



ÉCOLOGIE &
ENVIRONNEMENT

Semaine Écologie Environnement Biodiversité 2025

(Ré-)Concilier production, biodiversité et enjeux
environnementaux dans les agrosystèmes : pratiques, impacts
et leviers d'actions

Saline Royale d'Arc-et-Senans, 20 mai 2025

Eutrophisation des plans d'eau et impacts sur la biodiversité et le cycle du carbone



Laurent MILLET, Hélène MASCLAUX,
Valérie VERNEAUX, Justine FRISON,
Valentin ESSERT

CHRONO
ENVIRONNEMENT



Les Plans d'eau à l'échelle globale : contexte et enjeux

Grands lacs naturels



Petits lacs naturels



Réservoirs



Gravières

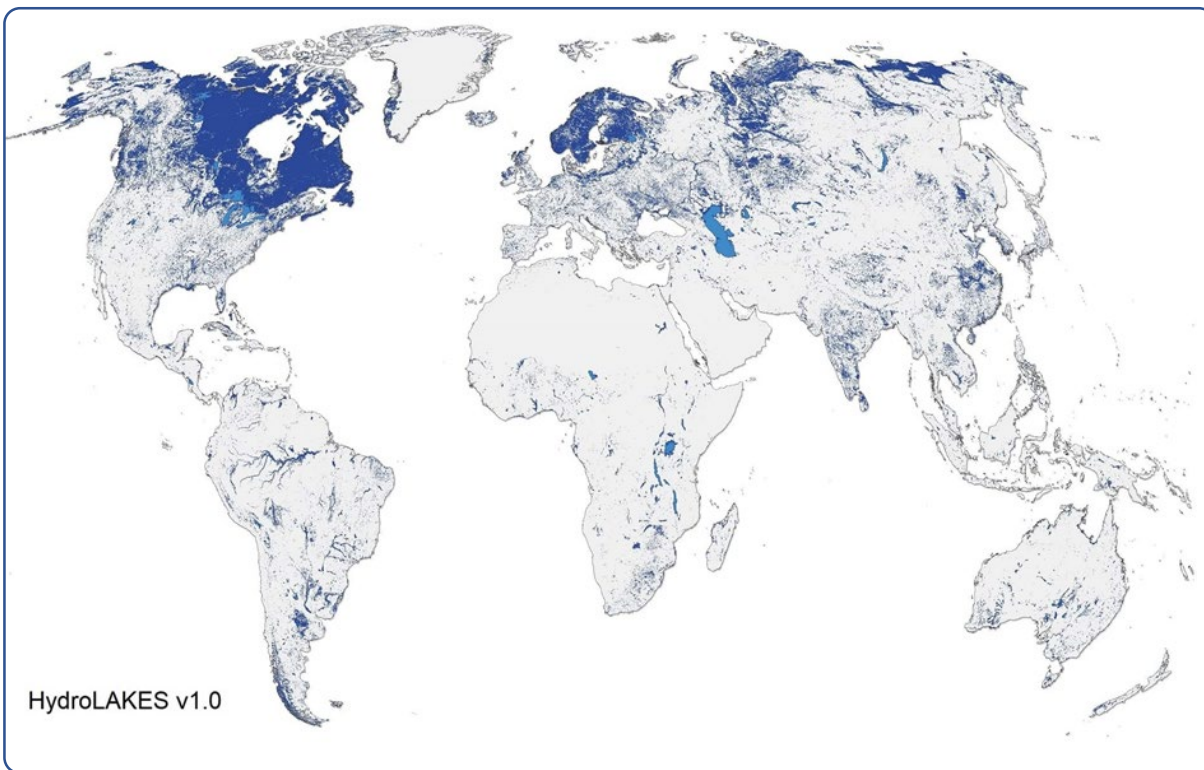


Étang piscicole



France : 856 000 plans d'eau, 5000 km² (INPE)

Région BFC : 52000 plans d'eau, 290 km² (INPE)

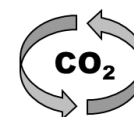


⇒ **ca 3,7 % en surface mais importance majeure**

Habitats et biodiversité



Rôle sur le cycle du C



Ressource en eau



Energie



Production halieutique



Loisirs



Identités paysagères et culturelles



Les Plans d'eau à l'échelle globale : contexte et enjeux

Grands lacs naturels



Petits lacs naturels



Réservoirs



Gravières

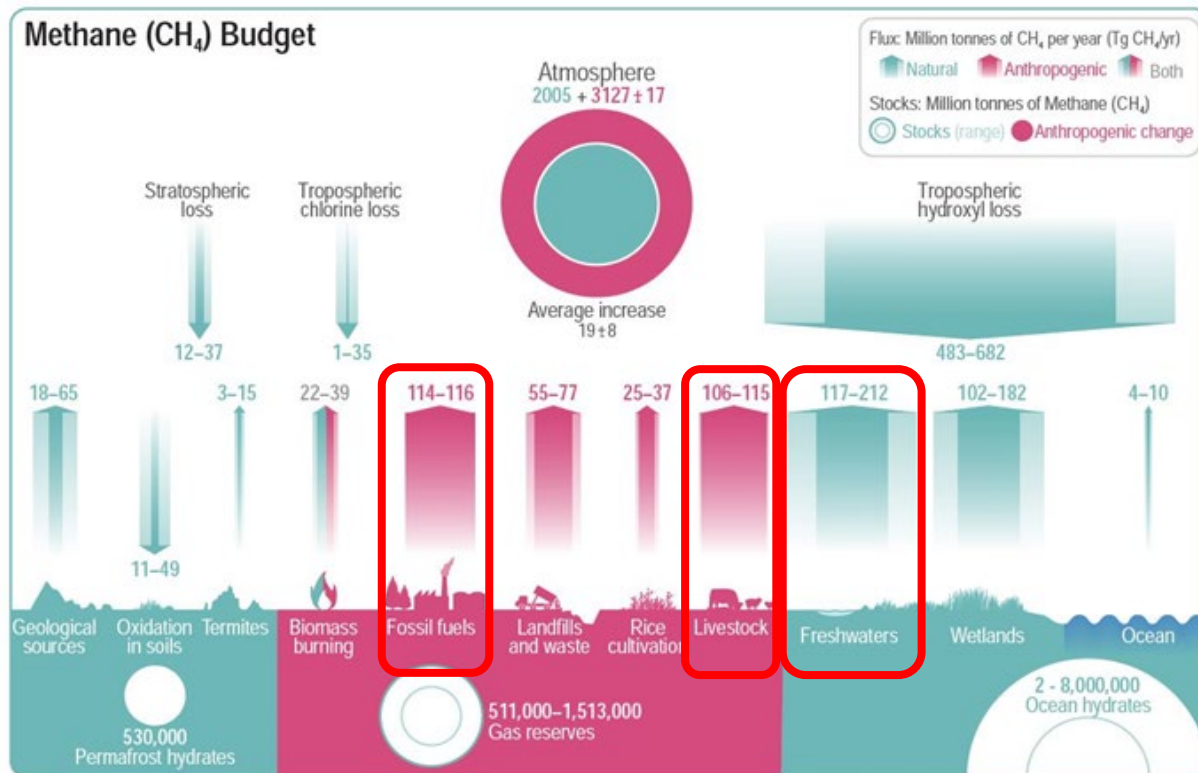


Étang piscicole



France : 856 000 plans d'eau, 5000 km² (INPE)

Région BFC : 52000 plans d'eau, 290 km² (INPE)



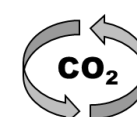
IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis.

⇒ **ca 3,7 % en surface mais importance majeure**

Habitats et biodiversité



Rôle sur le cycle du C



Ressource en eau



Energie



Production halieutique



Loisirs



Identités paysagères et culturelles



- **Emissions** de gaz à effet de serre (GES)
 CH₄ : 117 à 212 Tg/an (eaux douces continentales) > Elevage ou combustibles fossiles
 Lacs : de 6 à 185 Tg/an dans les différentes estimations
- **Stockage de carbone** : de 250 Tg/an (≈ aux océans)

Les plans d'eau : des écosystèmes vulnérables sous contraintes

Activités humaines aux échelles globales à locales



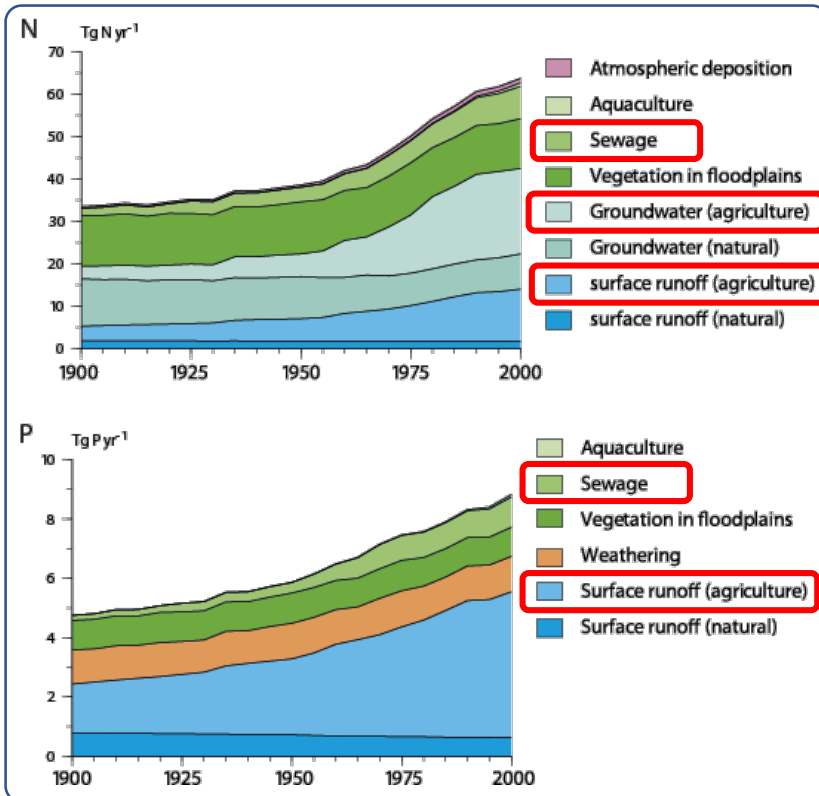
Altérations des conditions
mésologiques et du
fonctionnement des écosystèmes



Perte des biens et services
écosystémiques associés

Changement climatique Contaminants Modifications des habitats Espèces invasives

Eutrophisation accélérée



Beusen et al. 2016

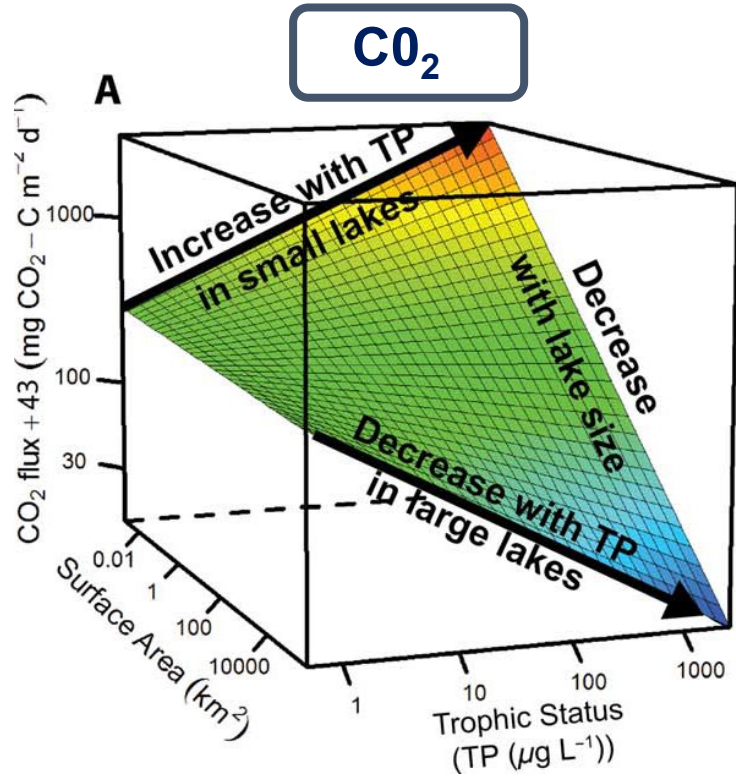
- Apports de nutriments (N et P) d'origines anthropiques
- Production excédentaire de phytoplancton
- Changement des communautés phytoplanctoniques (Cyanobactéries)

⇒ **Nombreuses conséquences en cascade**

- Conditions mésologiques (habitats, **désoxygénation** ...)
- Perte de biodiversité
- Remise en cause des usages
- Impacts sur le cycle du C



Les plans d'eau : eutrophisation et gaz à effet de serre



DelSontro et al. 2018

223 études

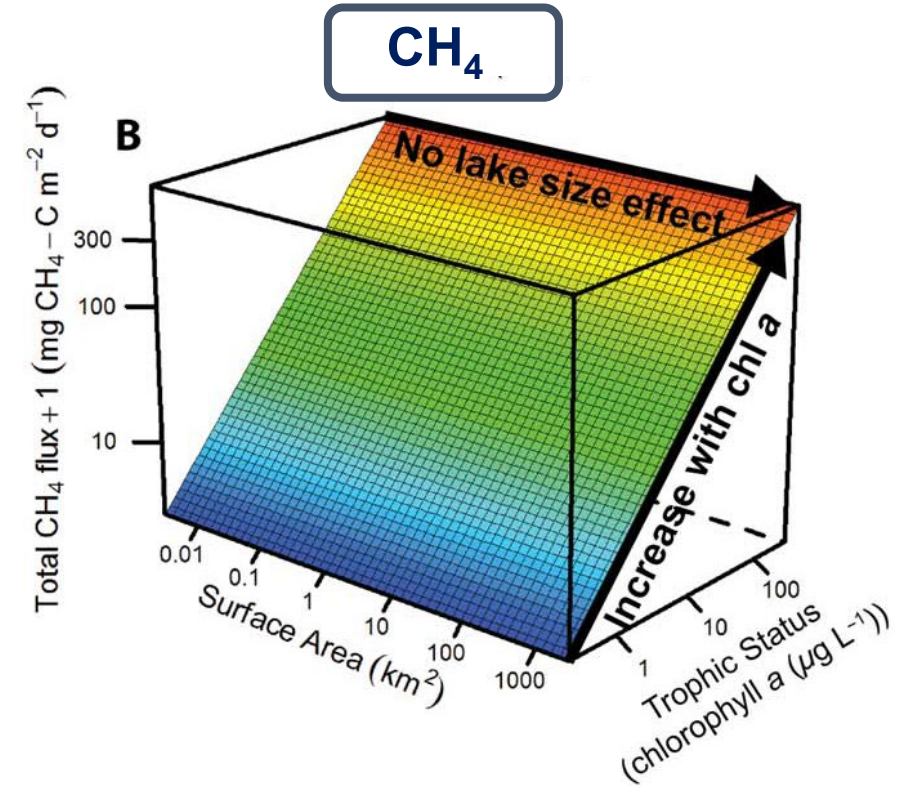
8233 plans d'eau

54 pays

ppalement CO₂ (7824)

CH₄ : 561 (diffusif), 144

(ébullition), 166 (Total)



Petits lacs : émission de CO₂ ↗ avec l'eutrophisation

allochtonie : apport DOC + CO₂ dissous (corrélés à TP)

Moyens et grands lacs : CO₂ ↘ avec TP

fixation de CO₂ par prod primaire pélagique

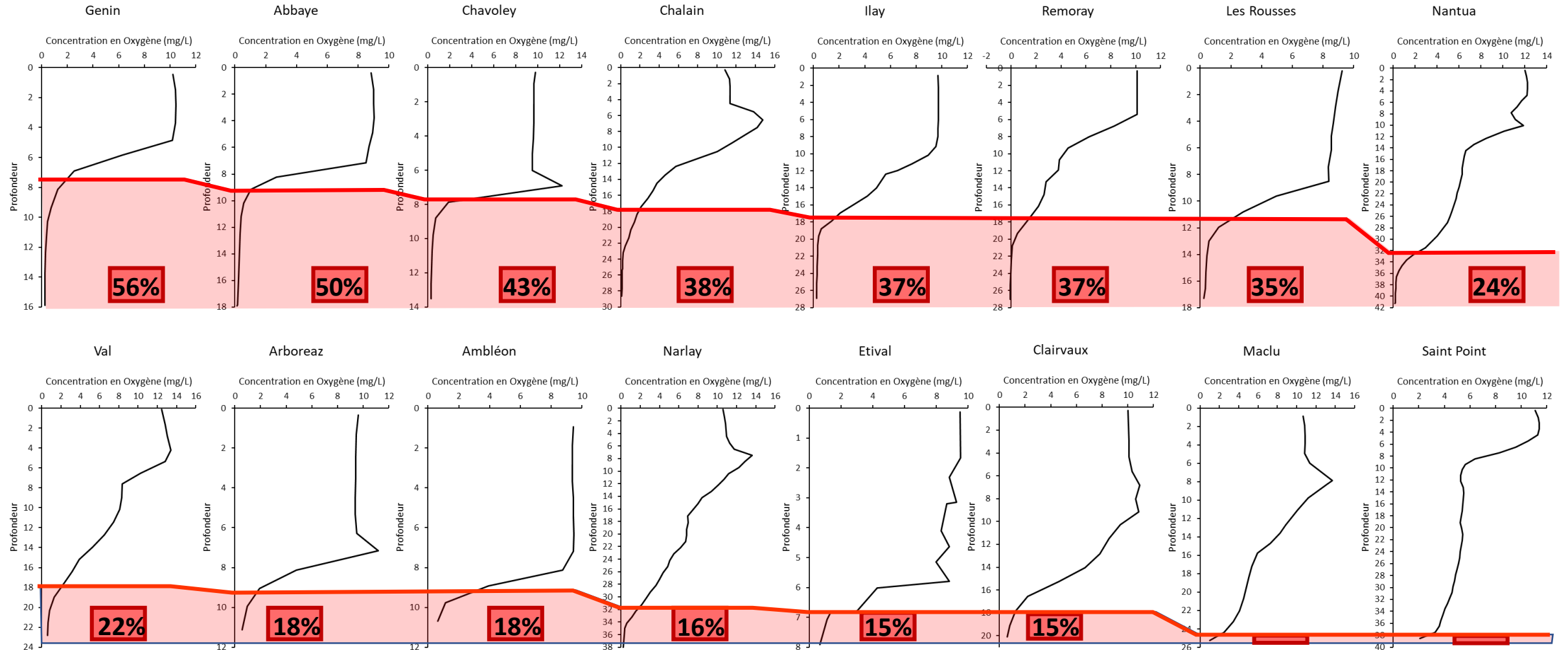
Pas d'effet taille : CH₄ ↗ avec l'eutrophisation

eutrophisation : anoxie + MO = CH₄ et MO phyto = +
facilement convertie en CH₄

Perturbation locale ➡ Impact global

Impacts de l'eutrophisation sur les lacs jurassiens ?

Aperçu des données sur l'état actuel : les concentrations en oxygène le long de la colonne d'eau (suivi septembre 2021)



Hypoxie/anoxie dans la zone profonde : perte de biodiversité (zones mortes)

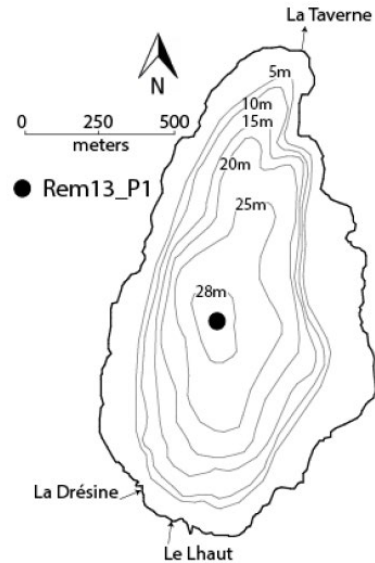
(Sur)-production primaire : recyclage de la nécromasse = consommation d'oxygène

Impacts de l'eutrophisation sur les lacs jurassiens ?

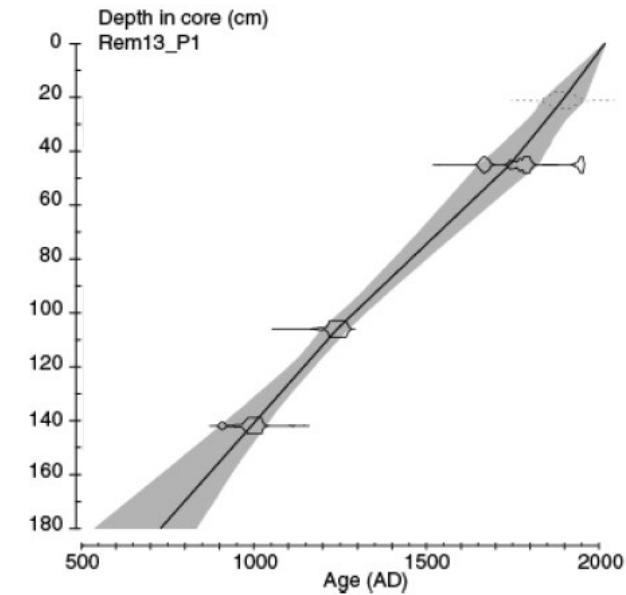
La contribution des approches basées sur l'étude des archives sédimentaires : ex le Lac de Remoray



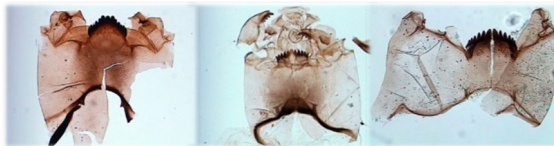
Carottage



Chronologie



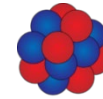
Analyse multiproxies



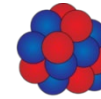
**Assemblages fossiles de
Chironomidae**



CN

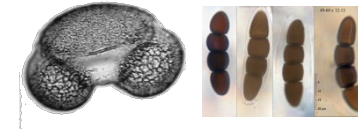


Carbon-12
98.9%
6 protons
6 neutrons



Carbon-13
1.1%
6 protons
7 neutrons

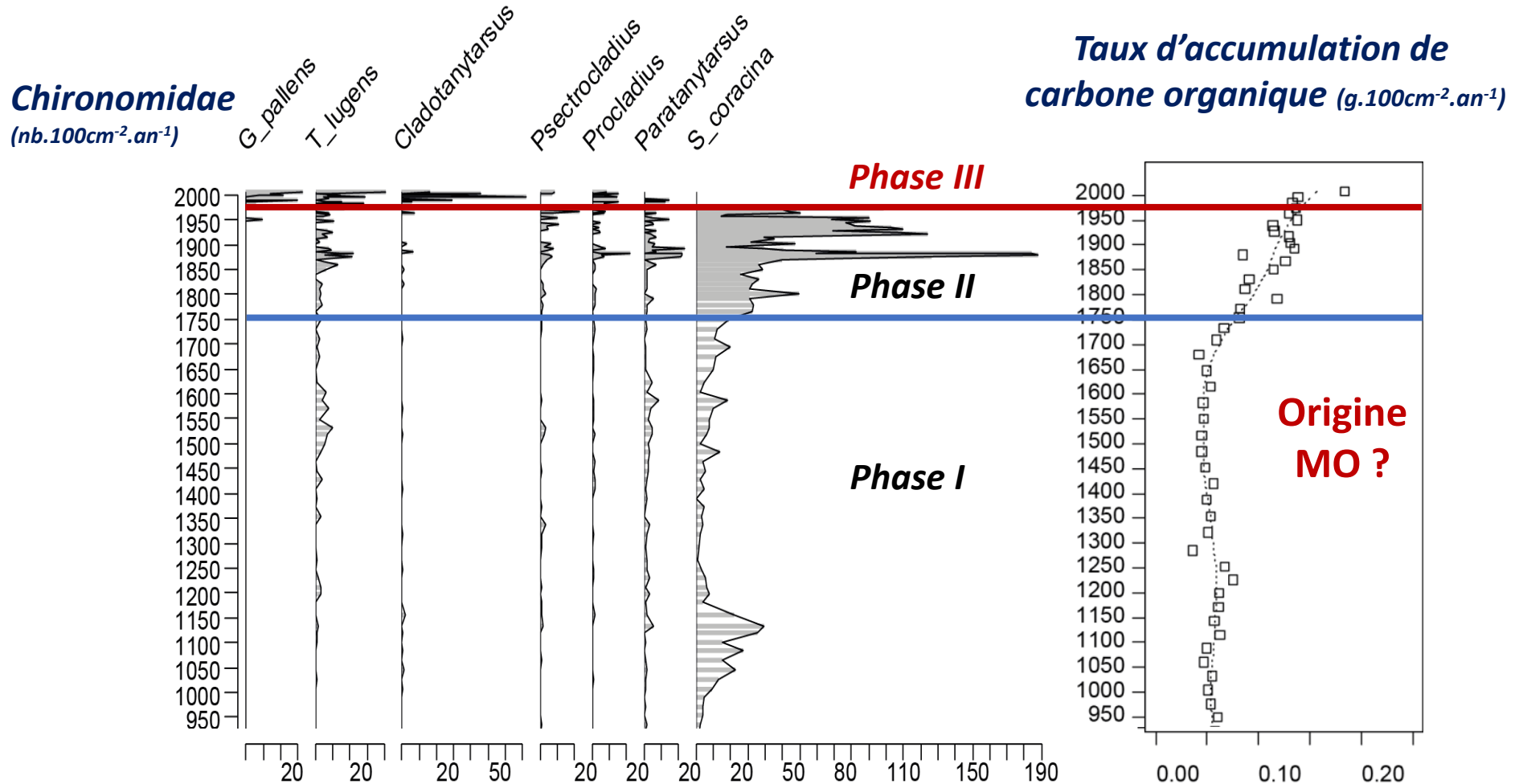
**Isotopes du
carbone**



**Pollen et spores
de coprophiles**

Impacts de l'eutrophisation sur les lacs jurassiens ?

La contribution des approches basées sur l'étude des archives sédimentaires : ex le Lac de Remoray

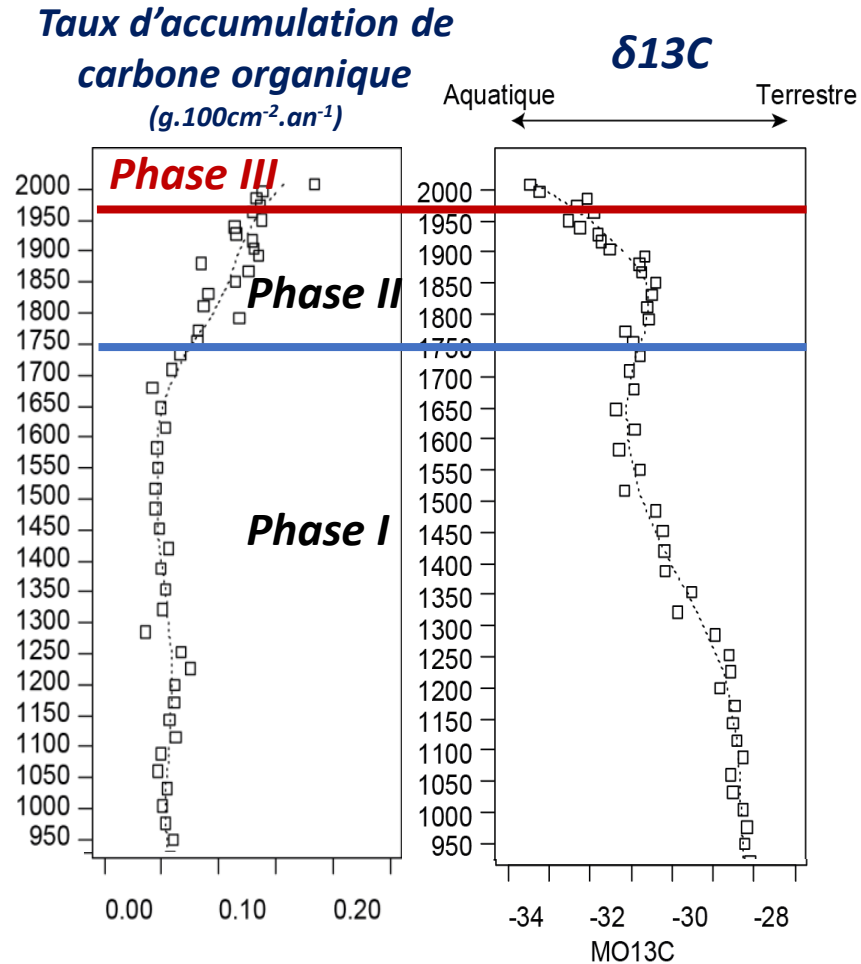


1^{er} changement dès 1750
Bascule dans les années 70 : zone
profonde « morte »

↗ MO = ↗ ressources nutritives
Post 70 seuil = hypoxie

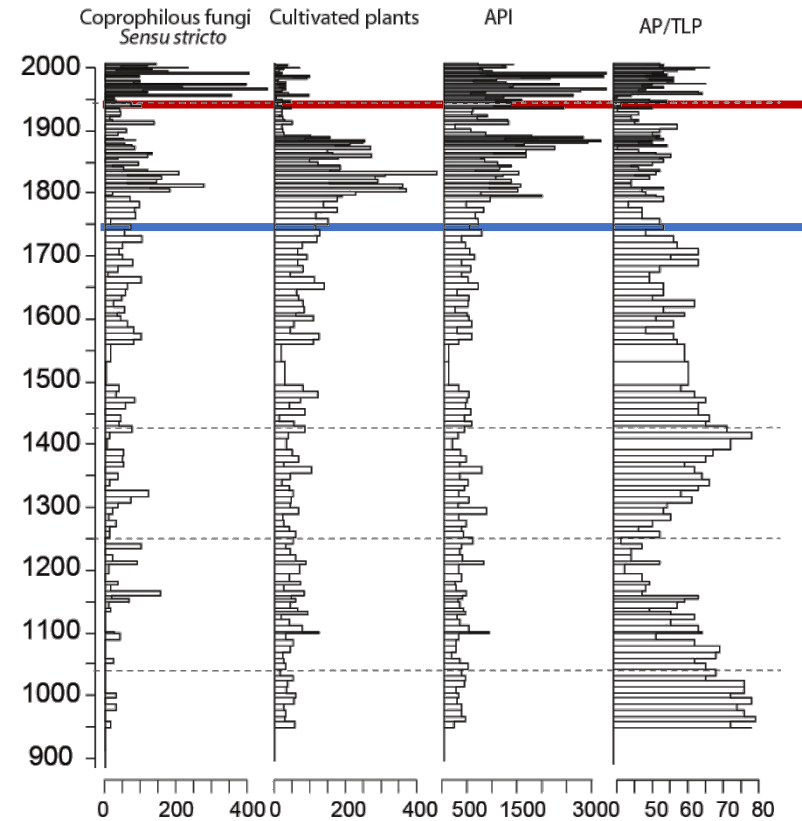
Impacts de l'eutrophisation sur les lacs jurassiens ?

La contribution des approches basées sur l'étude des archives sédimentaires : ex le Lac de Remoray



**Années 70 zone morte : ↗ MO
aquatique (eutrophisation)**

Spores de coprophiles et pollen

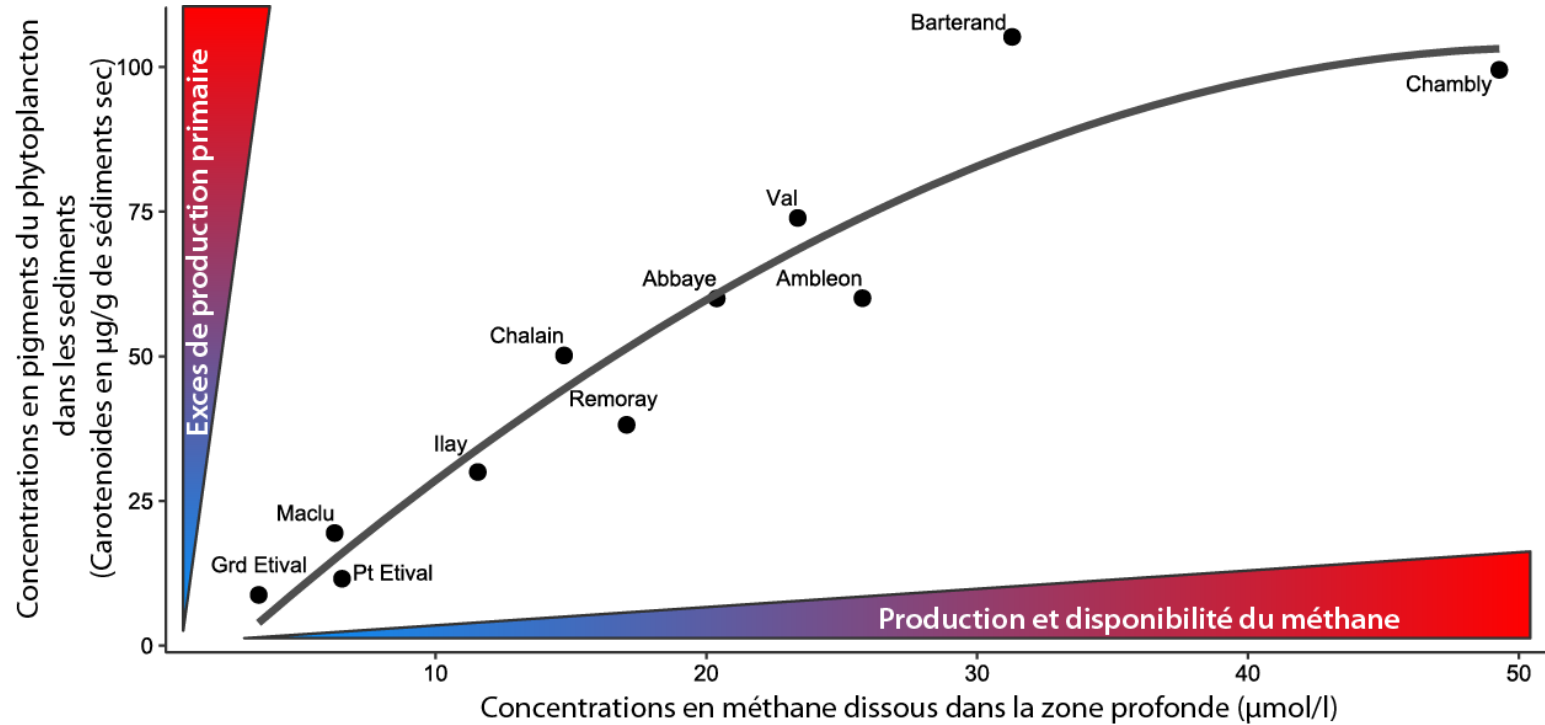


**1750 : ↗ (pastoralisme + culture)
1950 : ↗ pastoralisme**

Impacts de l'eutrophisation sur les lacs jurassiens ?

Eutrophisation : une activation et une accélération du métabolisme du méthane

Excès de production primaire et $[\text{CH}_4]_{\text{hypolimnétique}}$ dans 11 lacs du Jura



Essert et al. 2021

Conclusions et Perspectives

Lacs jurassiens : impactés à des degrés divers par une eutrophisation accélérée

- ⇒ Eutrophisation : concerne **tout les lacs jurassiens** (et autres), **Etat actuel « préoccupant » de nombreux lacs** : perte de biodiversité (zone morte), anoxie, développement de cyanobactéries ...
- ⇒ **Situation non référentielle** inédite (cf approche paleo), bascule majeure au cours du 20^{ème} siècle
- ⇒ **Origine multifactorielle** (eaux usées, agriculture ...).
- ⇒ Lacs eutrophisés **contribuent au CC** (émissions de GES)
- ⇒ Lacs eutrophisés **plus vulnérables au CC** : urgence de diminuer les apports de nutriments aux hydrosystèmes en adaptant les pratiques.

Quelques perspectives

Constitution d'un Groupement d'Intérêt Scientifique
sur les Plans d'eau de l'arc Jurassien : **GIS PLAJ**



*Connaitre et comprendre pour une gestion durable des
plans d'eau de l'Arc Jurassien*



PROGRAMME
DE RECHERCHE
CARBONE ET
ÉCOSYSTÈMES
CONTINENTAUX

Projets de recherches
Deep-C, Carbonium et
CARLA

RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTE



Rôle des plans d'eau dans le cycle du carbone global
Stockage, recyclage, transfert et émissions