Eutrophisation et réoligotrophisation des lacs suisses : Conséquences pour le phytoplancton

Piet Spaak

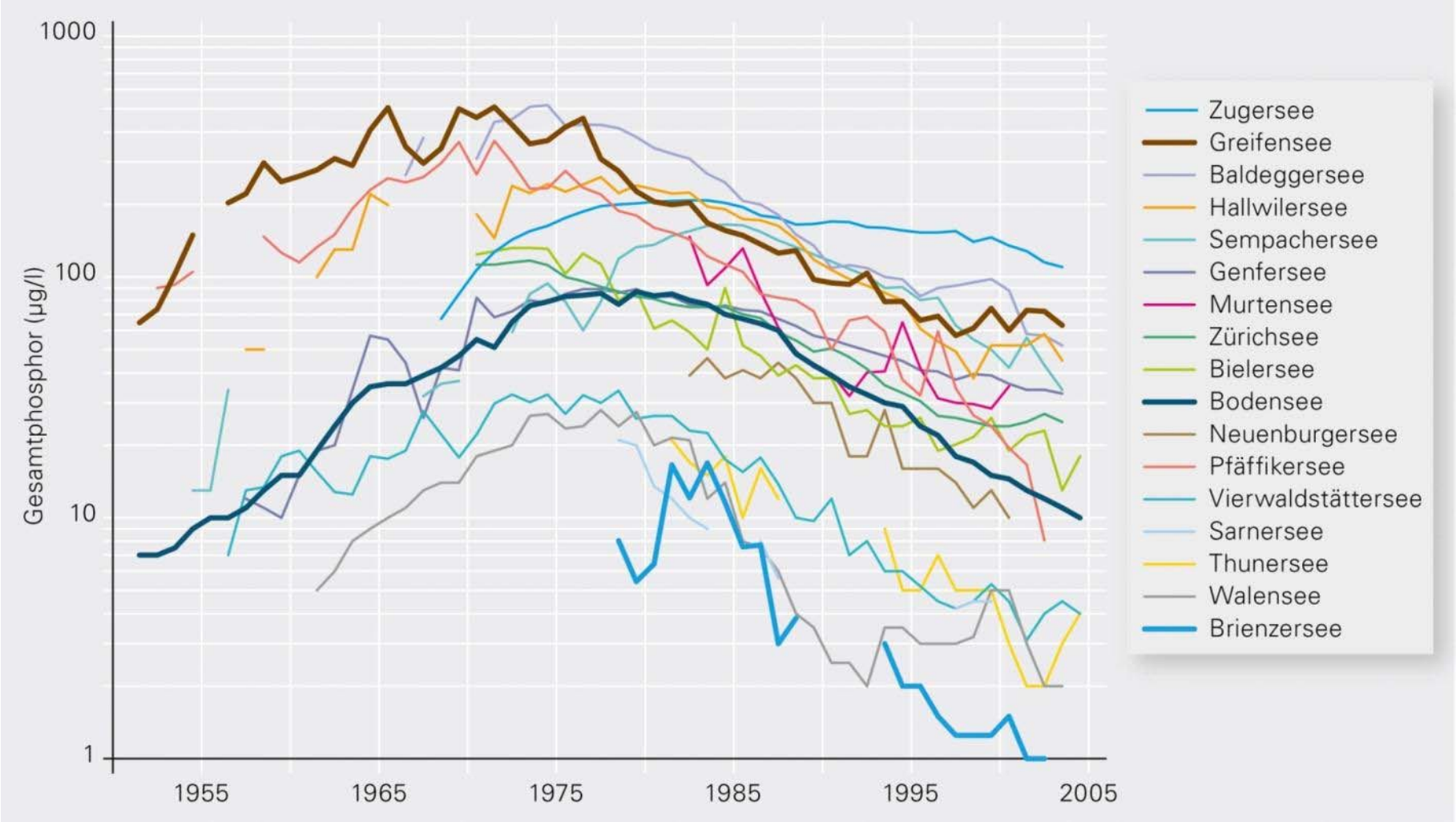
Eawag: Das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs

L'excédent de phosphore est problématique pour les lacs

Dans mon exposé je souhaite:

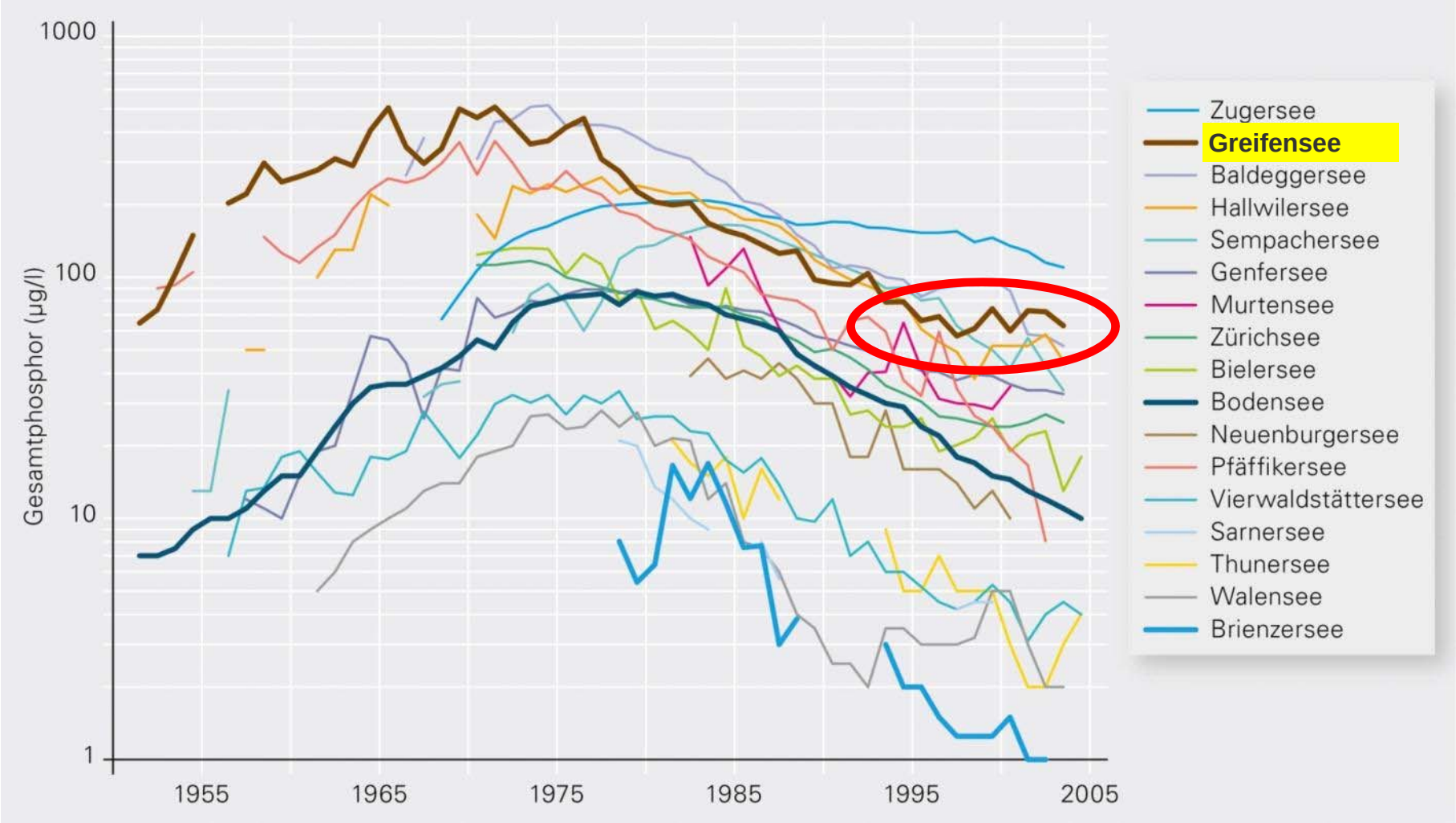
- Montrer par des **exemples concrets** comment l'eutrophisation et la réoligotrophisation agissent sur le zooplancton (*Daphnia)* et les algues bleues
- A l'exemple de *Daphnia,* montrer comment le régime alimentaire peut modifier la sensibilité aux maladies

Les concentrations en phosphore ont diminué dans les lacs suisses suite aux mesures de protection des eaux



Vonlanthen et al., Nature 2012

Les concentrations en phosphore restent élevées dans quelques lacs



Vonlanthen et al., Nature 2012

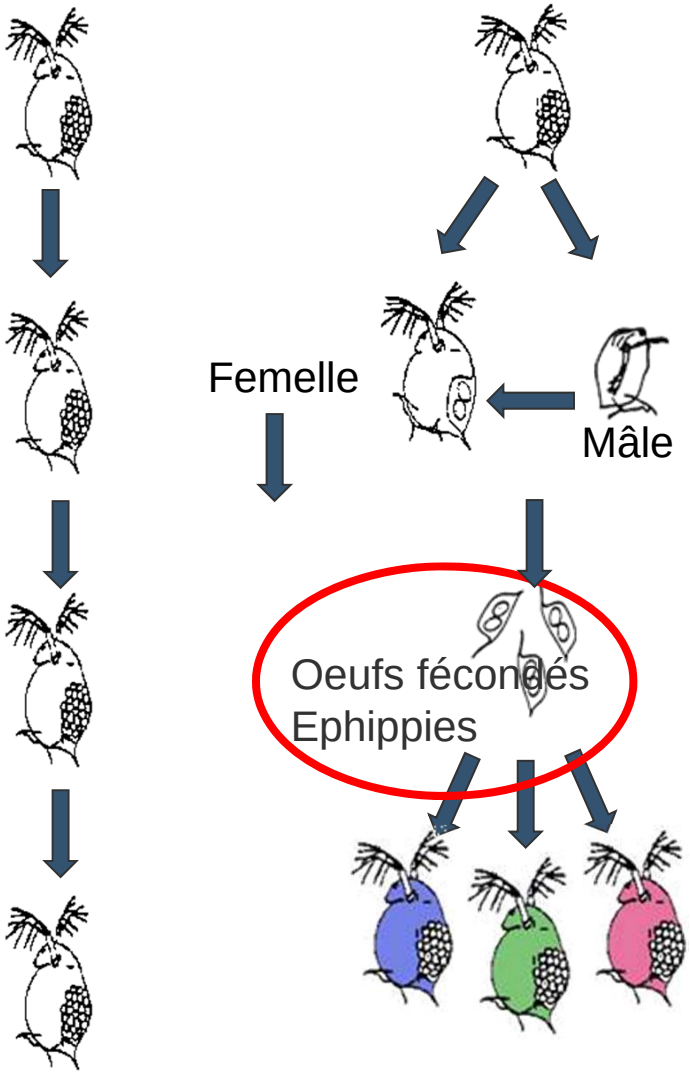
Biologie de la puce d'eau (*Daphnia*)

Reproduction asexuée

Croissance par mues

Reproduction asexuée

Reproduction sexuée



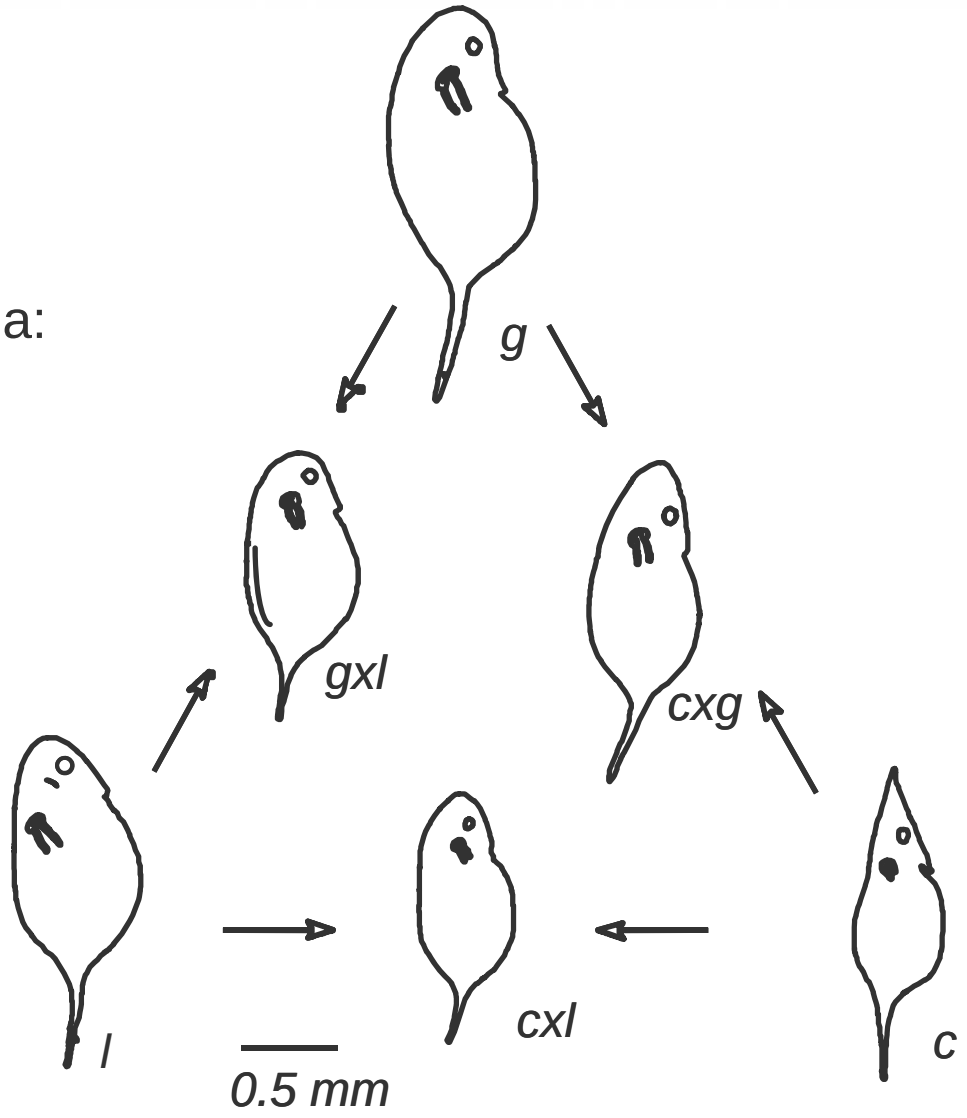
Reproduction de *Daphnia:* Parthénogenèse cyclique

Mâle

Complexe *Daphnia galeata avec ses* hybrides

Sous-espèce Hyalodaphnia:

g: Daphnia galeata
c: Daphnina cucullata
l: Daphnia longispina



Greifensee

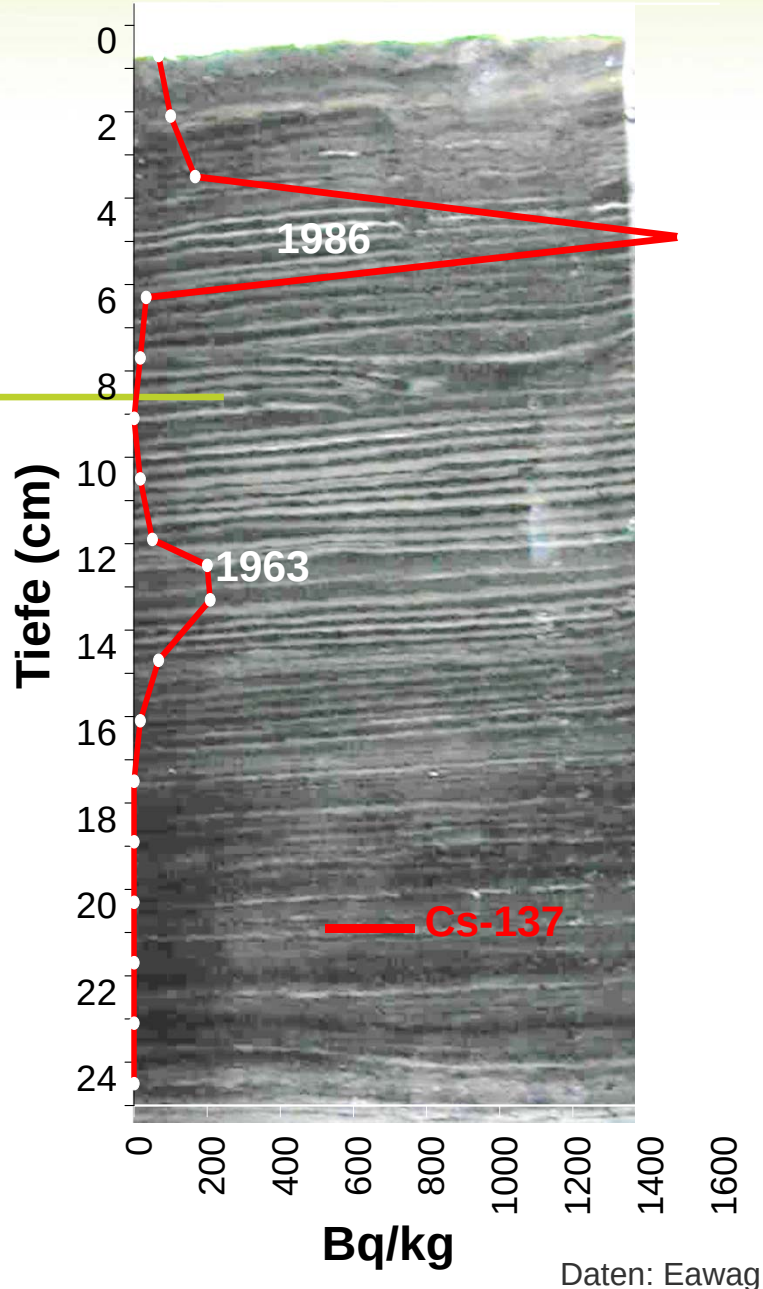
Deux carottes de sédiment par station

Présence d' Ephippien

Détermination de la stratification

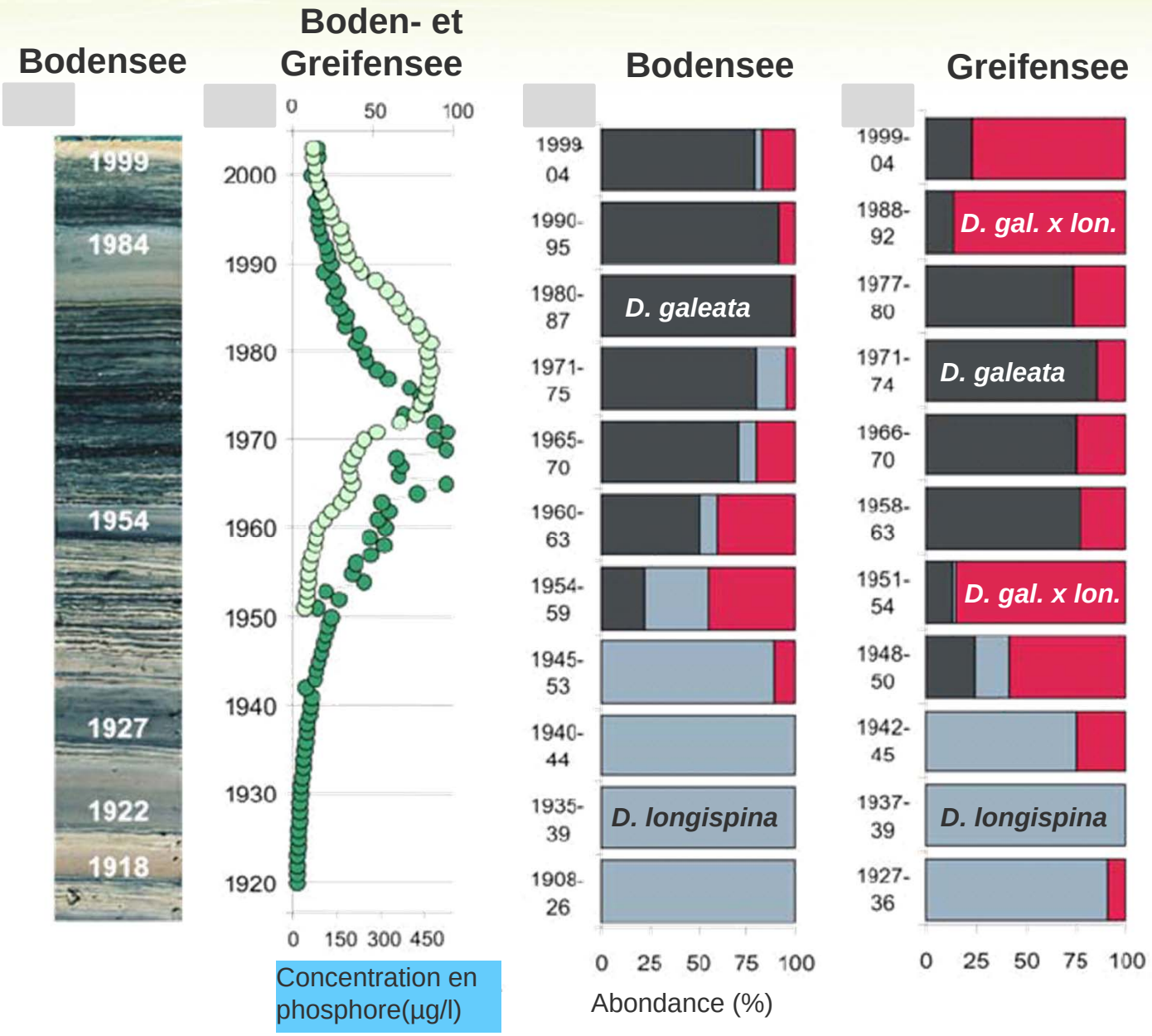
Greifensee

Coupe datée d'une carotte de sédiments



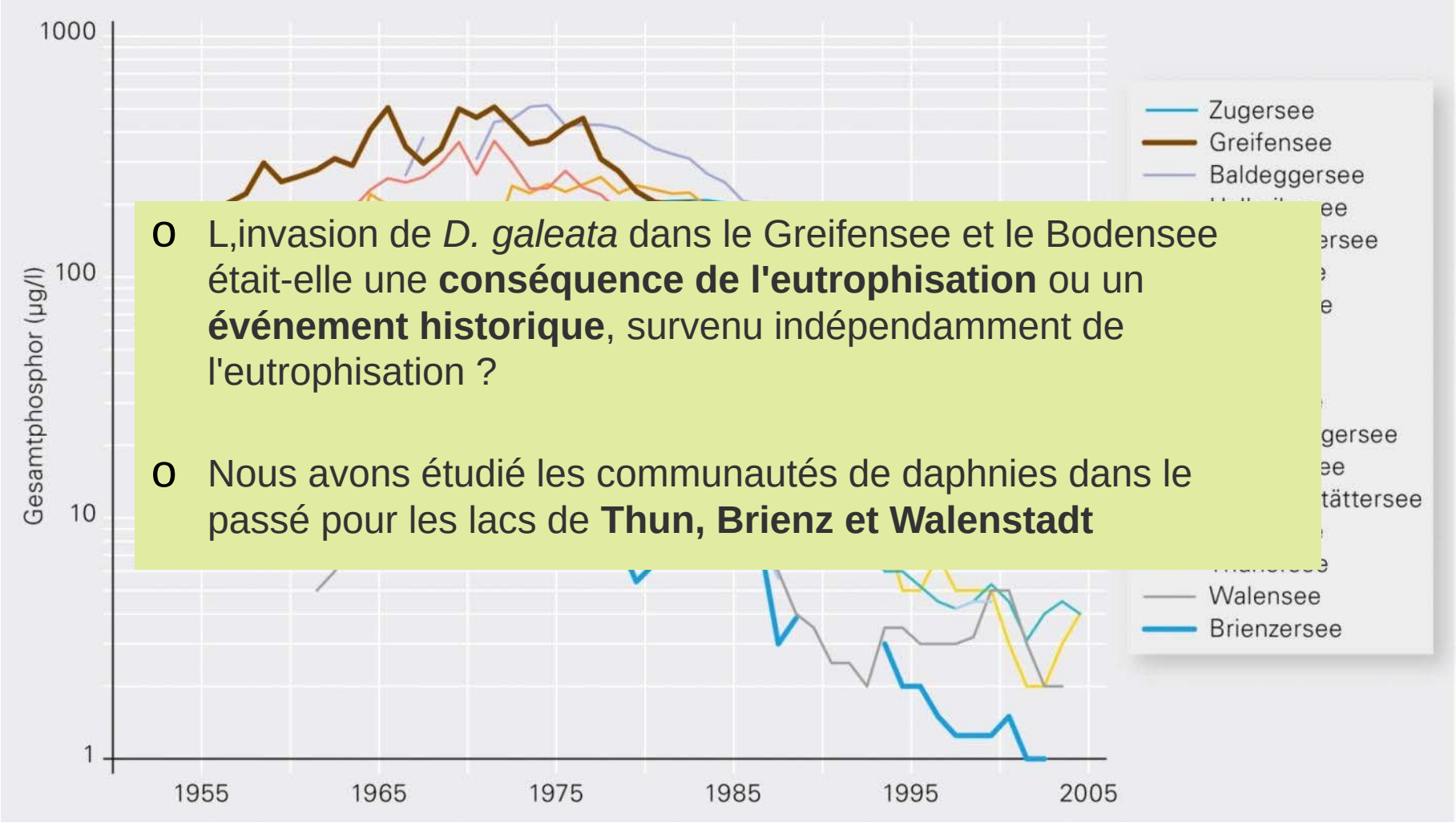
- Ephippies isolés
- ADN d'un ou deux oeufs de résistance (éphippie)
- 6 à 8 Mikrosatellites par lac

Daten: Eawag, M. Sturm



Brede et al., PNAS 2009

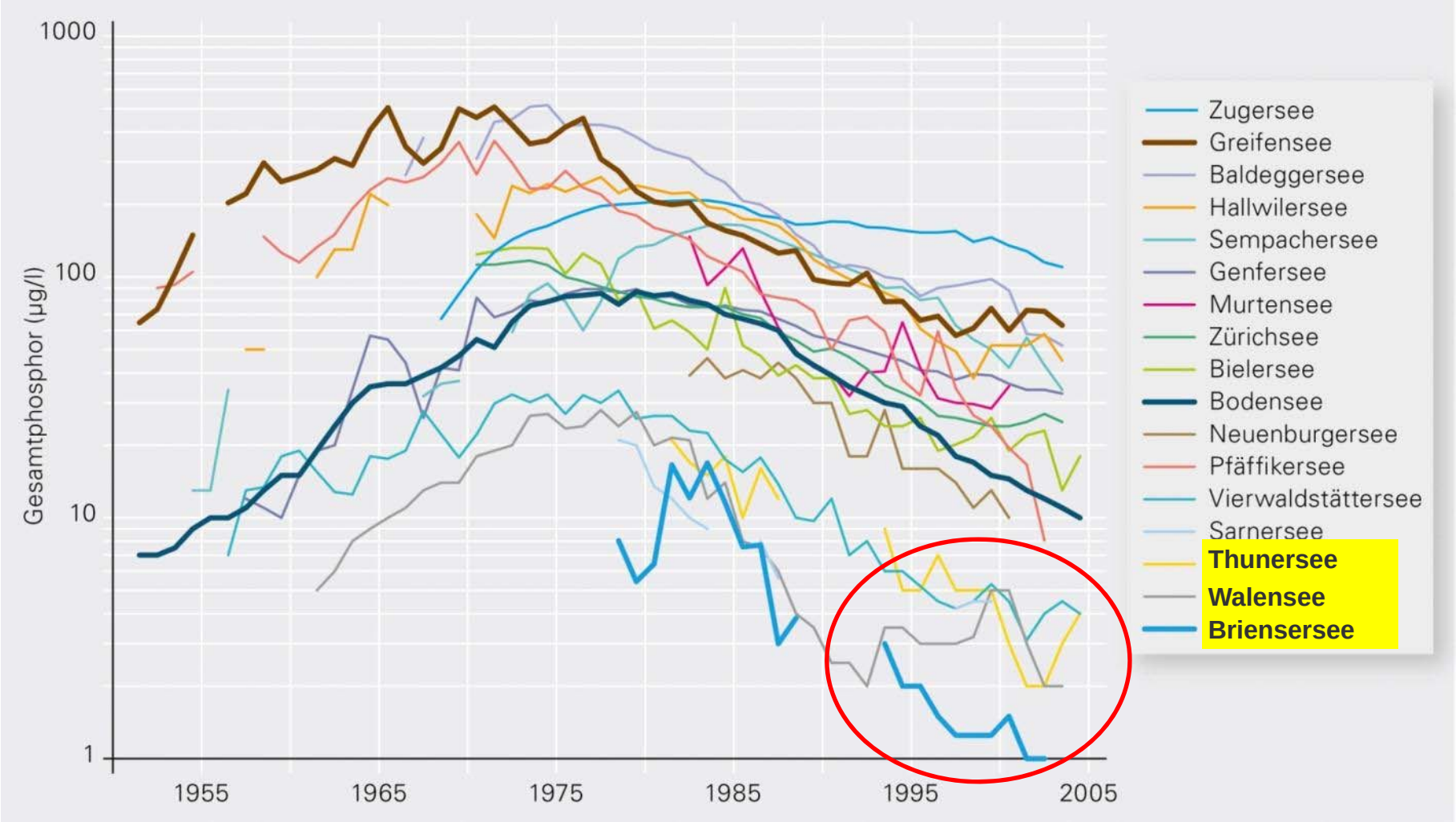
Quels spécimens dans les lacs oligothrophes?



- L,invasion de *D. galeata* dans le Greifensee et le Bodensee était-elle une **conséquence de l'eutrophisation** ou un **événement historique**, survenu indépendamment de l'eutrophisation ?

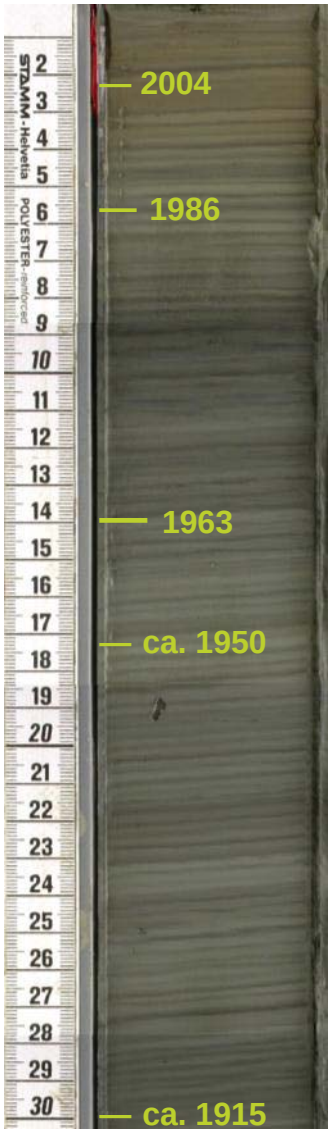
- Nous avons étudié les communautés de daphnies dans le passé pour les lacs de **Thun, Brienz et Walenstadt**

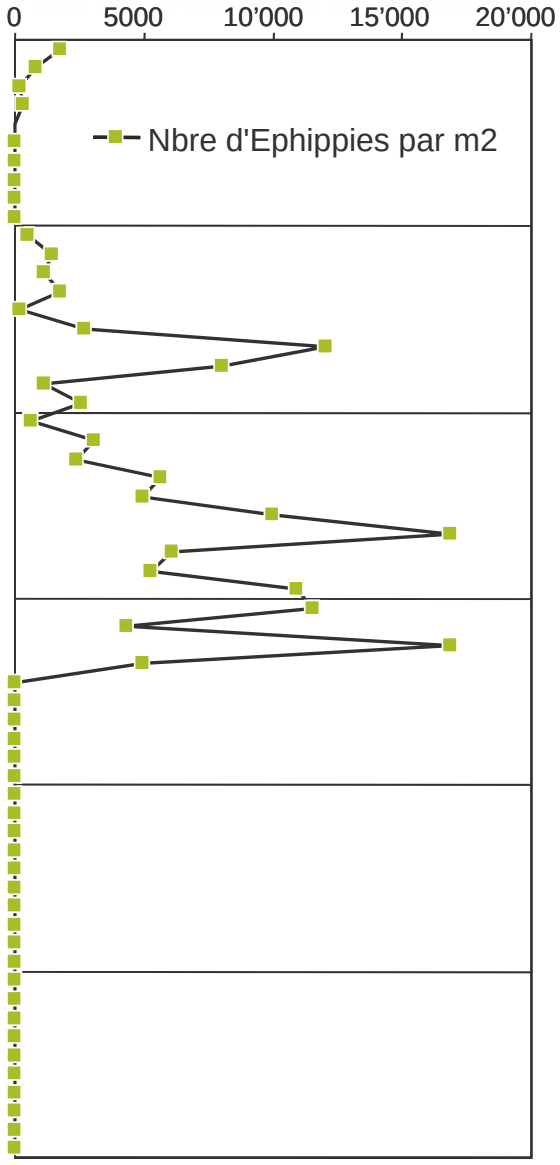
Les concentrations en phosphore sont très basses dans quelques lacs suisses



Vonlanthen et al., Nature 2012

Lac de Brienz: carotte de sédiment

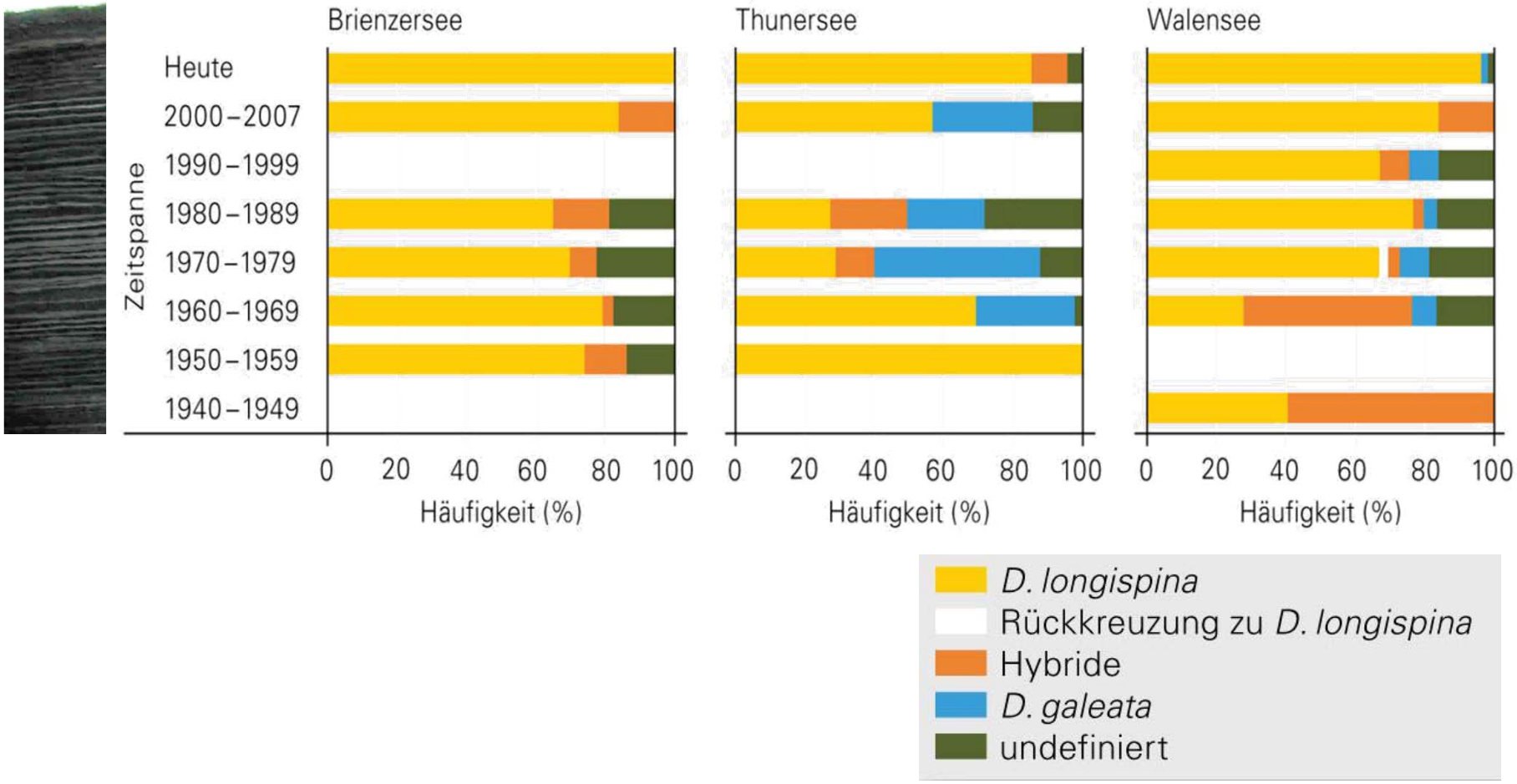




- 4 carottes différentes analysées (1915-2004)
- Pas d'oeufs de résistance avant 1950!

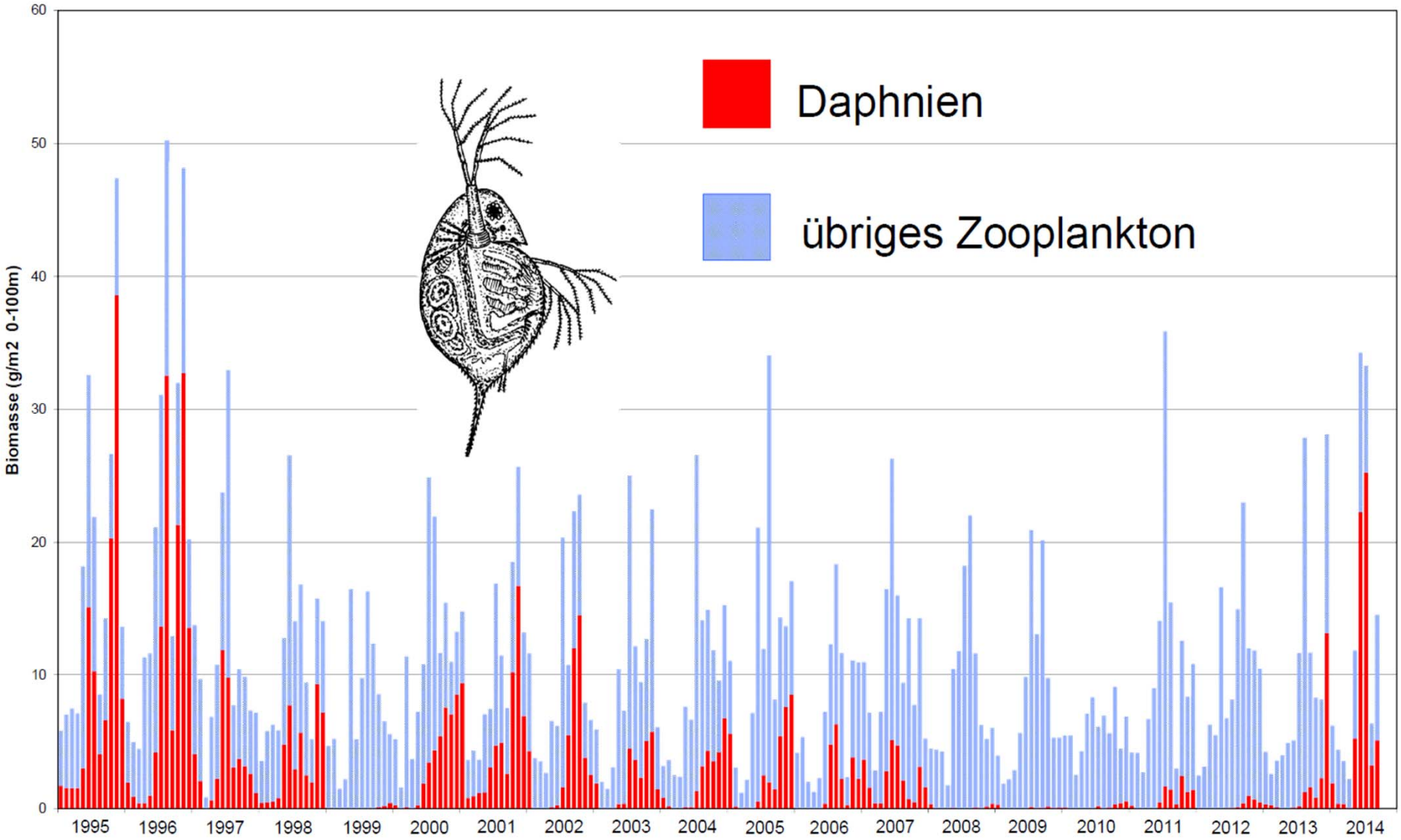
Rellstab et al., Limnol. Oceanogr. 2011

Composition des communautés de daphnies depuis 1940

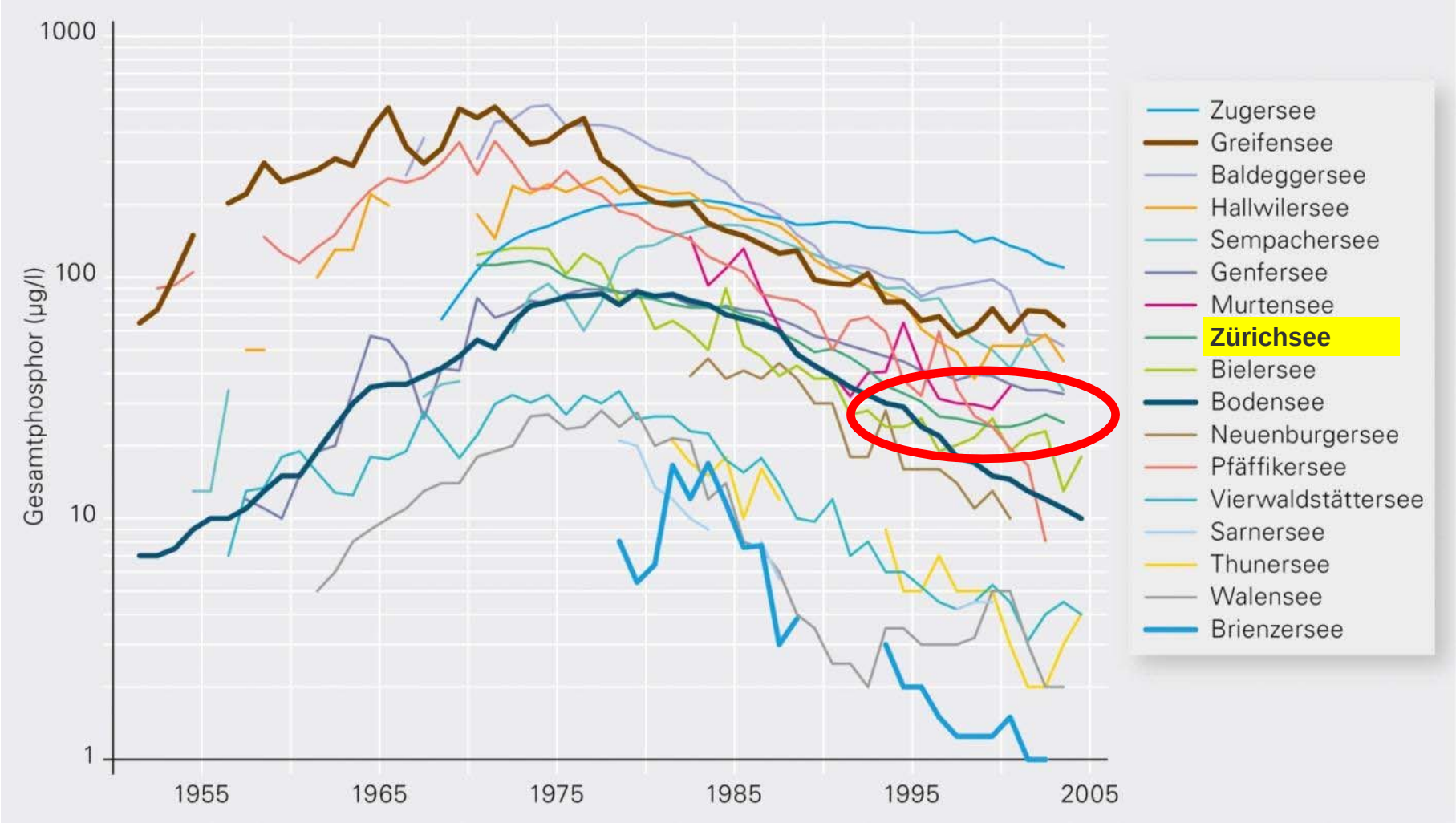


Rellstab et al., Limnol. Oceanogr. 2011

Zooplankton Brienzersee (1995 - Sept 2014)



Dans le lac de Zurich la concentration en phosphore a baissé jusqu'à 20 µg/l



Vonlanthen et al., Nature 2012

eawag aquatic research

nature climate change

LETTERS

PUBLISHED ONLINE: 8 JULY 2012 | DOI: 10.1038/NCLIMATE1581

Harmful filamentous cyanobacteria favoured by reduced water turnover with lake warming

Thomas Posch[1]*, Oliver Köster[2], Michaela M. Salcher[1] and Jakob Pernthaler[1]

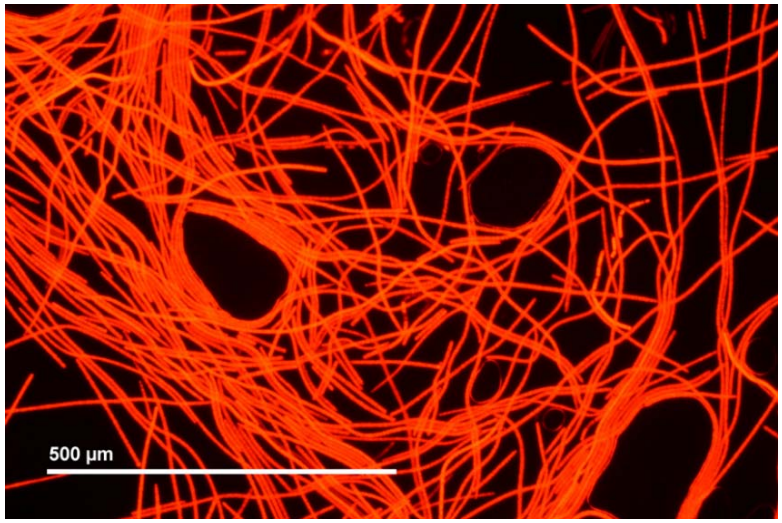
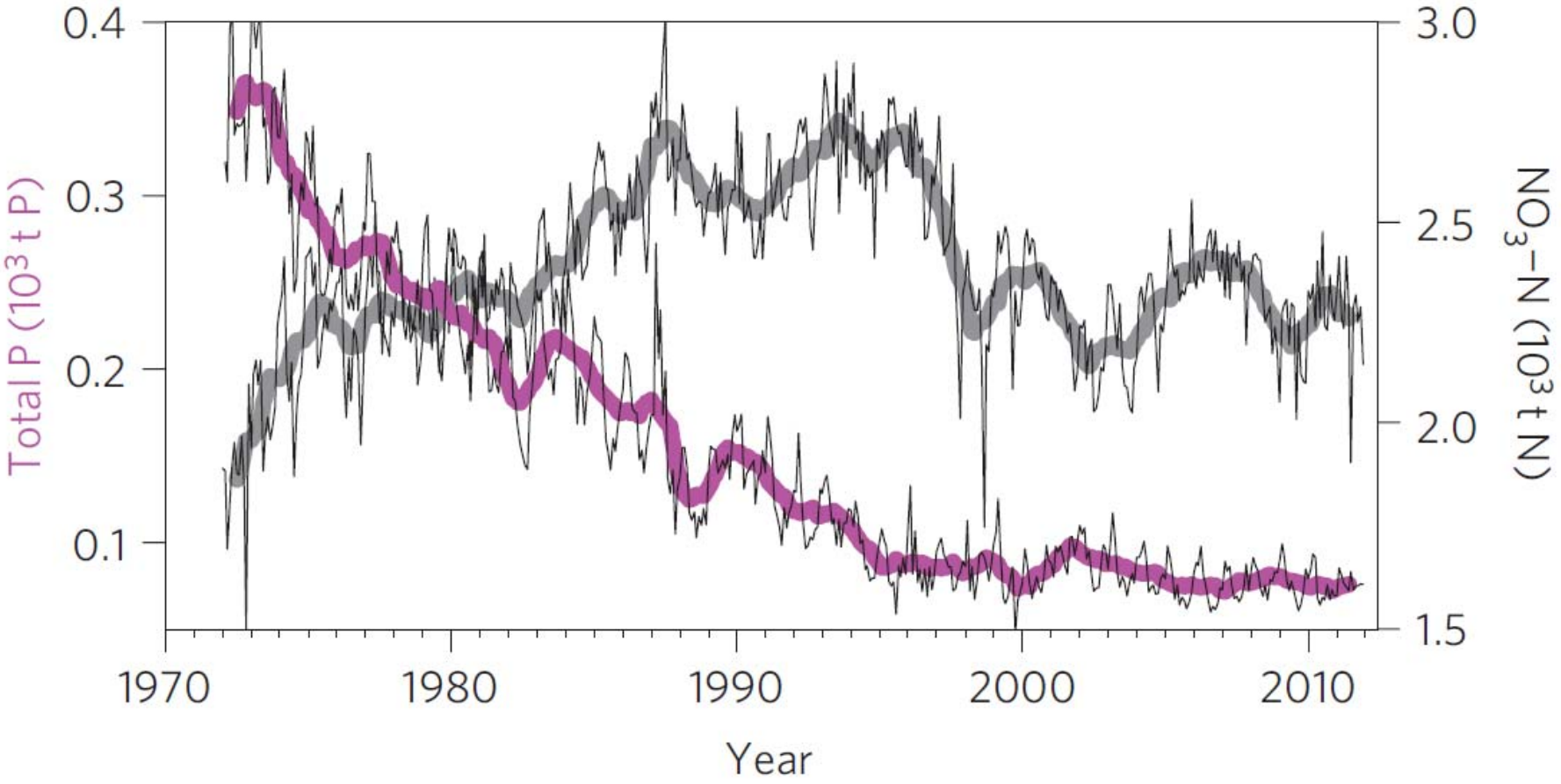


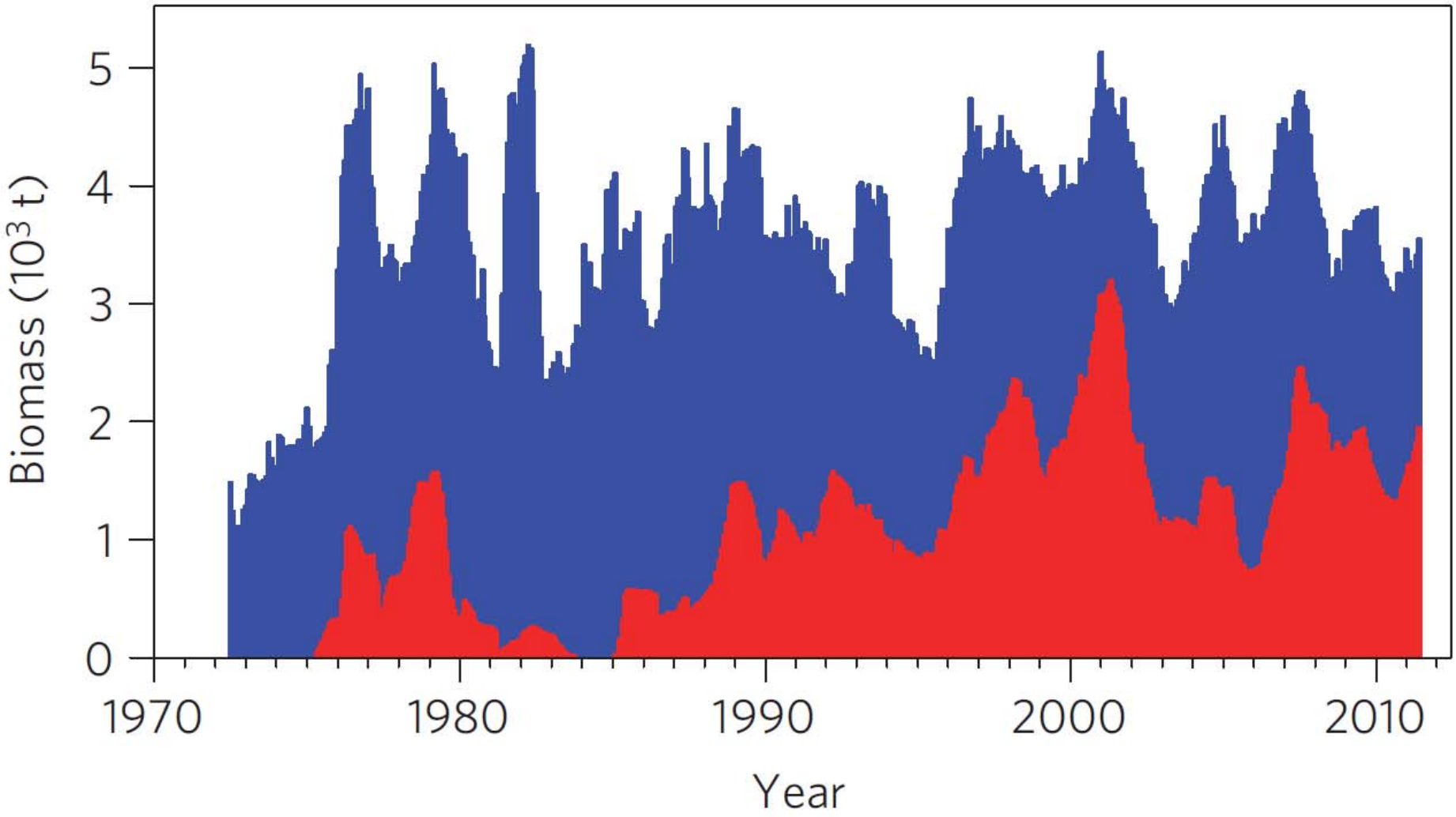
Bild: Christian Dietz («Zürichsee-Zeitung»)

Phosphore total et azote (nitrate) dans le lac de Zurich



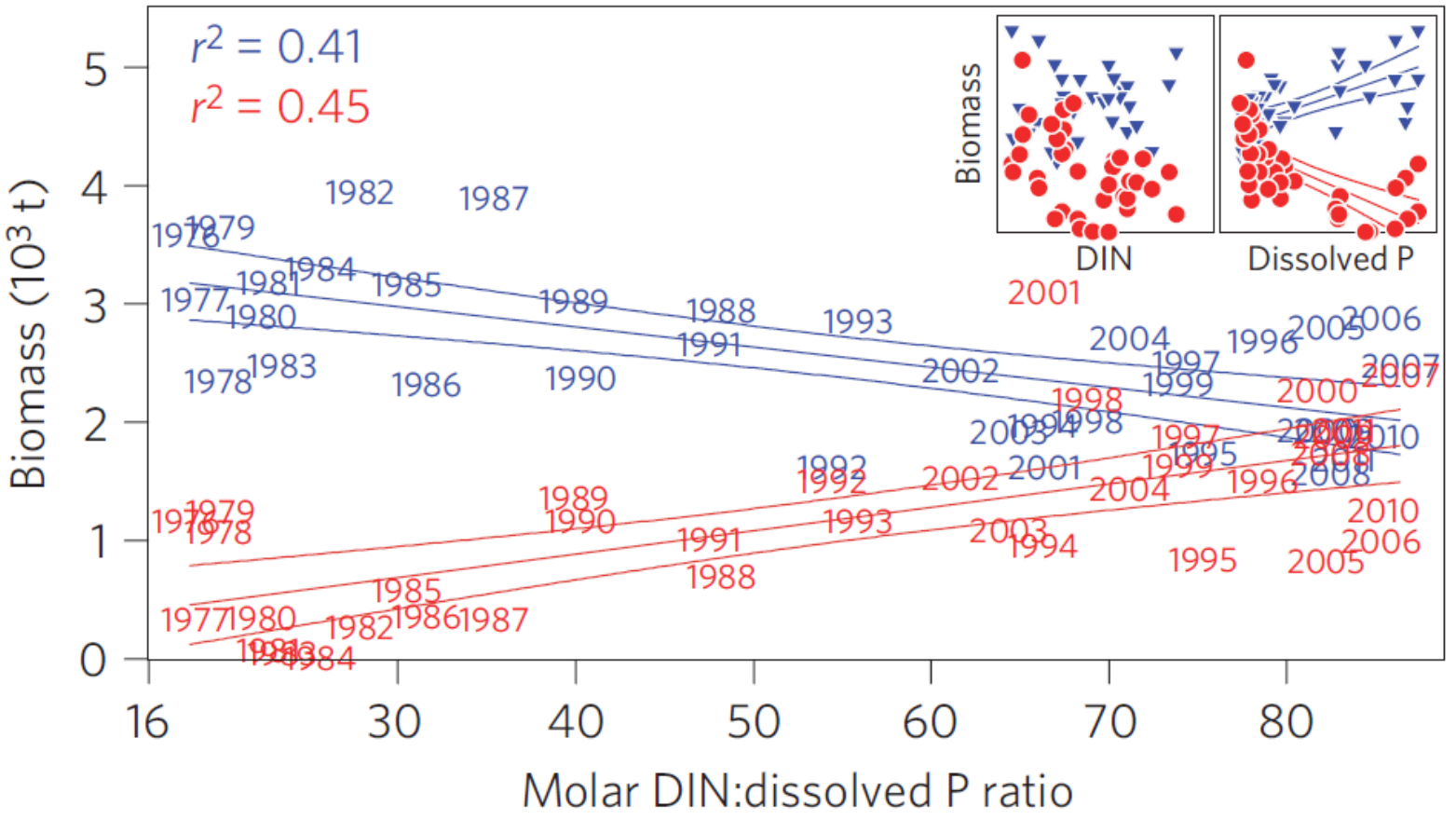
Posch et al 2012, Nat. Clim. Change

Biomasse phytoplanctonique du lac de Zurich (bleu) et sans *Planktothrix rubescens* (rouge)



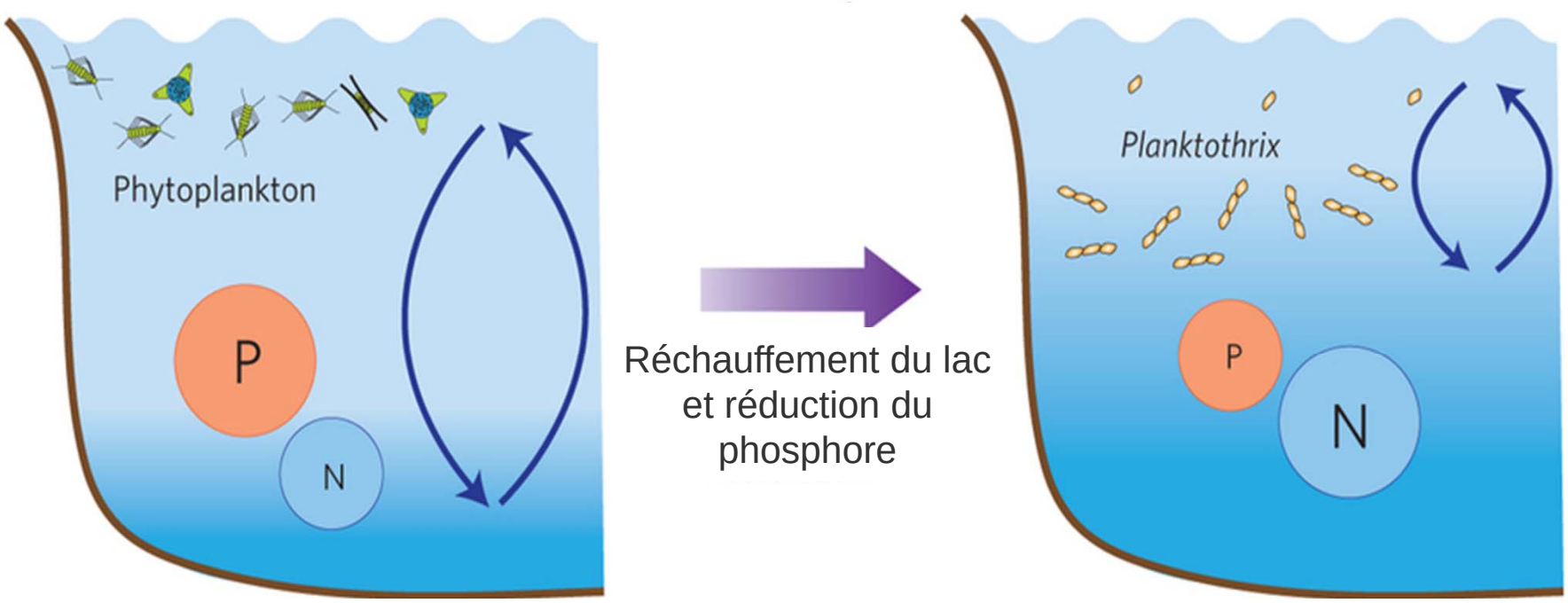
Posch et al 2012, Nat. Clim. Change

Phytoplancton (bleu) corrélé négativement et *P. rubescens* (rouge) positivement avec le rapport N:P



Posch et al 2012, Nat. Clim. Change

Lac de Zurich: la réoligotrophisation et le réchauffement climatique provoquent des proliférations de *Planktothrix rubescens*



Brassage important, apports élevés de nutriments

Brassage faible,apports réduits de nutriments

Winder 2012, Nat. Clim. Change

Greifensee, Reconstruction des cyanobactéries du sédiment à l'aide de méthode de séquensage de la dernière génération

Marie-Eve Monchamp

- Les concentrations en phosphore du lac et du sédiment sont corrélées
- La richesse en UTO a baissé pendant l'eutrophisation et a réaugmenté durant la réoligotrophisation.

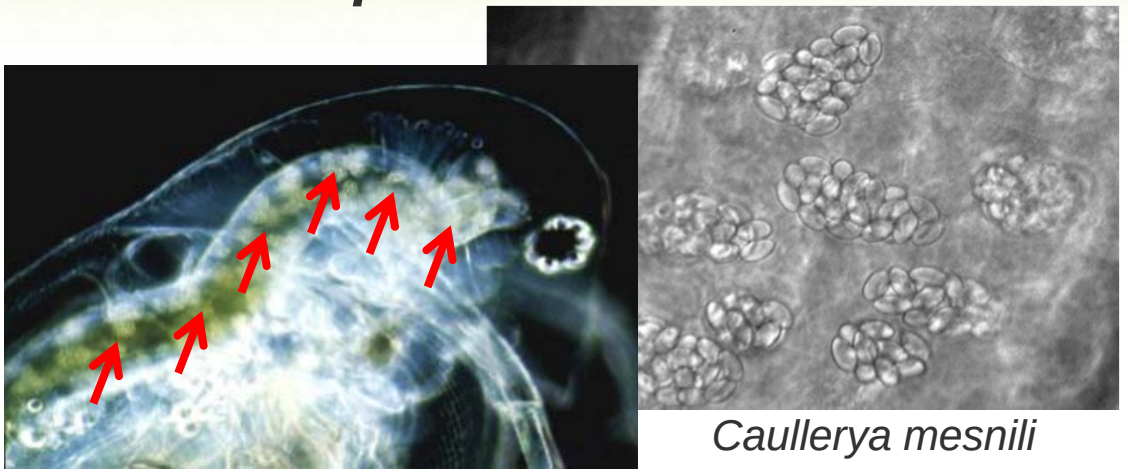
“Operationale Ta*xonom*ische Einheiten (engl. Units), abrégé UTO“

(Monchamp, unveröffentlicht)

Greifensee: parasite intestinal de *Daphnia*

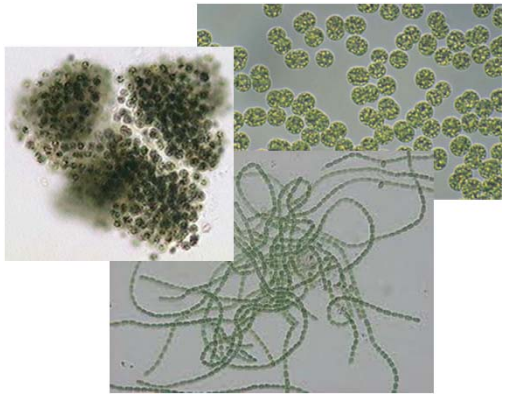
Caullerya mesnilli

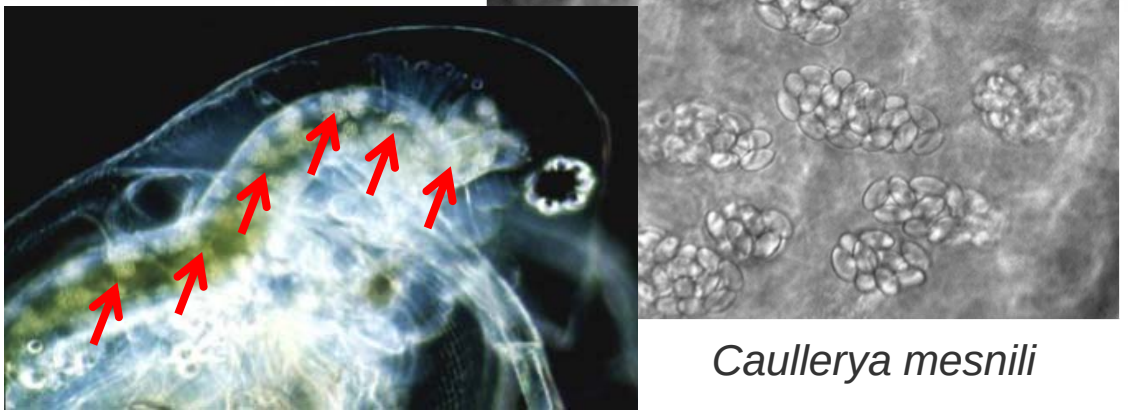
- Réduction drastique de la fécondité de l'hôte
- Communément présent



Caullerya mesnili

Greifensee: relation entre Caullerya et les cyanobactéries?





Caullerya mesnili

Les algues bleues rendent-elles les daphnies sensibles aux parasites ?

Nadine Tardent

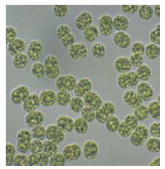
Essais d'infection – les organismes

Traitements nutritionnels:

1. Contrôle (*Scenedesmus obliquus*)

2. *Microcystis aeruginosa* Greifensee
   - Isolé durant l'épidémie de 2011
   - Gène MCYA confirmé par PCR

3. *M. aeruginosa* PCC7806
   - Toxique (produit de la microcystine)
   - unicellulaire

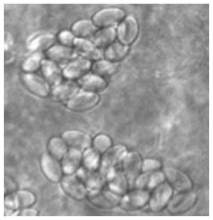


4. mcyA- Mutant de PCC7806
   - Gène mcyA désactivé (→non toxique)
   - unicellulaire

Les algues bleues rendent-elles les daphnies sensibles aux parasites ?

Nadine Tardent

Essais d'infection – les organismes



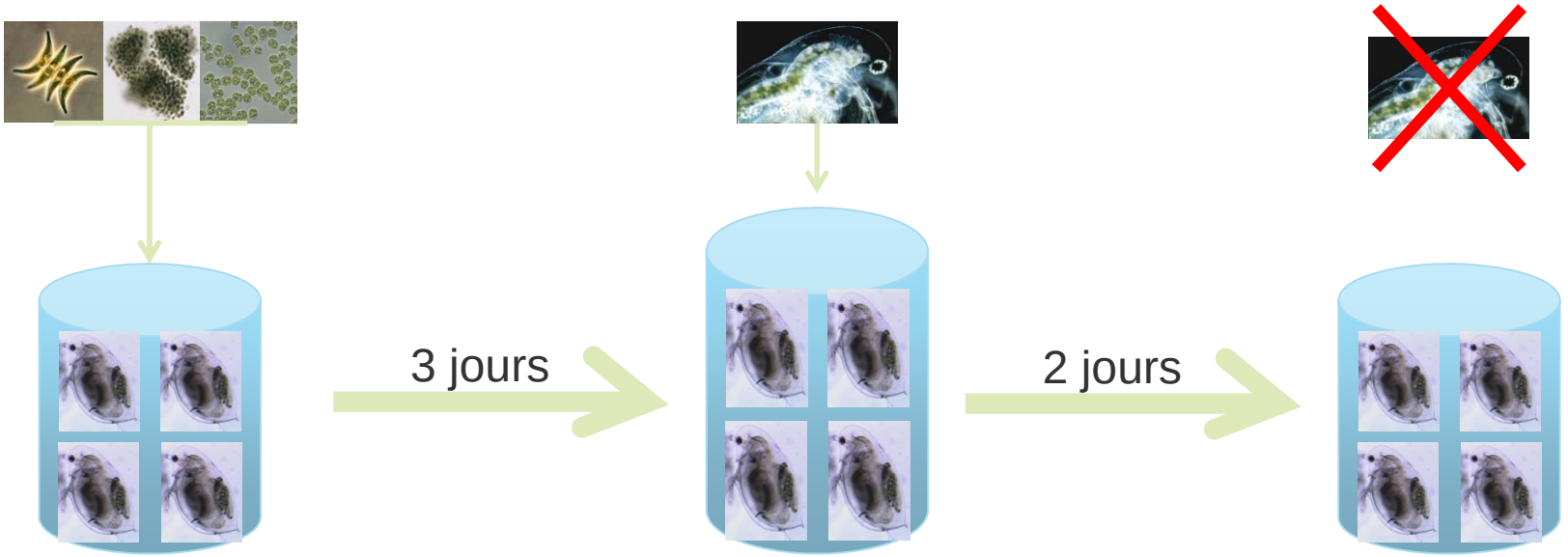
***Caullerya*:**

- Isolé durant l'épidémie 2011
- Cultivé en laboratoire clône H7

***Daphnia longispina × galeata*:**

- 4 clônes isolés durant l'épidémie 2011

essai d'infection : déroulement



- 5 clônes (dont H7)
- 1 mg C l-1 Algues
- Mélange 1:1 de *M. aeruginosa* und *S. obliquus*
- 4 Réplicats par traitement

- Examen quotidien

La majorité des infections sont causées par Microcystis du Greifensee

Conclusions

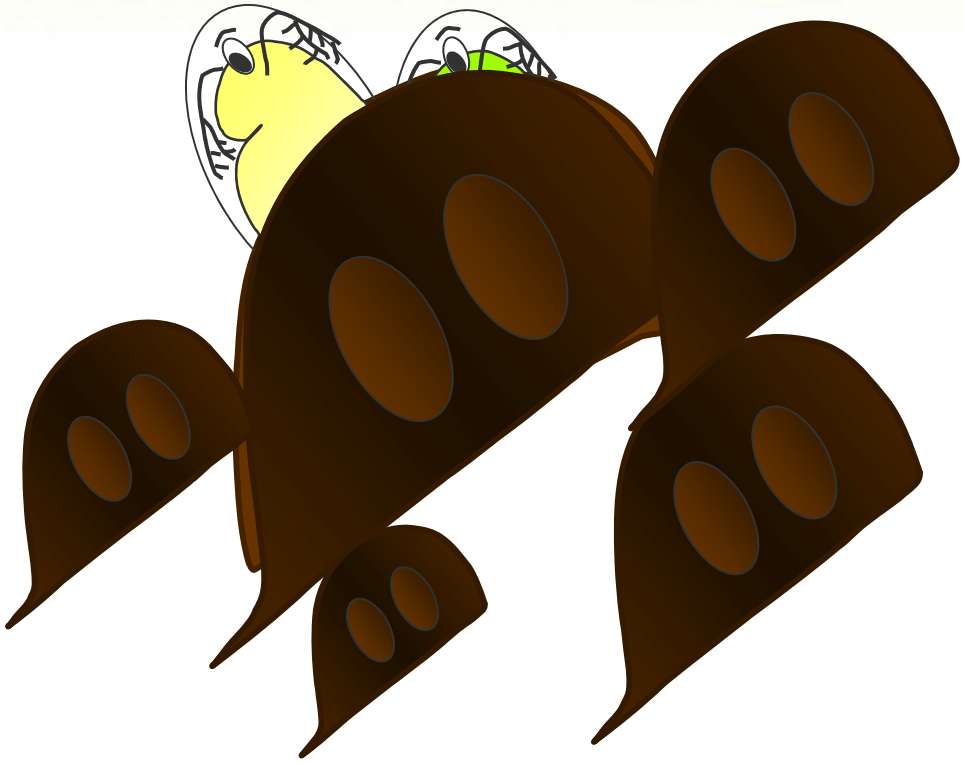
- L'eutrophisation a provoqué une **modification de la composition spécifique et de l'abondance** des daphnies et des algues bleues, ainsi qu'un brassage génétique des daphnies

- Le sang des bourgignons (*Planktothrix rubescens*) est dominant dans le phytoplancton suite au réchauffement significatif du lac de Zurich au cours des 20 dernières années.

- Nos recherches sur les cyanobactéries et les parasites des daphnies a quel point les relations trophiques dans un lac peuvent être complexes.

Remerciements

Cristian Rellstab
Nora Brede
Barbara Keller
Justyna Wolinska
Markus Möst
Patrick Turko
Marie-Eve Monchamp
Nadine Tardent
Christine Dambone
Esther Keller
Francesco Pomati
Mike Sturm
Christoph Tellenbach



SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

PROGRAMUL DE COOPERARE ELVEȚIANO-ROMÂN
SWISS-ROMANIAN COOPERATION PROGRAMME