrôle

Le cas du lac du Bourget

Domaizon Isabelle

Personnic S., Dorigo U., Comte J., Duhamel S., Lepère C. *, Mbade Sene A., Sime Ngando T. *, Debroas D. *, Leberre B., Millery A., Perney P., Fontvieille D.

Jacquet Stéphane

UMR 42 CARTEL INRA Thonon les Bains - Université de Savoie Le Bourget du Lac

* UMR CNRS 6023 Laboratoire Biologie des Protistes Université Blaise Pascal Clermont II

LES ACTEURS des Réseaux Trophiques Microbiens

Des groupes fonctionnels variés définis en fonction de la taille et de la 'fonction trophique' des organismes

Picoplancton
0.2- 3 µm

Nanoplancton
3- 20 µm

Microplancton
20 – 200 µm

Bactéries hétérotrophes



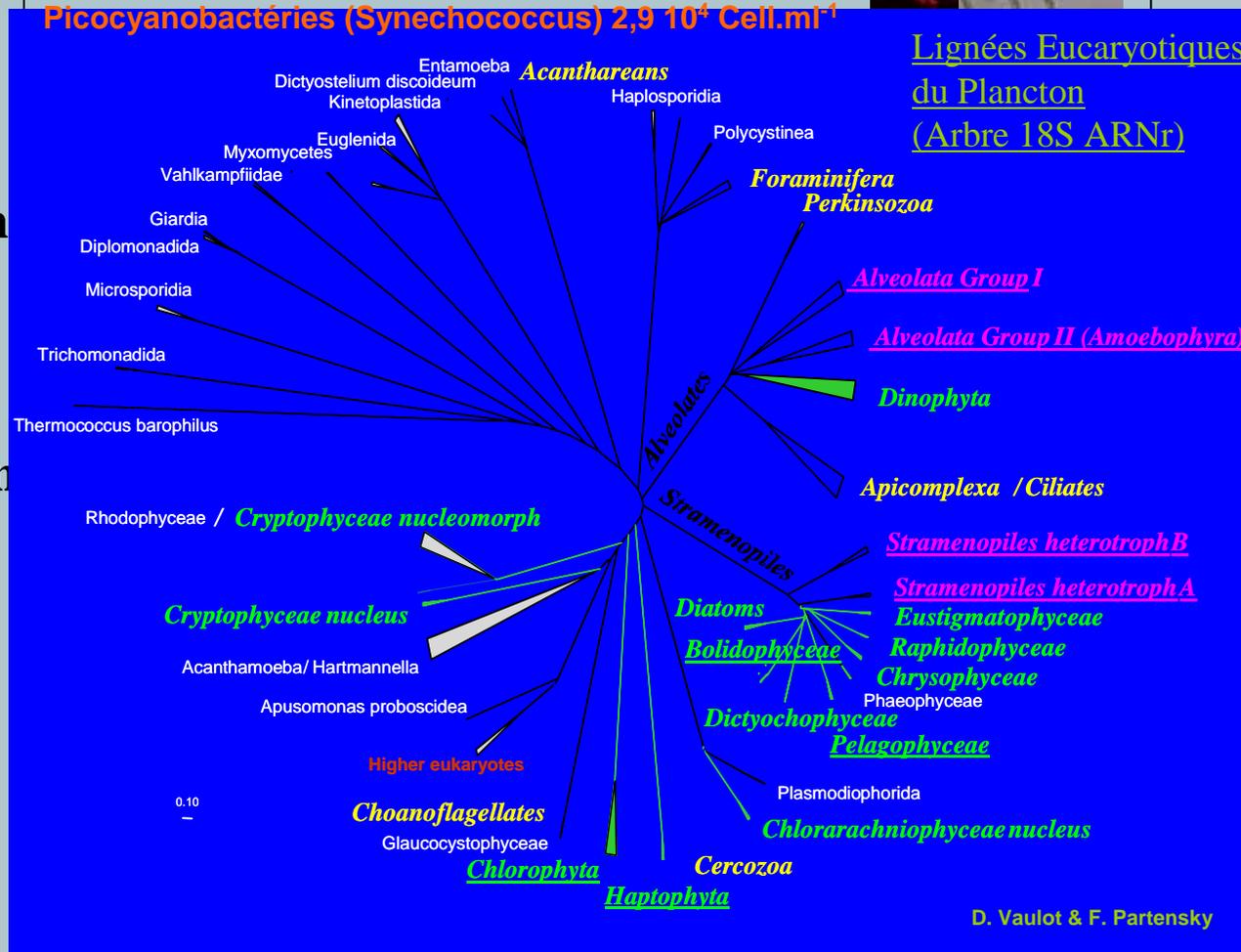
2,6 10⁶ Cell.ml⁻¹

Eubactéries
Archae

Bactéries pigmentées = cyanobactéries



Picocyanobactéries (*Synechococcus*) 2,9 10⁴ Cell.ml⁻¹



Eucaryotes
Unicellulaires

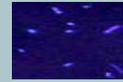
Cryptophytes
Dinophytes
Glaucophytes
Straménopiles
Haptophytes,
Choanoflagellés
Ciliés...

LES ACTEURS des Réseaux Trophiques Microbiens

Des groupes fonctionnels variés définis en fonction de la taille et de la 'fonction trophique' des organismes

Picoplancton
0.2- 3 µm

Bactéries hétérotrophes



2,6 10⁶ Cell.ml⁻¹

Bactéries pigmentées : cyanobactéries

Picocyanobactéries (*Synechococcus*) 2,9 10⁴ Cell.ml⁻¹

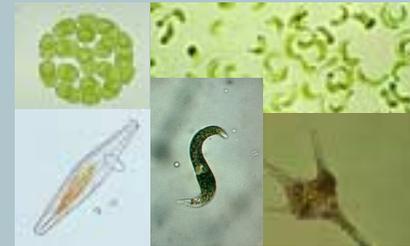


Eubactéries
Archae

Nanoplancton
3- 20 µm

Unicellulaires autotrophes

Pico – nano- micro-algues



Eucaryotes
Unicellulaires

Microplancton
20 – 200 µm

Flagellés

Hétérotrophes, mixotrophes

9,7 10² Cell.ml⁻¹



Cryptophytes
Dinophytes
Glaucophytes
Straménopiles
Haptophytes,
Choanoflagellés
Ciliés...

Ciliés

Hétérotrophes, mixotrophes

16 Cell.ml⁻¹

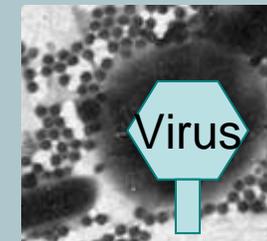


6,5 10⁷ Cell.ml⁻¹

Et aussi :

Rhizopodes Actinopodes

Champignons ... Héliozoaires => 145 cell.ml⁻¹



ORGANISATION et IMPORTANCE ECOLOGIQUE des Communautés Microbiennes

Des organismes

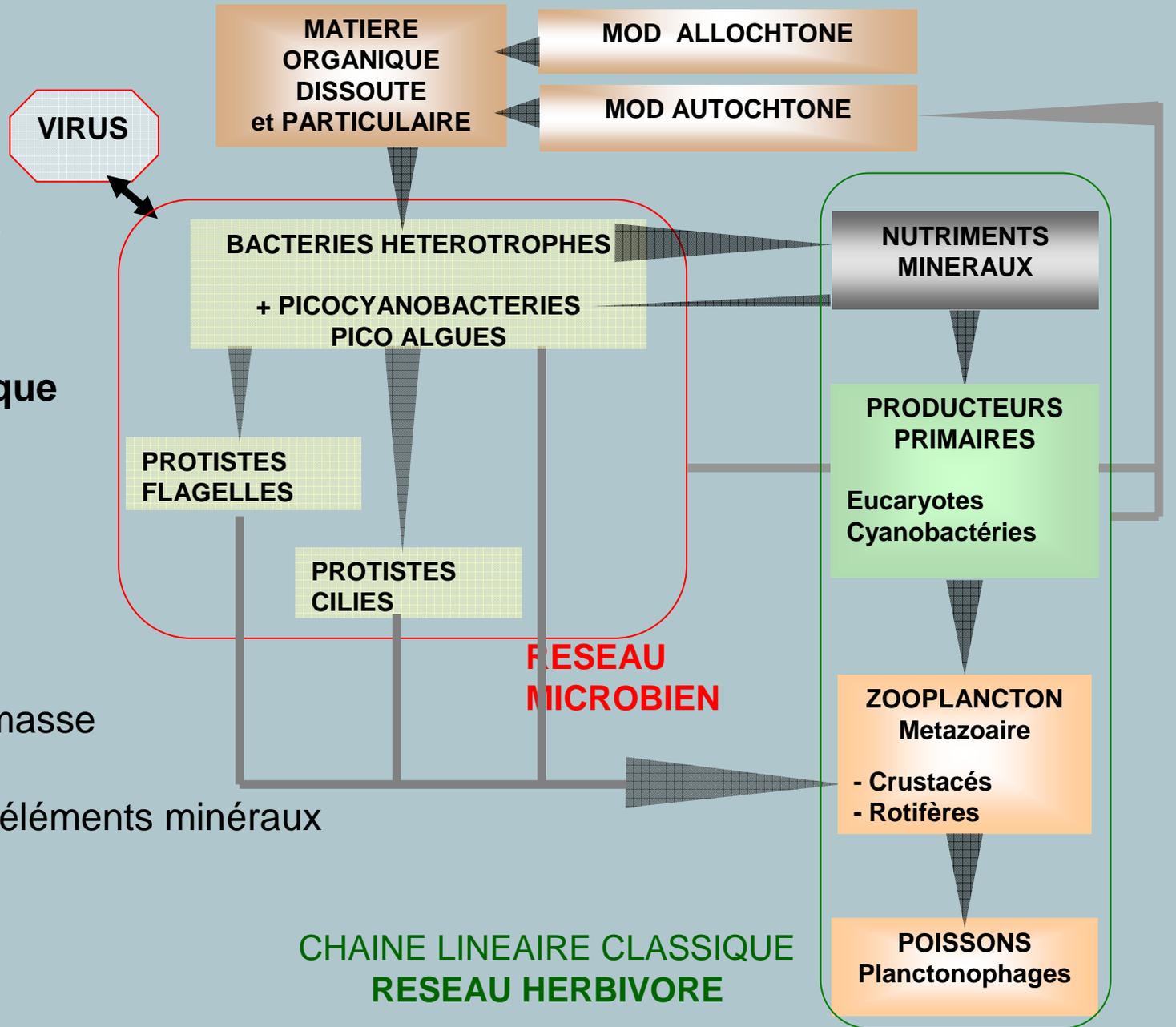
▪ Abondants, dominants en biomasse

▪ Diversifié sur le plan génétique et fonctionnel

▪ clés pour le fonctionnement de l'écosystème :

- Production de biomasse

- Régénération des éléments minéraux



**CHAINE LINEAIRE CLASSIQUE
RESEAU HERBIVORE**

**Evaluer la diversité, la dynamique et les interactions
pour comprendre
le fonctionnement des réseaux trophiques microbiens
et les processus qui déterminent leur structure**

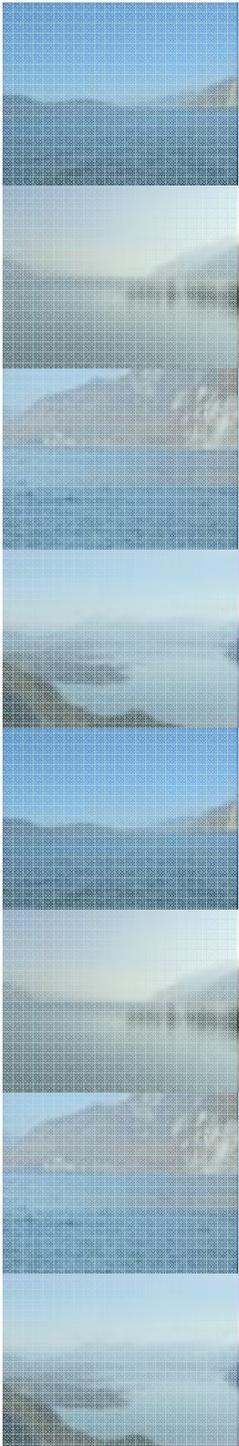
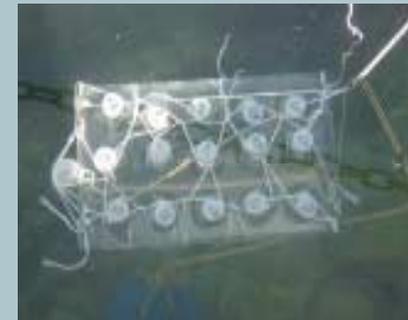
• **Des approches écosystémiques**

*Suivi de la dynamique des
micro-organismes pélagiques (0-50m)*

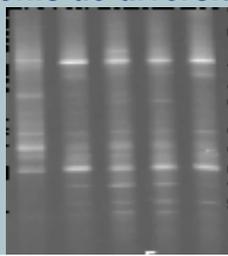
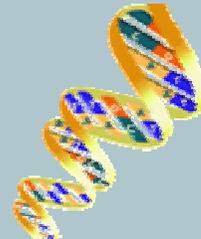
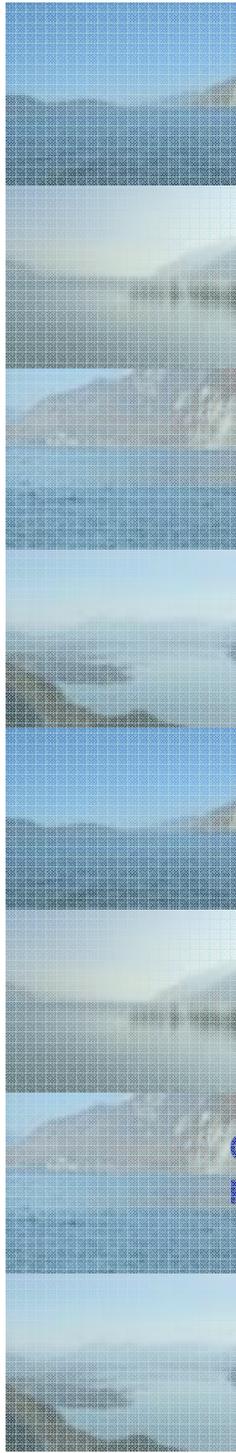
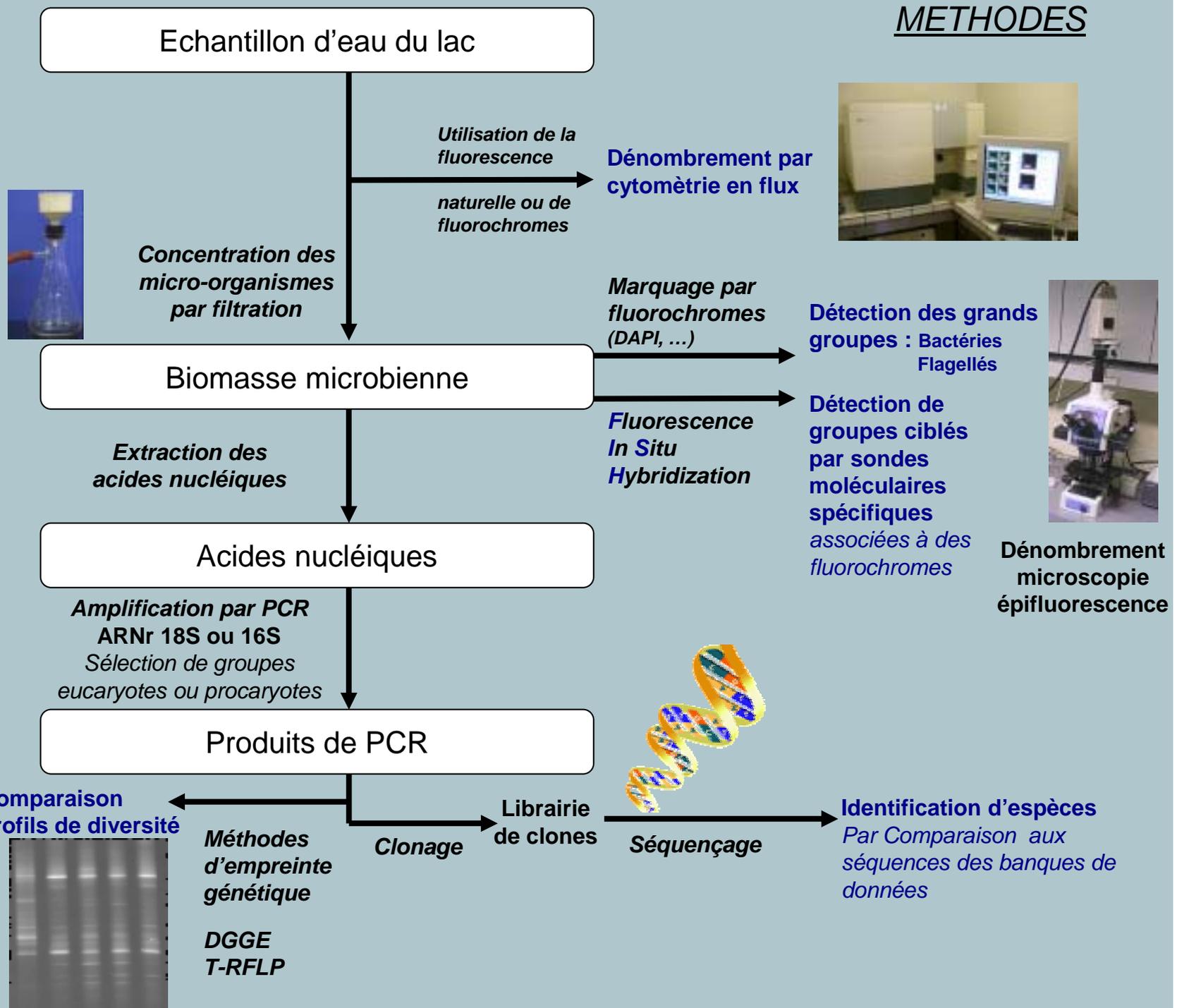


• **Des approches expérimentales *in situ***
en microcosmes

- *Méthode de fractionnement des communautés*
- *Technique de dilution*

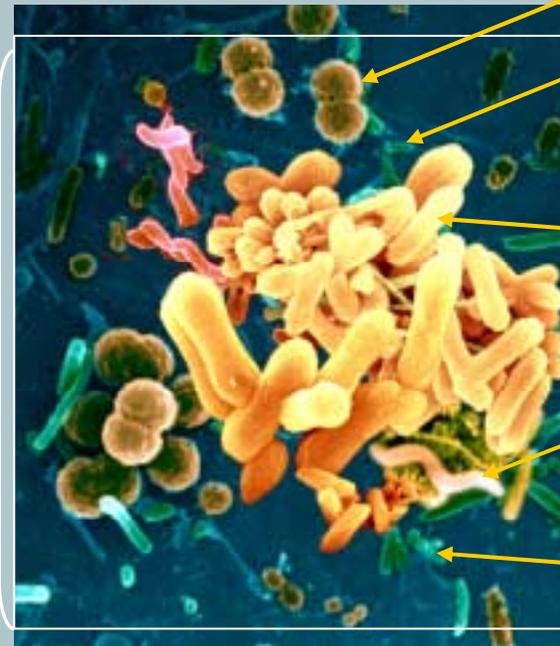
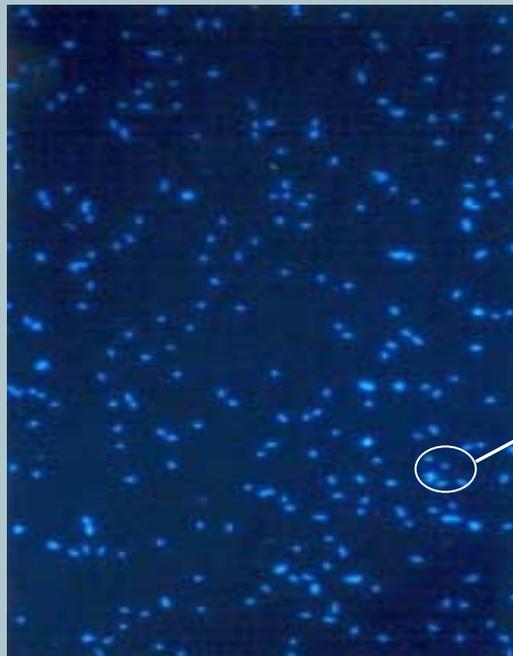


METHODES



DIVERSITE DES COMMUNAUTES MICROBIENNES ?

D'abord identifier pour ensuite comprendre le rôle de chacun



Fortement active

Préférentiellement consommée par les flagellés

Sensible à l'attaque virale

Faiblement active

Peu sensible à l'attaque virale

Image P Gasol Basics Brussels

DIVERSITE DES EUBACTERIES ?

Thèse U. Dorigo

*Comparaison des communautés eubactériennes :
Annecy, Bourget, Léman*

*Etude de la variabilité spatiale de la composition eubactérienne
du lac du Bourget*

DIVERSITE DES EUCARYOTES (< 5 µm) dans la zone épilimnique

T-RFLP, Séquençage

=> **une diversité insoupçonnée**

=> Identification de taxa difficilement caractérisés en microscopie

=> Mise en évidence de l'importance des taxa parasites

Bicosoecida *Siluania monomastiga*
Cafeteria



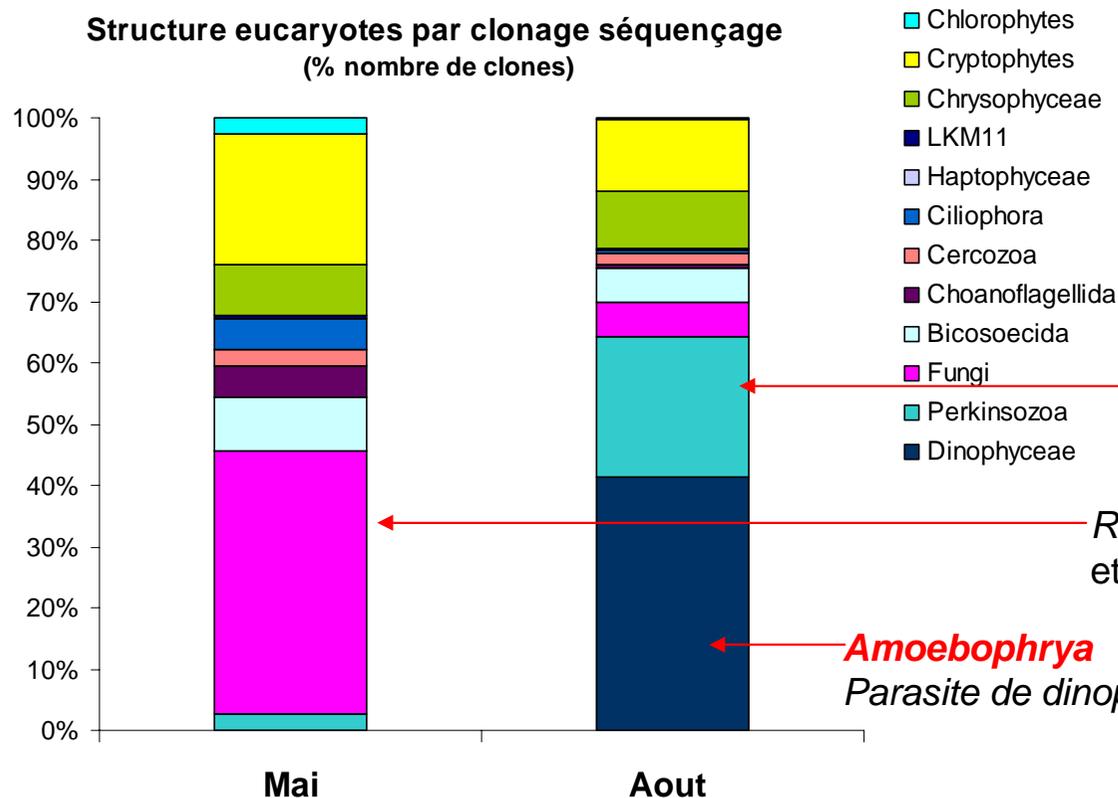
Cercozoa *Cercomonas*



Perkinsozoa *Perkinsus*



Structure eucaryotes par clonage séquençage
(% nombre de clones)



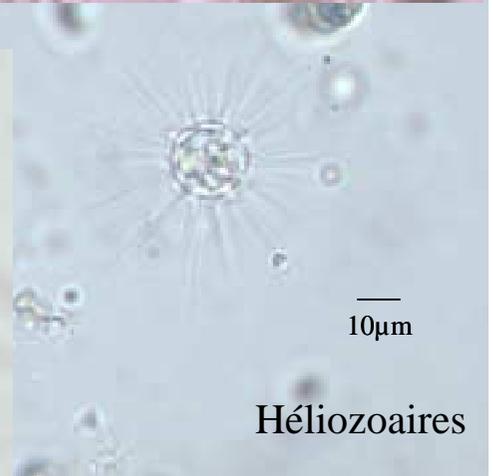
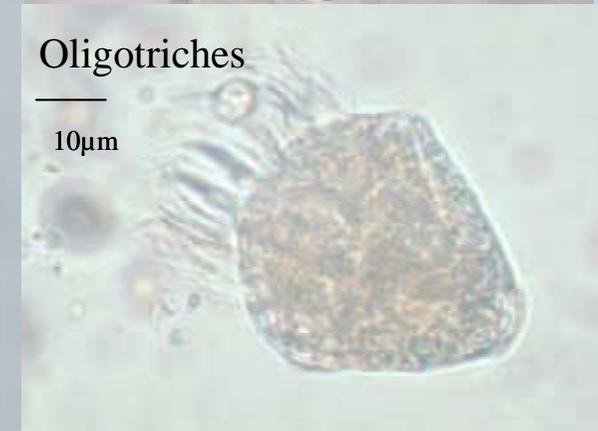
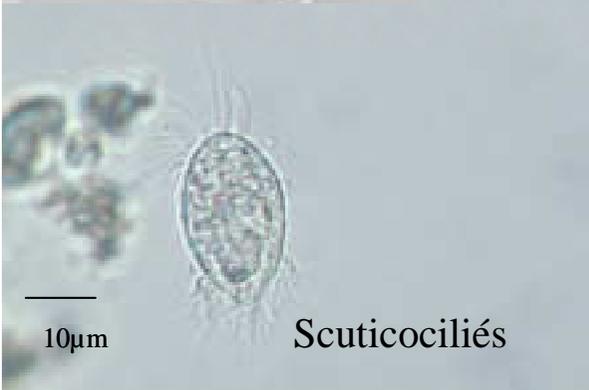
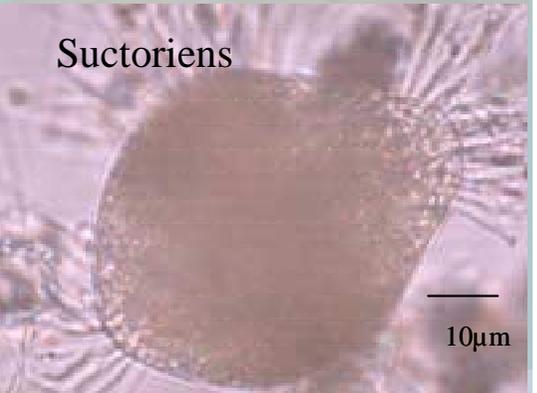
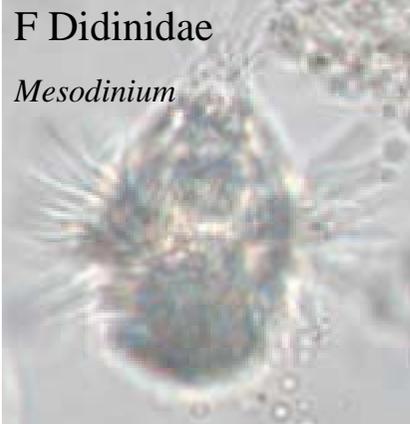
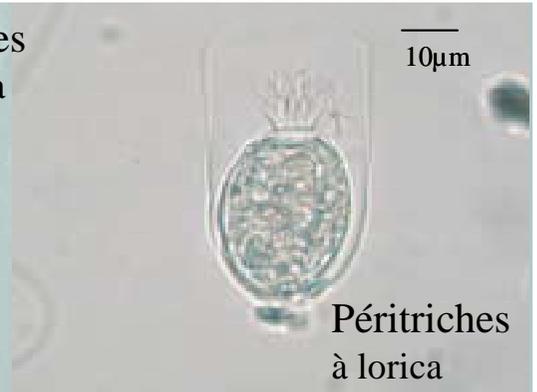
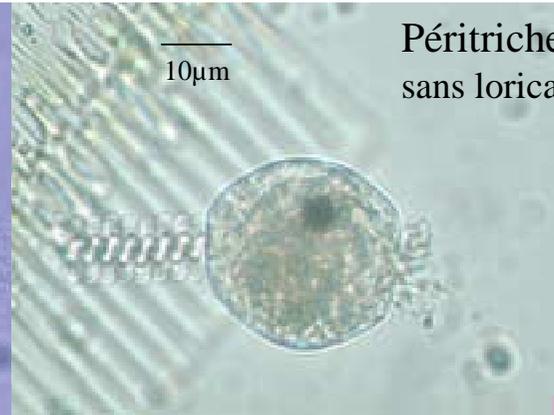
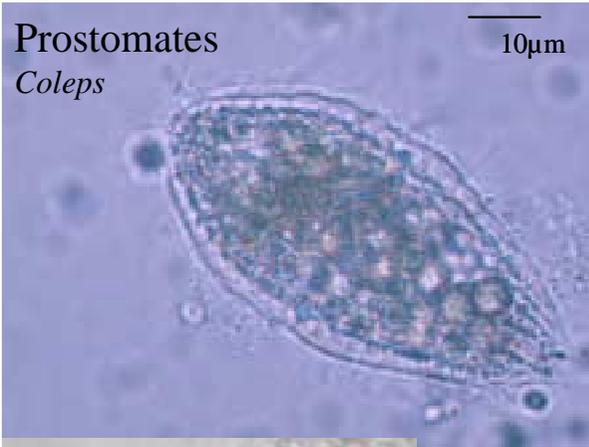
Perkinsozoa
Perkinsus

Rhizophlyctis
et autres **champignons**

Amoebophrya
Parasite de dinophycées, ciliés, diatomées...

QUELQUES RESULTATS

Quelques ciliés et héliozoaires - Lac du Bourget (0-50m)



LES LIENS TROPHIQUES ?

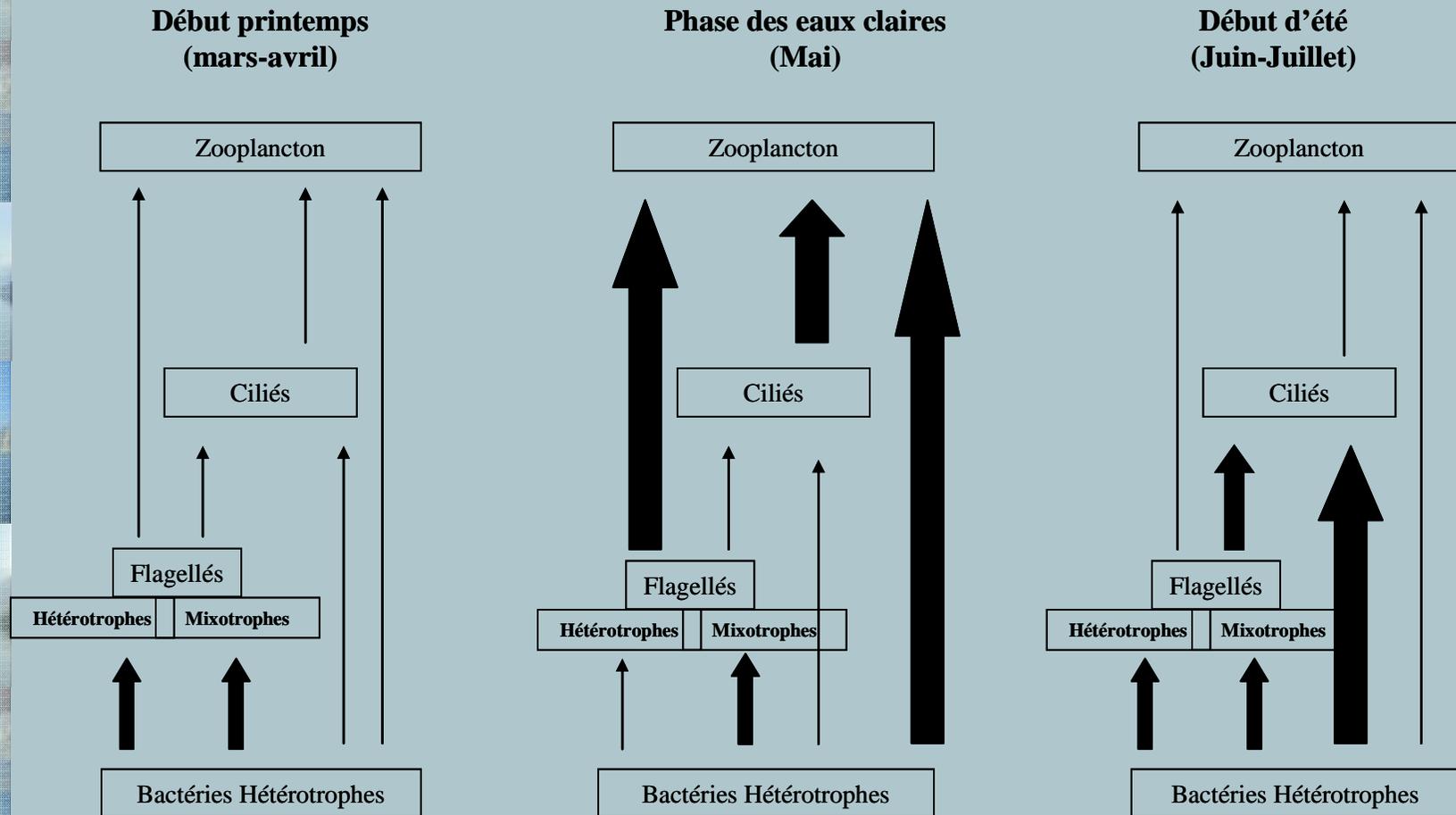
Quelles sont les **interactions trophiques directes** et **effets en cascades** ?

Parce que connaître les voies de circulation du carbone est un pré requis pour comprendre les flux de carbone dans les réseaux pélagiques



✓ Suivi *in situ* des communautés microbiennes

=> Des périodes distinctes dans l'organisation des communautés



QUELQUES RESULTATS

✓ Approche expérimentale de fractionnement des communautés

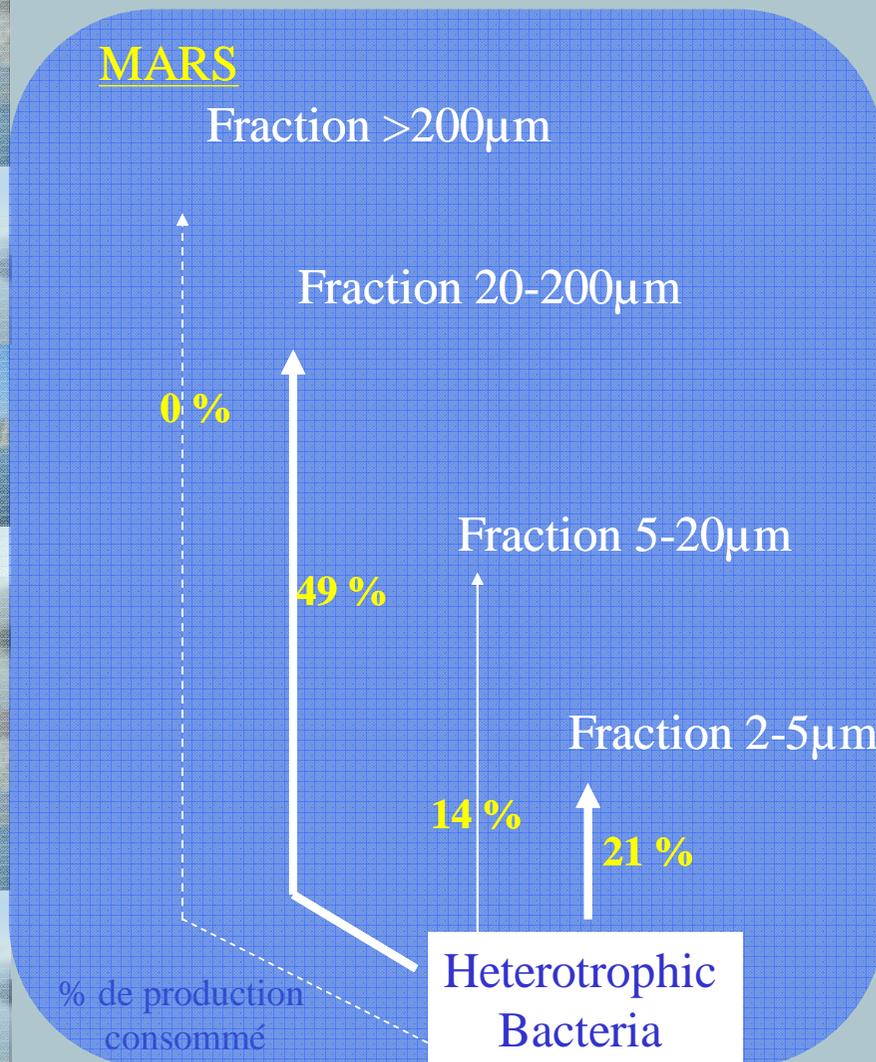
Fraction < 1µm	Fraction < 2 µm	Fraction < 5 µm	Fraction < 20 µm	Fraction < 200 µm	Fraction totale
<i>Virus</i> <i>Bacteria</i>	+ <i>pico</i> <i>plancton</i>	+ <i>petits</i> <i>HNF</i>	+ <i>nano</i> <i>plancton</i>	+ <i>microzoo</i> <i>plancton</i>	+ <i>grand meta</i> <i>zooplancton</i>

Choix des périodes précédemment repérées comme pertinentes

Expérimentation en microcosmes dans l'épilimnion

QUELQUES RESULTATS

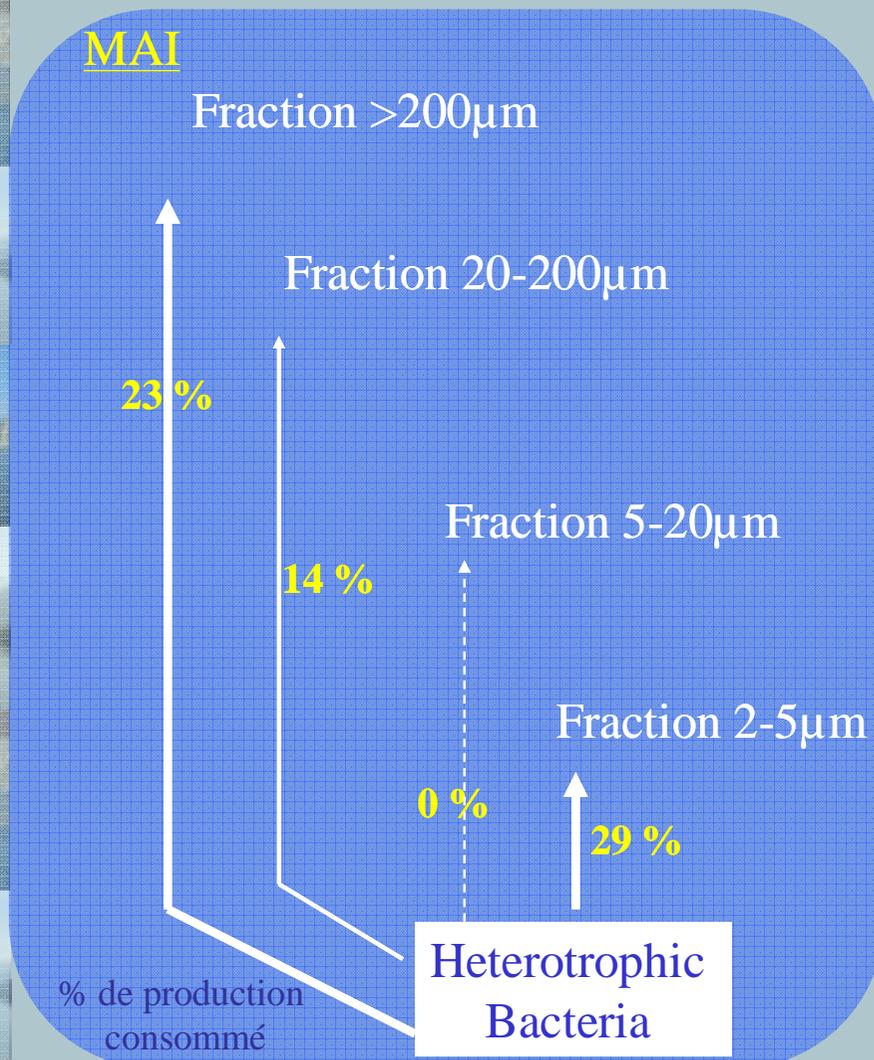
✓ Approche expérimentale de fractionnement des communautés



Fraction < 1µm	Fraction < 2 µm	Fraction < 5 µm	Fraction < 20 µm	Fraction < 200 µm	Fraction totale
Virus Bacteria	+ pico plancton	+ petits HNF	+ nano plancton	+ microzoo plancton	+ grand meta zooplancton

QUELQUES RESULTATS

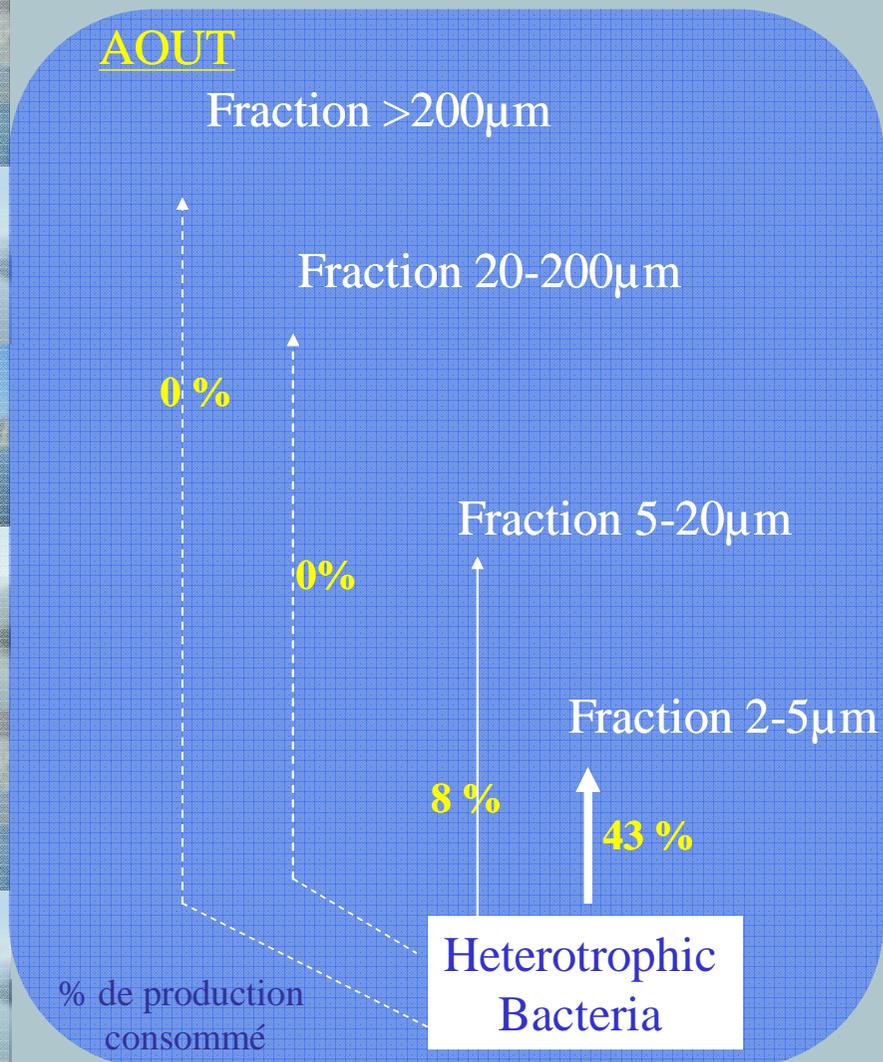
✓ Approche expérimentale de fractionnement des communautés



Fraction $< 1\mu\text{m}$	Fraction $< 2\mu\text{m}$	Fraction $< 5\mu\text{m}$	Fraction $< 20\mu\text{m}$	Fraction $< 200\mu\text{m}$	Fraction totale
Virus Bacteria	+ pico plancton	+ petits HNF	+ nano plancton	+ microzoo plancton	+ grand meta zooplancton

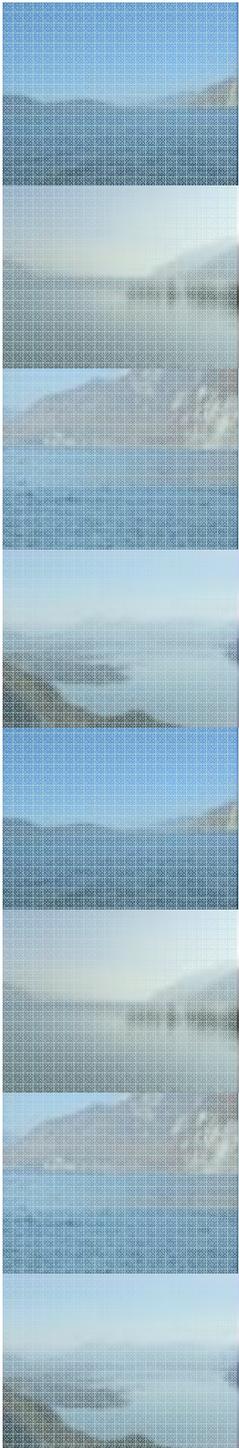
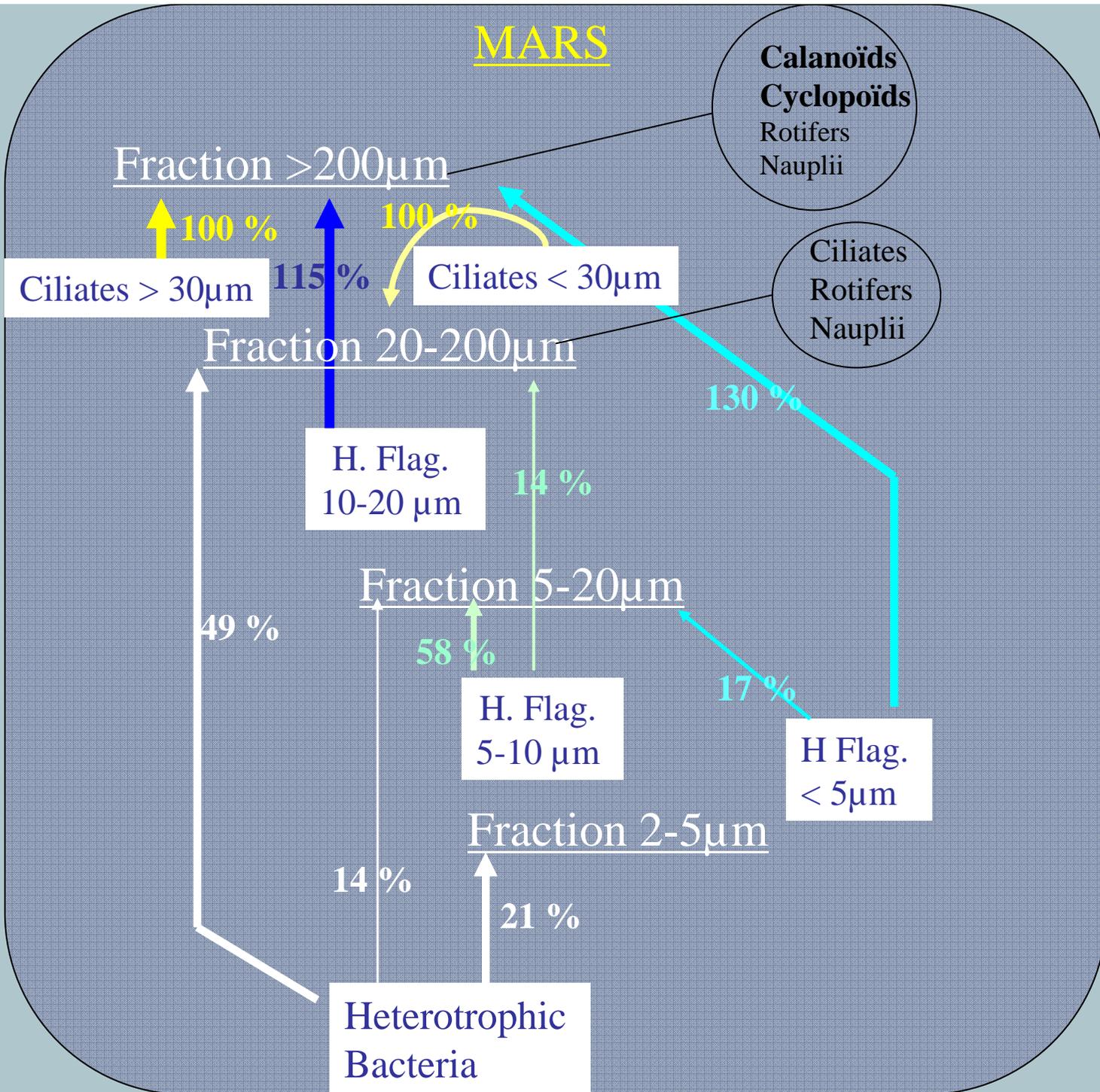
QUELQUES RESULTATS

✓ Approche expérimentale de fractionnement des communautés



Fraction < 1µm	Fraction < 2 µm	Fraction < 5 µm	Fraction < 20 µm	Fraction < 200 µm	Fraction totale
Virus Bacteria	+ pico plancton	+ petits HNF	+ nano plancton	+ microzoo plancton	+ grand meta zooplancton

MARS



⇒ Le nombre de liens trophiques et l'importance relative des divers bactérivores varient au cours du temps

⇒ Détection de cascades trophiques au sein du réseau microbien

⇒ Des processus Top Down structurent les communautés à la fois en terme d'abondance, de structure en taille, et de diversité génétique

L'IMPORTANCE RELATIVE DES FACTEURS DE REGULATION ?

Température

Lumière

Ressources

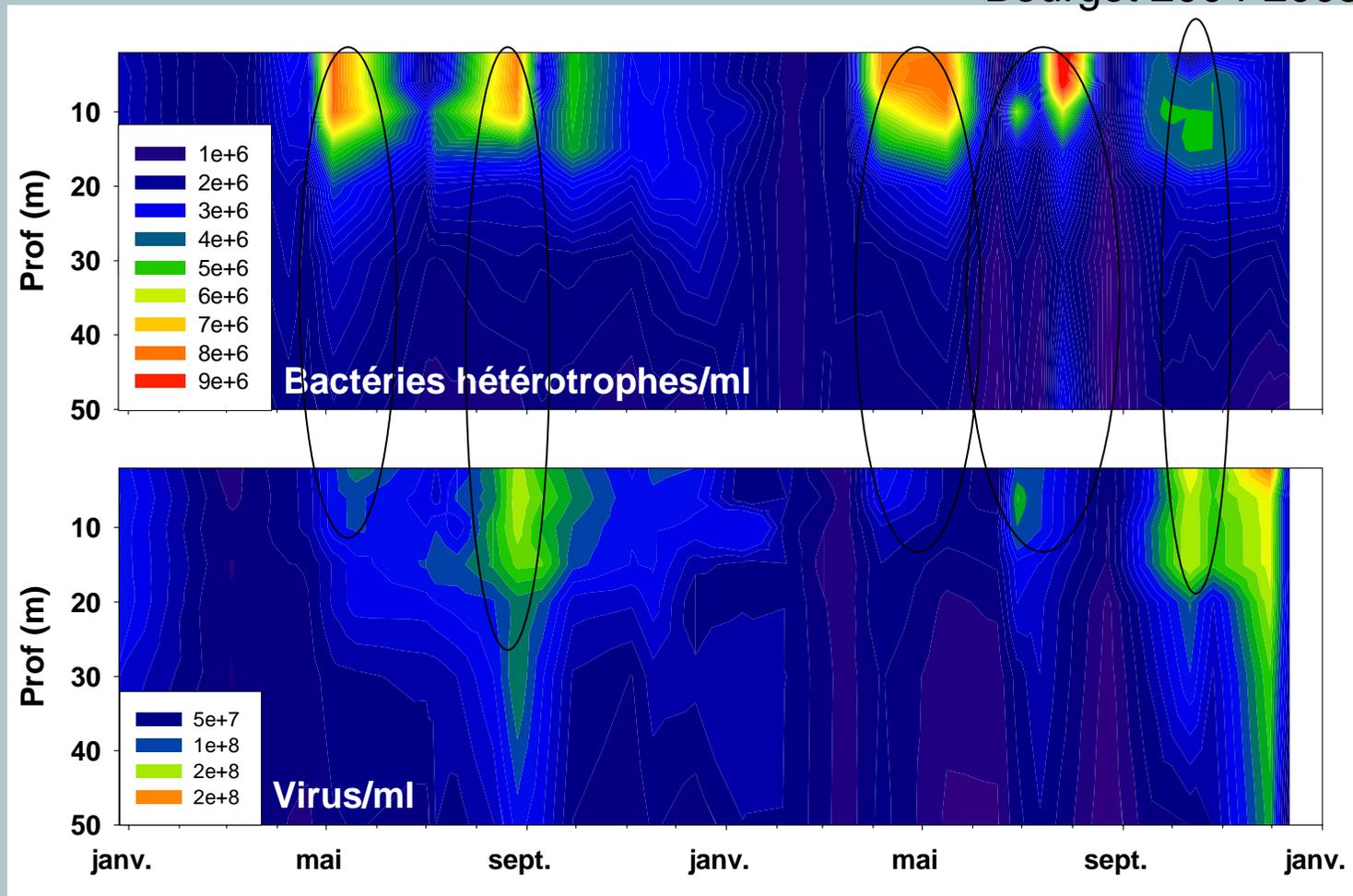
Prédation

Parasitisme

QUELQUES RESULTATS

✓ Suivi *in situ* des communautés microbiennes

Bourget 2004-2005



Suivi 2002-2003 __ 3 lacs Annecy Bourget Léman

$$\text{Log[VLP]} = \mathbf{0.61} \cdot \text{Log [HB]} + 9.117 \quad (r=0.461, p<0.01, n=423);$$

✓ Approches expérimentales

Importance relative lyse virale vs prédation dans la mortalité bactérienne ?

Mortalité bactérienne	Lyse virale	Broutage Flagellés
EXP. Lac Le Bourget Avril 2003	* 60 %.d ⁻¹	56 %.d ⁻¹
EXP. Lac Le Bourget Mai 2003	* 35 %.d ⁻¹	63 %.d ⁻¹
EXP. Lac Le Bourget Août 2003	* 52 %.d ⁻¹	18 %.d ⁻¹
EXP. Lac Le Bourget Octobre 2006	14%.d ⁻¹	
EXP. Lac Le Bourget Janvier 2006	0 %.d ⁻¹	0 %.d ⁻¹

voir poster S. Personnic

VERS LA DIVERSITE FONCTIONNELLE

- Déterminer la signification fonctionnelle de la grande diversité spécifique

=> projet **meta proc** *voir poster D Debroas JF Humbert*

LES LIENS TROPHIQUES

- Identifier quantifier les connections entre réseau herbivore et réseau microbien

PARMI LES FACTEURS DE REGULATION

- Analyse des communautés parasites
 - Diversité des groupes viraux , hôtes associés ?
 - Effet indirects des virus sur la redistribution de la matière organique
 - autres parasites d'algues ?

