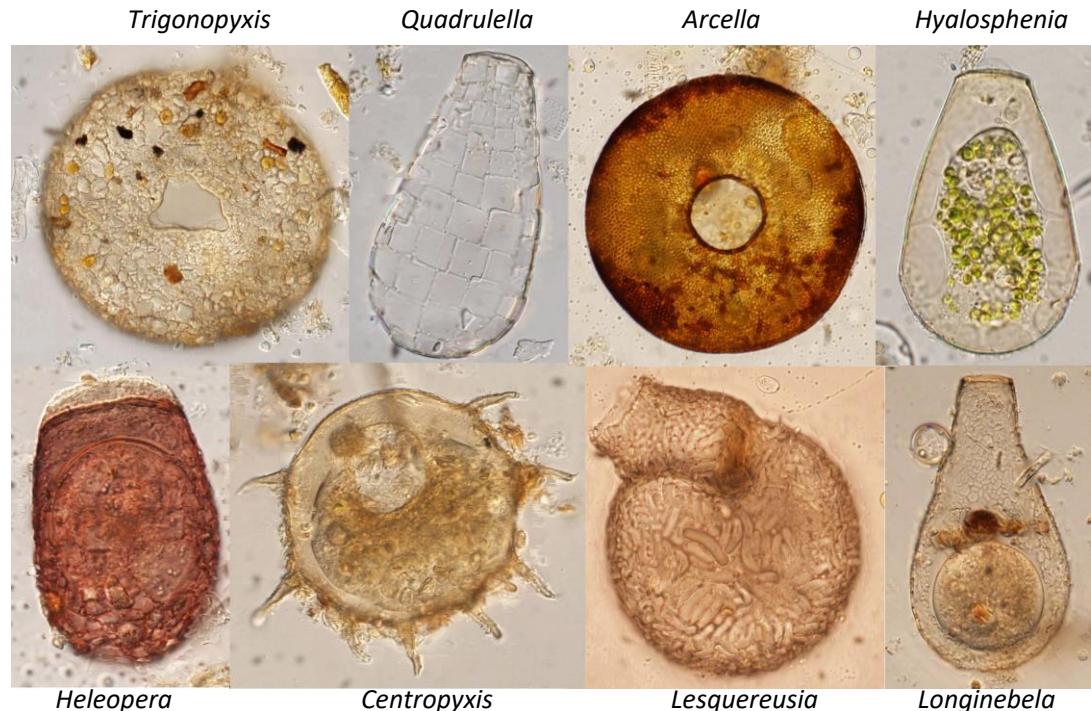


Les thécamoebiens : un groupe de micro-organismes très utiles pour l'étude de changements passés et présents des tourbières

Beschalte Amöben : eine Gruppe von Mikroorganismen, die sehr nützlich für die Untersuchung vergangener und gegenwärtiger Veränderungen in Torfgebieten ist

Edward Mitchell
Laboratoire de Biodiversité du Sol
Université de Neuchâtel



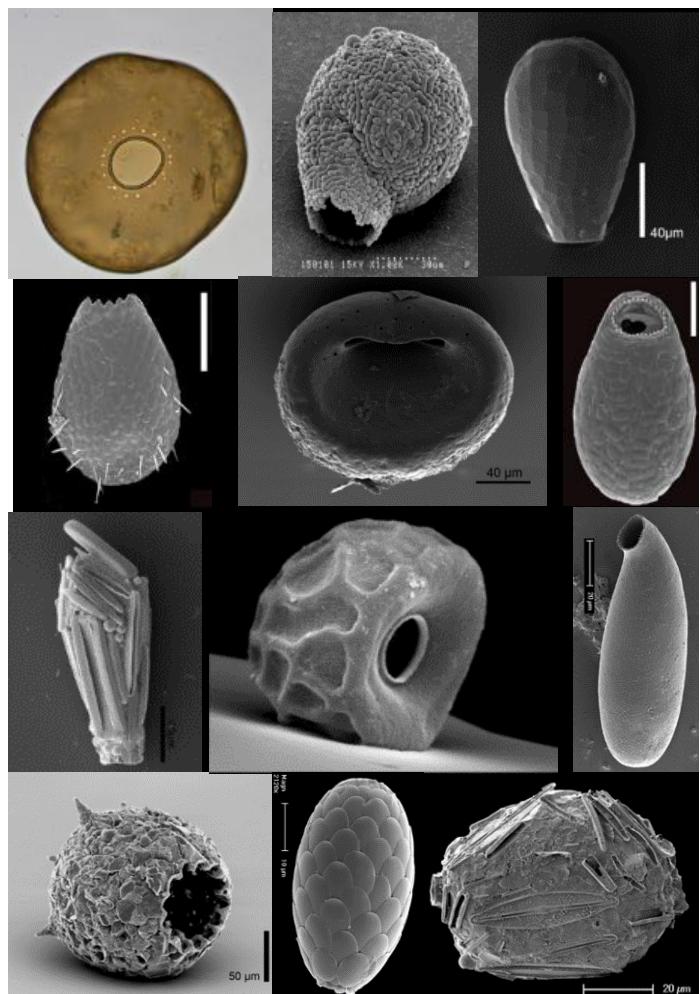
Thécamoebiens = amibes à thèque

= amibes à coquille

D: beschalte Amöben, Testacea

- Protozoaires libres (non parasites)
- Très communs dans les milieux terrestres et aquatiques
 - => sols, mousses, eau douce (et marine)
- Taille: 10-400 µm (= pollen)
- Environ 2500 espèces décrites morphologiquement
 - Beaucoup plus en réalité!

- Frei lebende (nicht-parasitäre) Protozoen
- Sehr häufig in terrestrischer und aquatischer Umgebung
- => Böden, Moose, Süßwasser (und Meerwasser)
- Größe: 10-400 µm (= Pollen)
- Etwa 2500 morphologisch beschriebene Arten
- In Wirklichkeit viel mehr



Photos: R. Meisterfeld, T. Heger, E. Mitchell

La thèque (coquille): très utile pour leur utilisation en écologie!

- Permet **l'identification** des espèces même après la mort
 - Est **conservée** dans les tourbes et sédiments
-
- Ermöglicht die Identifizierung von Arten auch nach dem Tod
 - ist in Torf und Sedimenten erhalten (Fossilien)

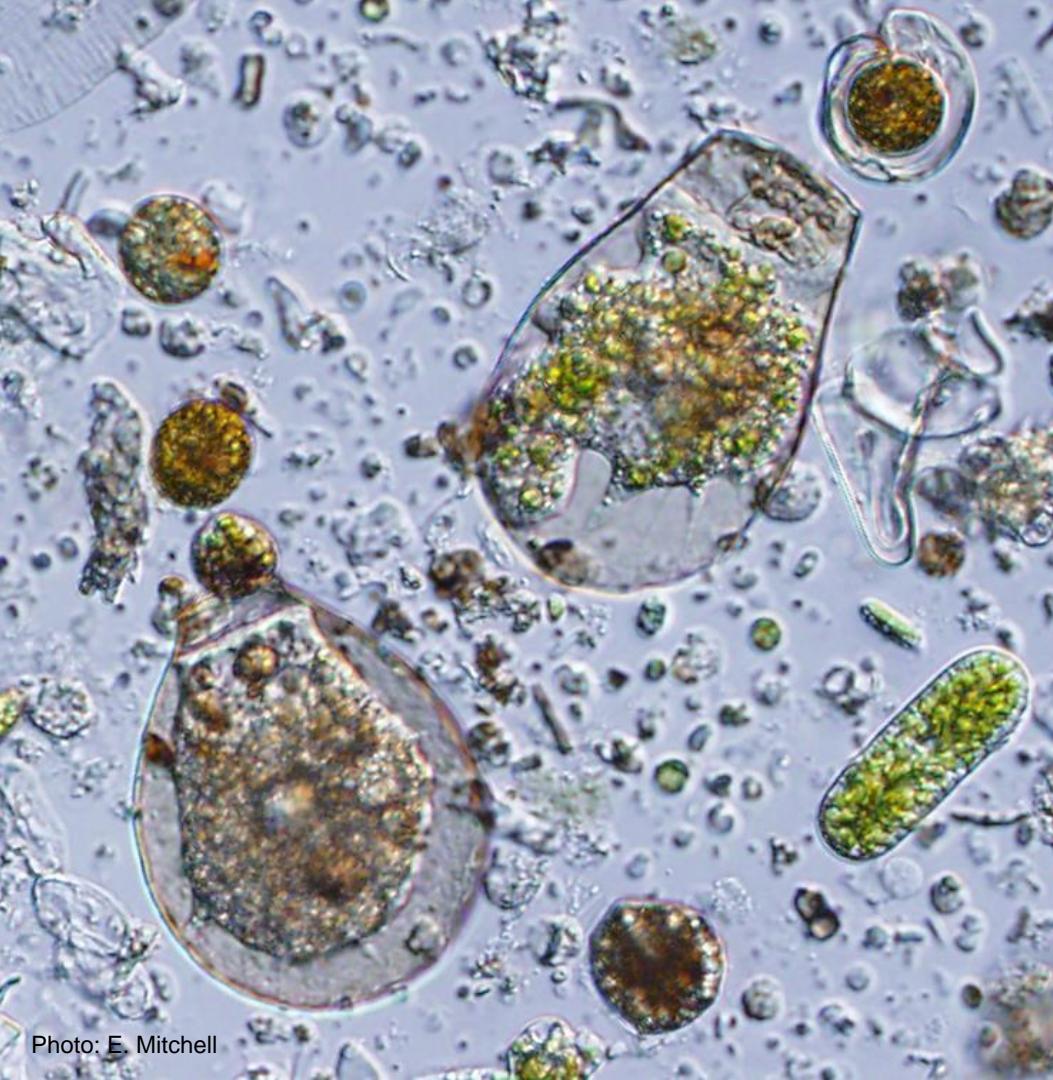
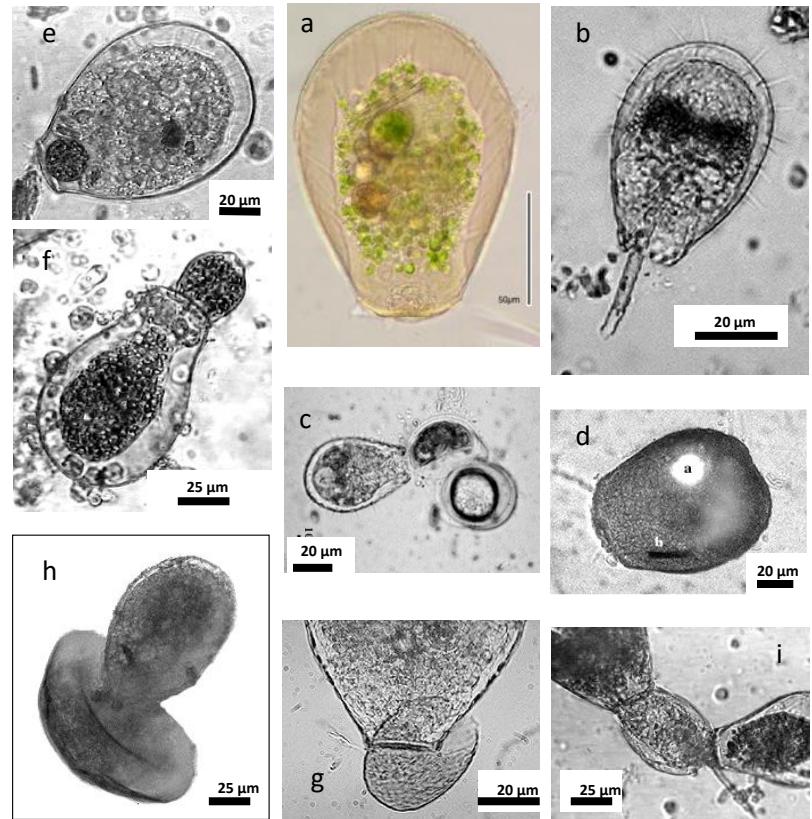


Photo: E. Mitchell

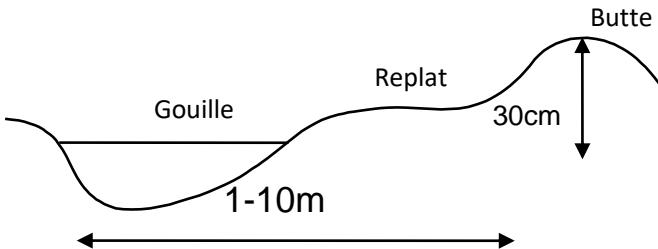
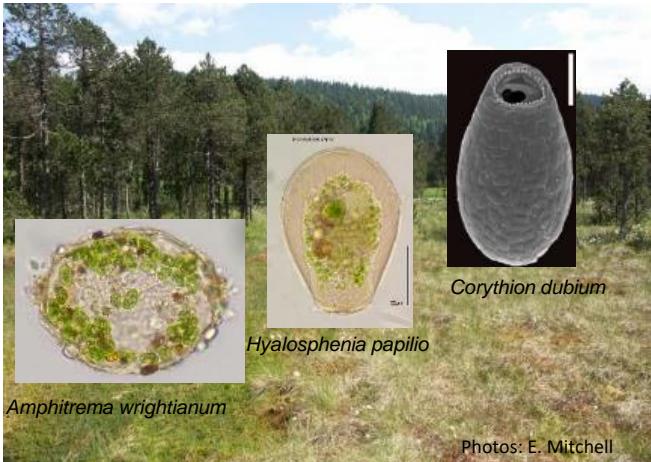
Rôles fonctionnels

- En majorité **prédateurs**
=> Mangent des bactéries, champignons, micro-algues, protozoaires, micro-invertébrés (nématodes, rotifères, etc.)
- Certaines espèces sont mixotrophes «plante + animal»
=> Possèdent des algues symbiotiques (ex: *Hyalosphenia papilio* => image a)
- Meistens räuberisch
=> Bakterien, Pilze, Mikroalgen, Protozoen, wirbellose Mikroorganismen (Fadenwürmer, Rädertierchen usw.)
- Einige Arten sind mixotroph "Pflanze + Tier"
=> Haben symbiotische Algen (z. B. *Hyalosphenia papilio* => Bild a)



Bioindication:

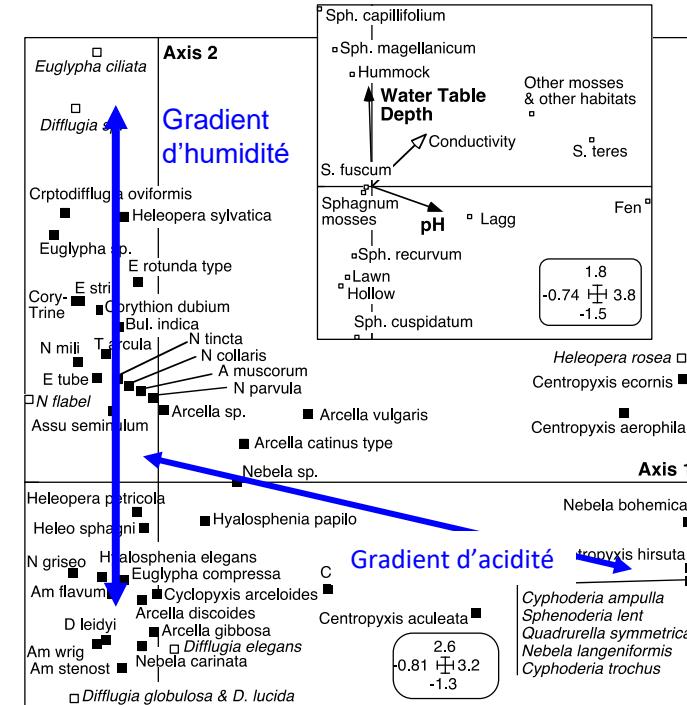
Quelle information nous apportent les thécamoebiens?



Les thécamoebiens sont sensibles aux gradients écologiques principaux des tourbières:

- Niveau de la nappe
- pH
- Nutriments

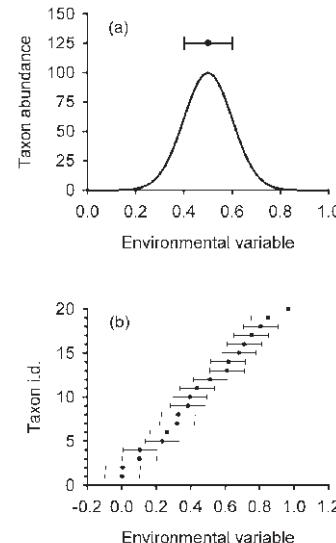
- Die beschalten Amöben reagieren auf die wichtigsten ökologischen Gradienten der Moorgebiete:
- Grundwasserspiegel
- pH-Wert
- Nährstoffe



Quelle est la fiabilité des thécamoebiens comme bioindicateurs? *Wie zuverlässig sind die beschalte Amöben als Bioindikatoren?*

Distribution théorique d'espèces le long
d'un gradient écologique

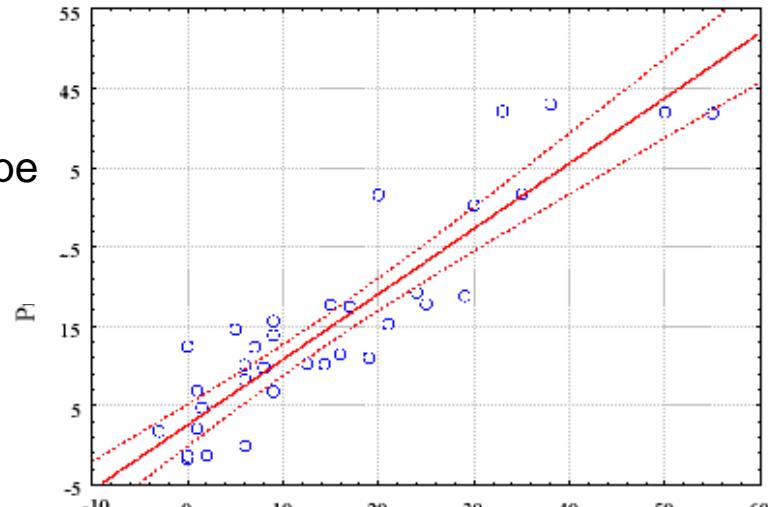
*Theoretische Verteilung der Arten entlang
eines ökologischen Gradienten*



Modèle prédictif (fonction de transfert) pour le
niveau de la nappe

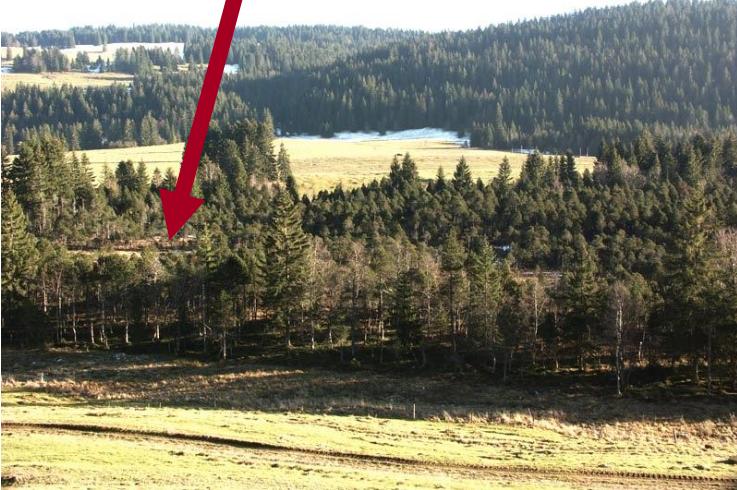
*Vorhersagemodell (Übertragungsfunktion)
für den Grundwasserspiegel*

Niveau de nappe
prédit (cm)



Exemple d'application: L'histoire paléo-écologique de la tourbière de Praz-Rodet (Vallée de Joux, VD)

Carotte ~ 4 mètres = 10'000 ans



Beispiel für eine Anwendung: Die paläoökologische Geschichte des Torfmoores Praz-Rodet (Vallée de Joux, VD)



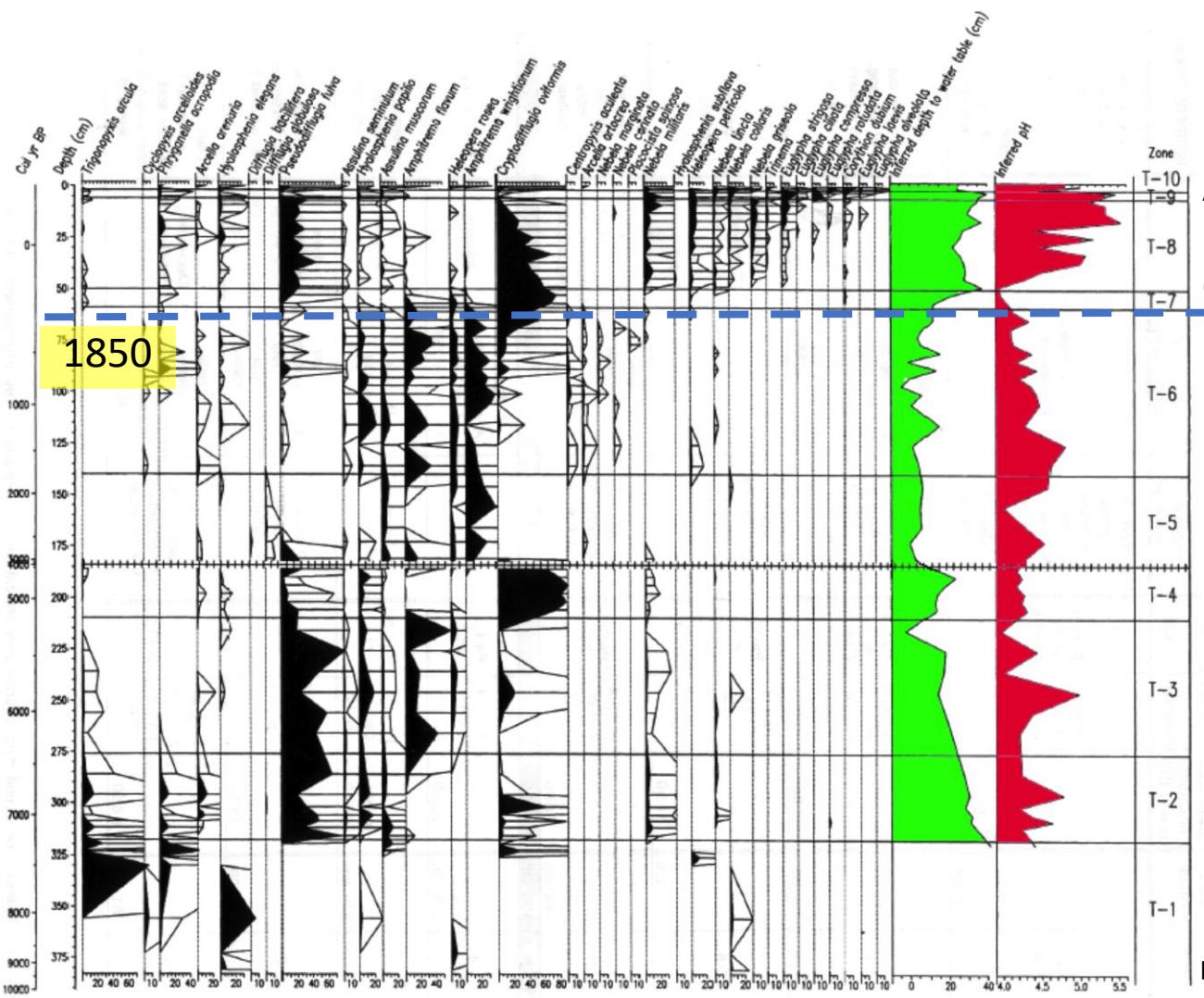
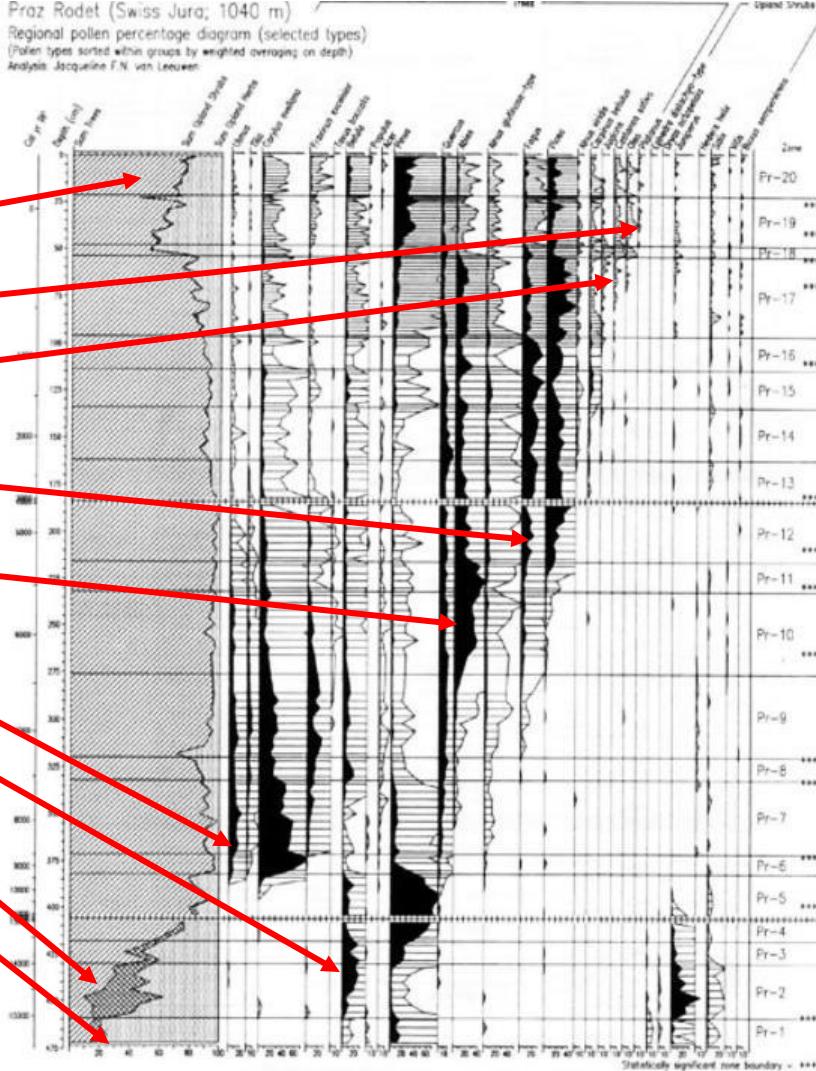
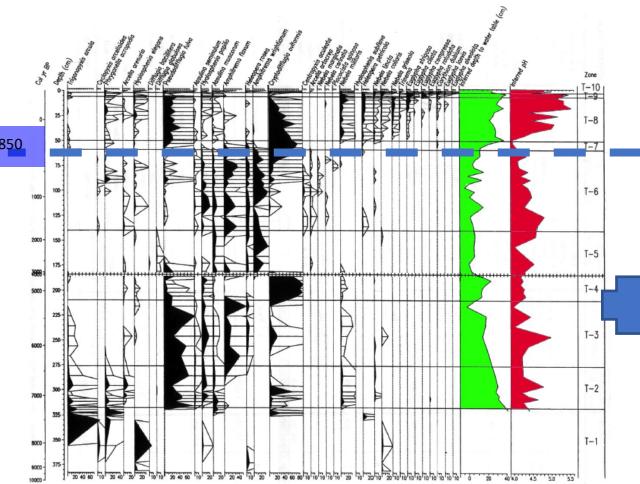


Diagramme pollinique: 13'000 ans d'histoire

- Défrichements intensifs, pâture (19ème siècle)
 - Chanvre, céréales
 - Époque romaine, Châtaignier
 - Premières traces de pâture, Hêtre
 - Sapin blanc, Érable, Frêne
 - Chêne, Orme, Noisetier, Tilleul
 - Forêt ouverte (bouleaux, saules)
 - Steppe buissonnante (genevriers)
 - Végétation herbacée (steppe)

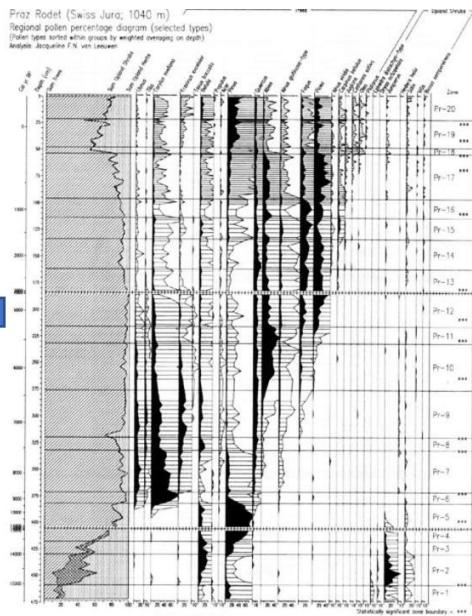


Interprétation



Mitchell et al. 2001 Holocene

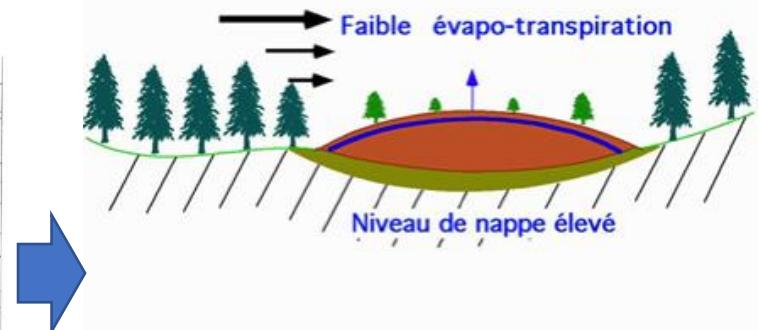
Paléoécology => ***Guiding image***



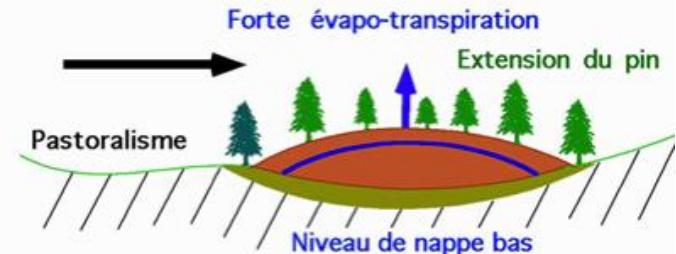
=> Une aide pour la gestion du milieu

=> Ein Hilfsmittel für das Umweltmanagement

Avant les défrichements



Après les défrichements



Méta-analyse de 31 reconstructions hydrologiques basées sur les thécamoebiens à l'échelle européenne
=> Assèchement durant la période 1800-2000

- 60% des sites plus secs qu'au cours des 600 dernières années.
- 40% plus secs qu'au cours des 1000 ans.
- 24% plus secs qu'au cours des 2000 ans.

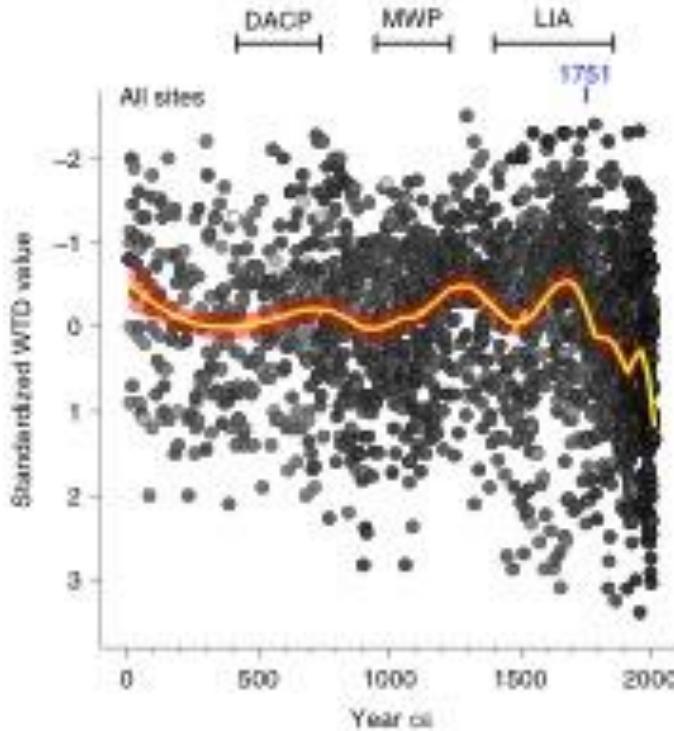
Causes possibles:

- pressions **climatiques** (réchauffement, sécheresse)
- impacts **humains directs** sur les tourbières.

=> l'humidité de nombreuses tourbières européennes s'éloigne des lignes de base naturelles.

=> urgence d'une **gestion** et d'une **restauration** efficaces des tourbières européennes.

Meta-Analyse von 31 hydrologischen Rekonstruktionen auf europäischer Ebene => Austrocknung im Zeitraum 1800-2000



Nouveau développement: Les thécamoebiens comme indicateurs du **fonctionnement** des tourbières?

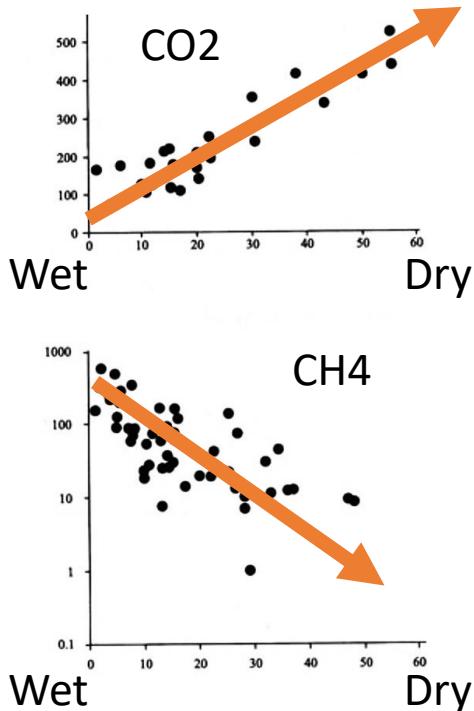
- Les tourbières accumulent-elles du carbone?
- La restauration est-elle efficace pour augmenter cette fonction?
- Qu'en est-il de la production de méthane?

*Neue Entwicklung:
Beschalte Amöben als
Indikatoren für die
Funktionsweise von
Mooren?*

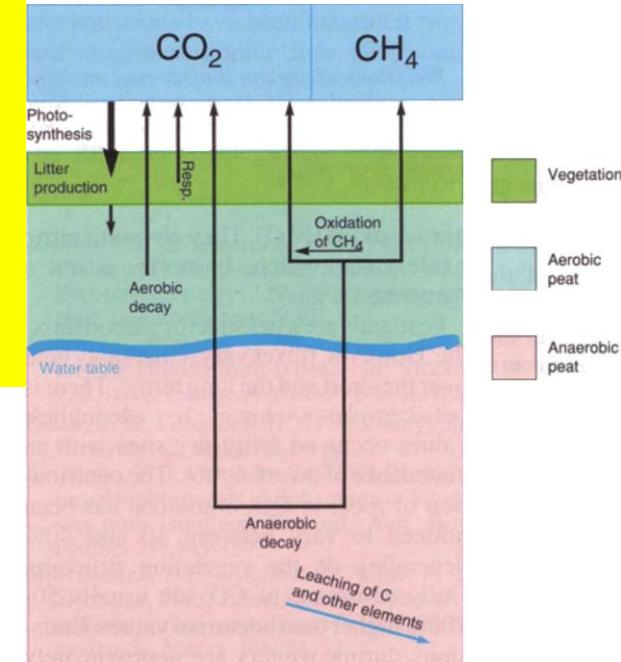
- Akkumulieren Moore Kohlenstoff?
- Kann die Wiederherstellung diese Funktion verbessern?
- Was ist mit der Methanproduktion?

Quel impact les tourbières ont elles sur le climat?

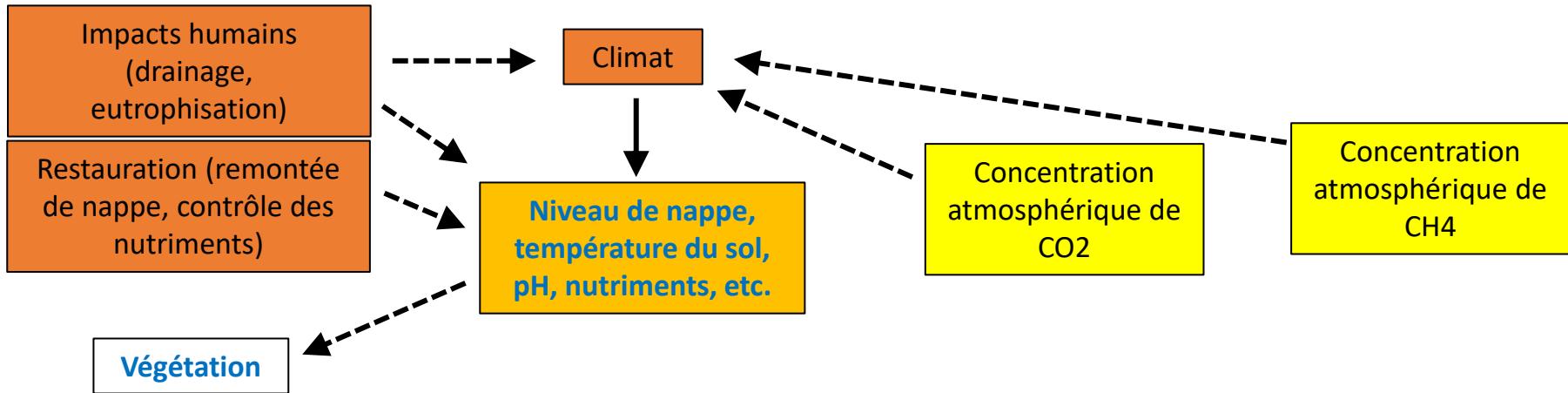
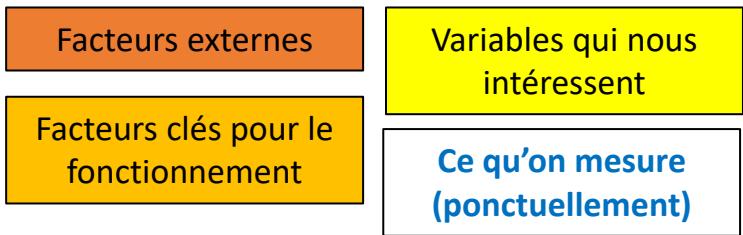
=>Echanges de CO₂ et CH₄ à la surface des tourbières



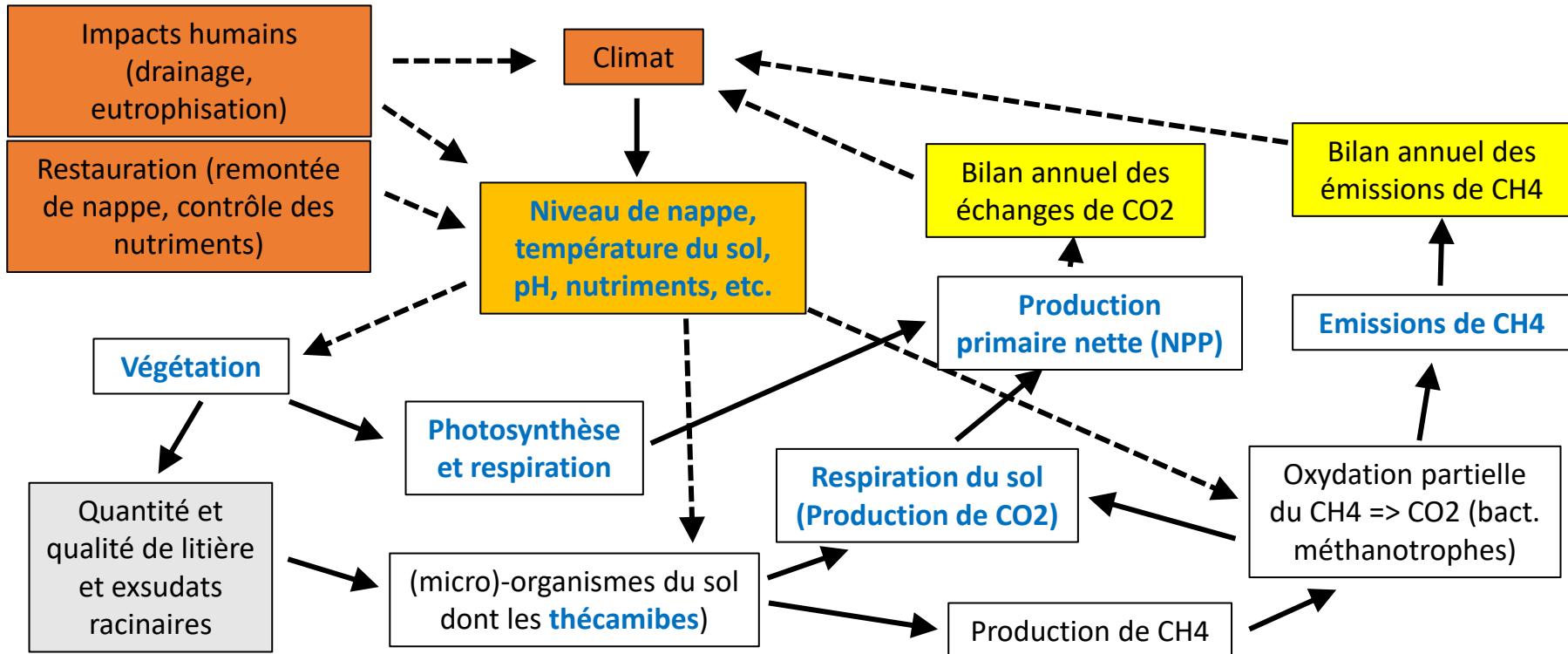
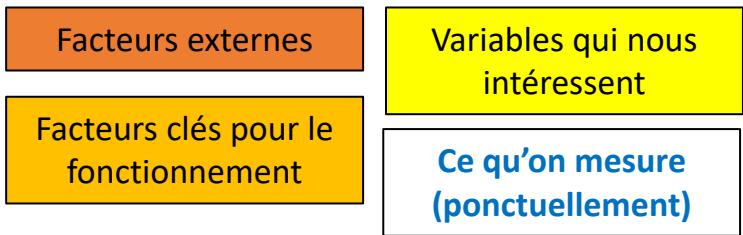
- Trocken:
 - Hohe Atmung des Ökosystems => CO₂-Ausstoß
 - Geringe CH₄-Emissionen
- Nass:
 - Schwächere Atmung als Photosynthese => CO₂-Fixierung
 - Hohe CH₄-Emissionen
- Nappe basse (sec)
 - Forte respiration de l'écosystème => émission de CO₂
 - Faible émission de CH₄
- Nappe haute (humide)
 - Respiration plus faible que la photosynthèse => fixation de CO₂
 - Forte émission de CH₄



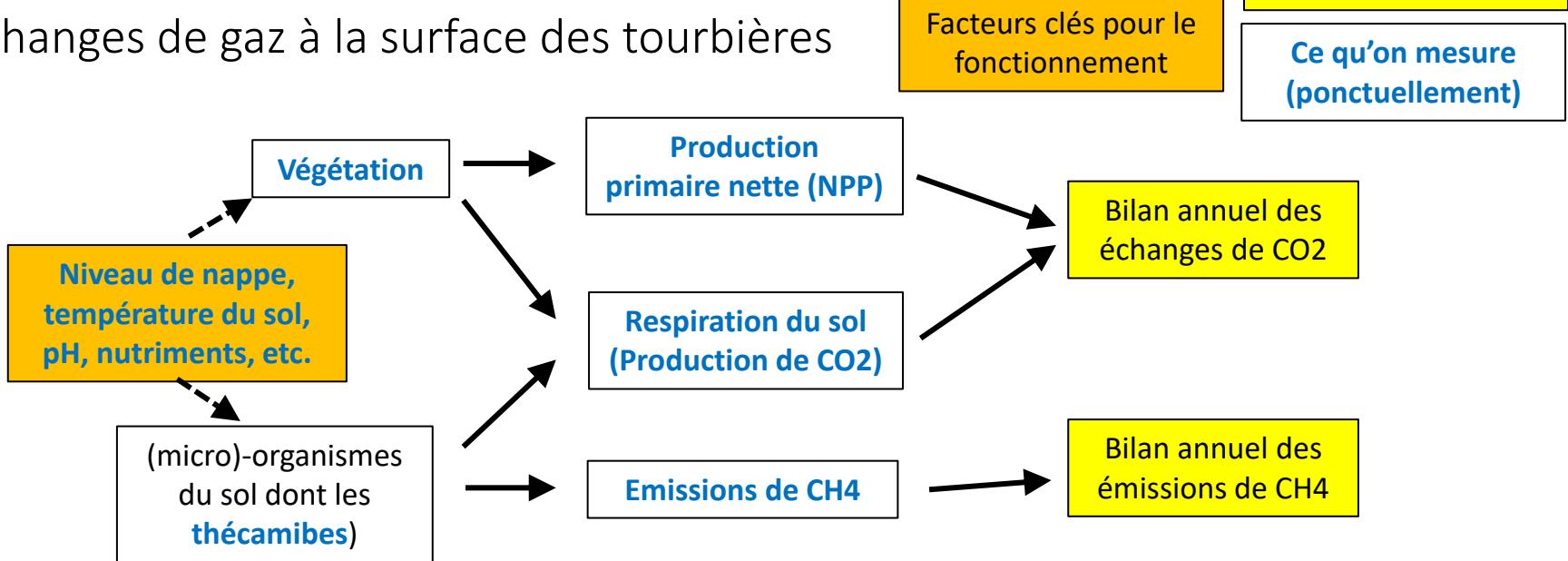
Facteurs déterminant les échanges de gaz à la surface des tourbières



Facteurs déterminant les échanges de gaz à la surface des tourbières



Les thécamibes comme indicateurs des échanges de gaz à la surface des tourbières



Variables qui nous intéressent

Ce qu'on mesure (ponctuellement)

Fonction de transferts (modèle prédictifs)

- Existant: Niveau de nappe, pH;
- À développer: Bilan de CO₂, CH₄.
- Avantage: Une seule mesure (analyse thécamibes) suffit pour prédire un bilan annuel.
- Nécessite une calibration sur la base d'une large sélection de micro-milieux couvrant les gradients principaux (nappe, pH, naturel, drainé, restauré, végétation) et mettant en relation conservation de la biodiversité et fonctionnement (recherche d'optimum mutuel)



**Übertragungsfunktion
(prädiktives Modell):**

- Vorhanden: Grundwasserstand, pH-Wert
- Zu entwickeln: Bilanz von CO₂, CH₄.
- Vorteil: Eine **einige Messung** (die Camibes-Analyse) reicht aus, um eine **Jahresbilanz** vorherzusagen.
- Erforderlich ist eine Kalibrierung auf der Grundlage einer breiten Auswahl von Mikroumgebungen, die die wichtigsten Gradienten abdecken (Grundwasserspiegel, pH-Wert, natürliche, entwässerte, wiederhergestellte, Vegetation) und die Erhaltung der biologischen Vielfalt mit dem Funktionieren verbinden (Suche nach dem gegenseitigen Optimum)

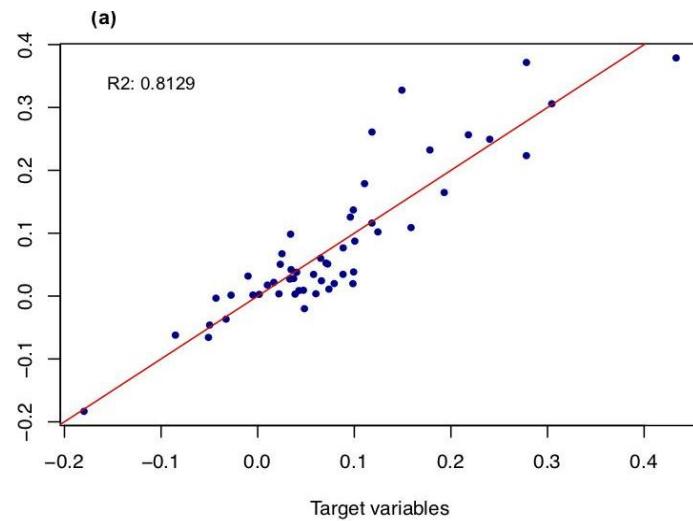
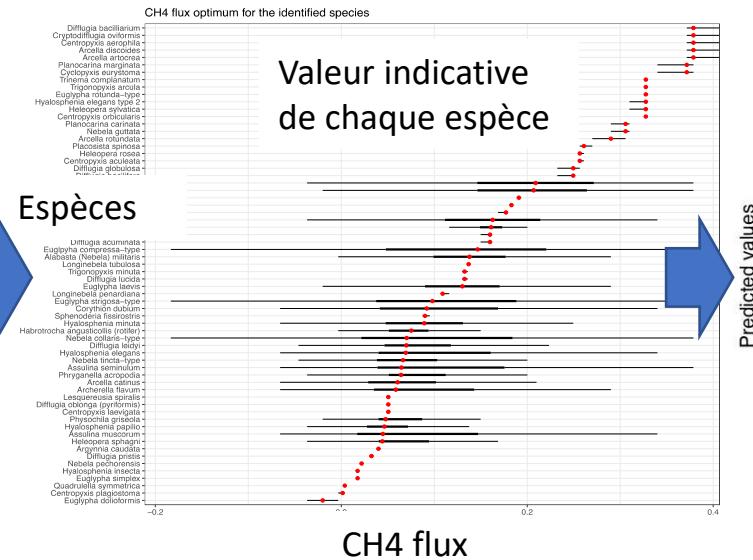
Relationships between northern peatland testate amoebae and methane emissions – building a transfer function for inferring present and past methane emissions

Etude préliminaire:
=> Résultats encourageants!

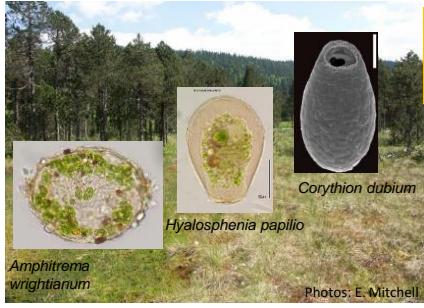
MASTER OF SCIENCE IN BIOLOGY

Alicia Frésard

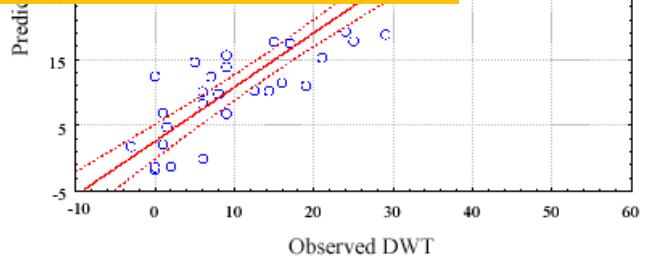
Vorläufige Studie:
=> Ermutigende Ergebnisse!



Résumé / Fazit



Fonctions de transfert: Modèles statistiques permettant d'estimer le **niveau de la nappe** et les **échanges de gaz** sur la base de communautés de thécamoebiens

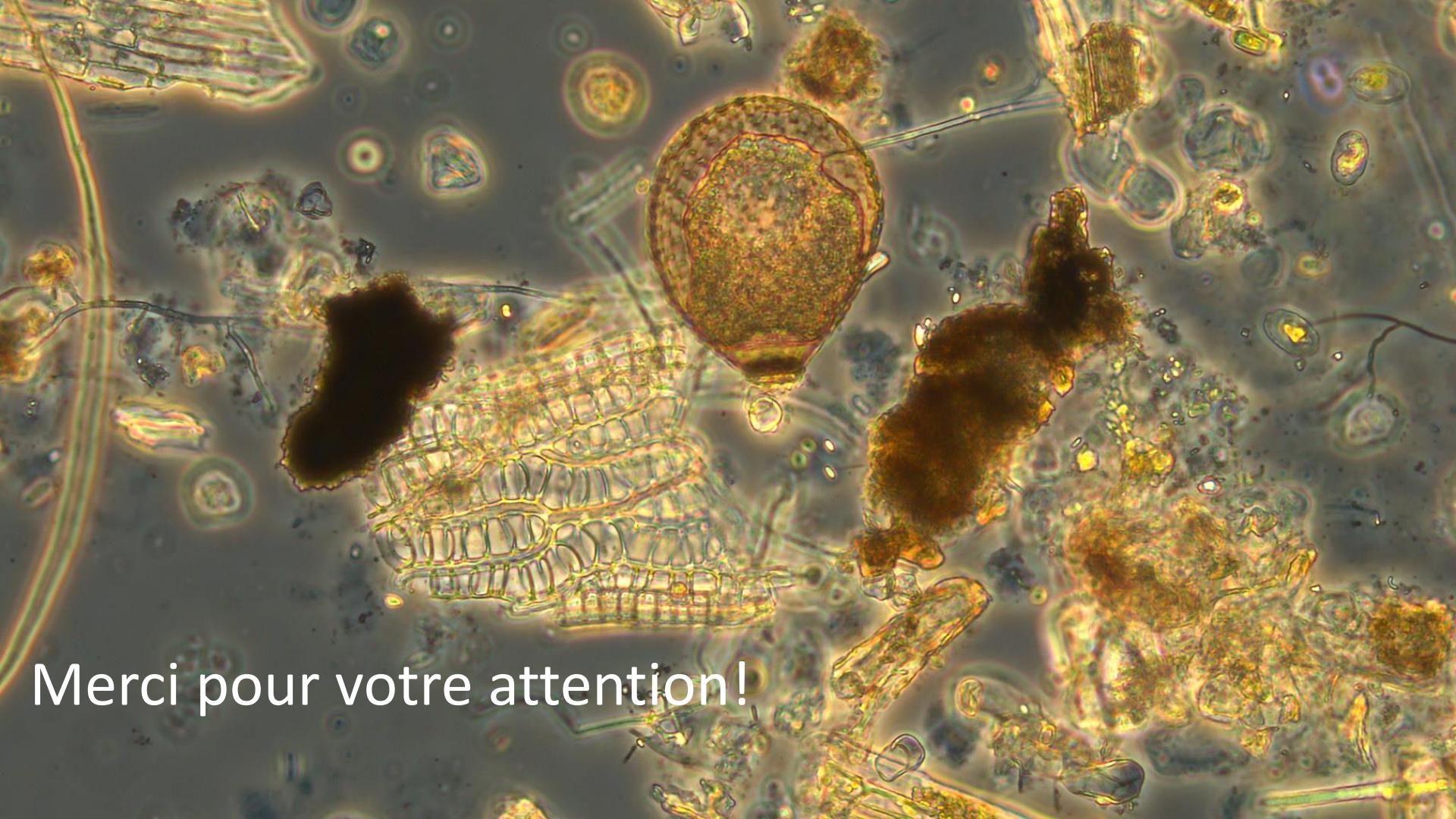


Monitoring et reconstruction de l'histoire de la fixation de CO₂ et des émissions de CH₄

- à long-terme (paléoécologie)
- à court terme (changement climatiques actuels, mesures de gestion)

Überwachung und Rekonstruktion der langfristigen Geschichte der CO₂-Fixierung und CH₄ Emissionen

- auf lange Sicht (Paläoökologie)
- kurzfristig (aktueller Klimawandel, Managementmaßnahmen)

A microscopic image showing various organisms in water. In the center, there is a large, oval-shaped diatom with a distinct greenish-yellow color and a textured surface. To its left, a long, segmented, translucent ribbon-like organism, possibly a nematode or a type of rotifer, is visible. On the right side, several dark, irregularly shaped particles, likely organic debris or sediment, are scattered. The background is a dark, mottled grey, typical of a microscopic field of view.

Merci pour votre attention!