



L'influence de l'hétérogénéité environnementale dans les variations de la diversité et de la composition des communautés microbiennes dans une tourbière de l'étage montagnard pyrénéen

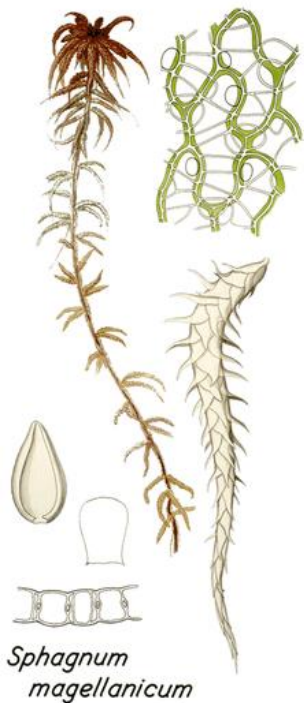
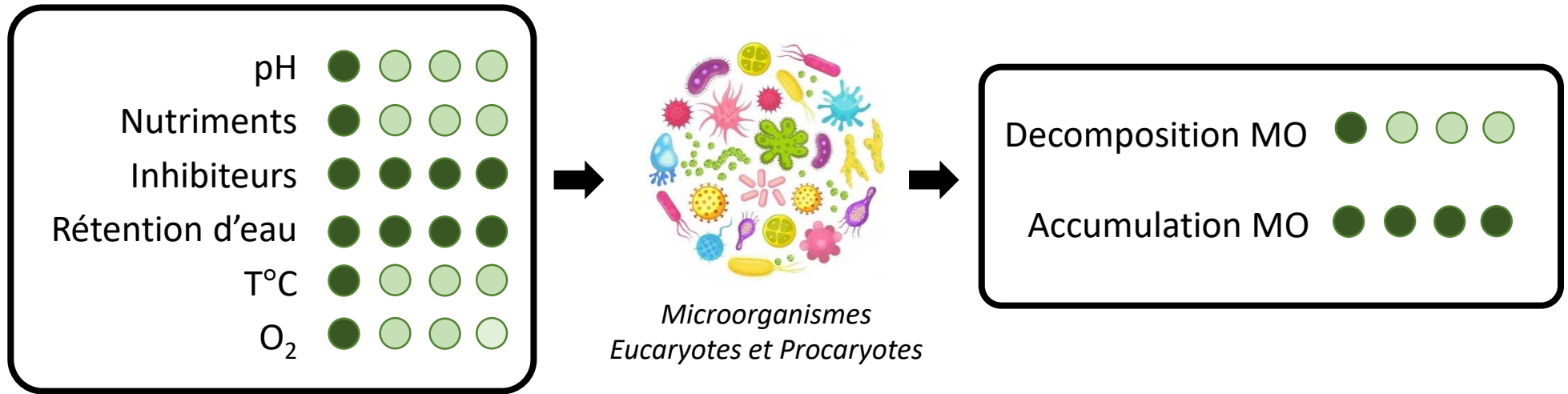
Rigal F., Richy E., Gandois L., Baldy A., Le Roux G. & Lauga B.



Tourbière de Bernadouze, Novembre 2021



Les tourbières: des écosystèmes au fonctionnement singulier



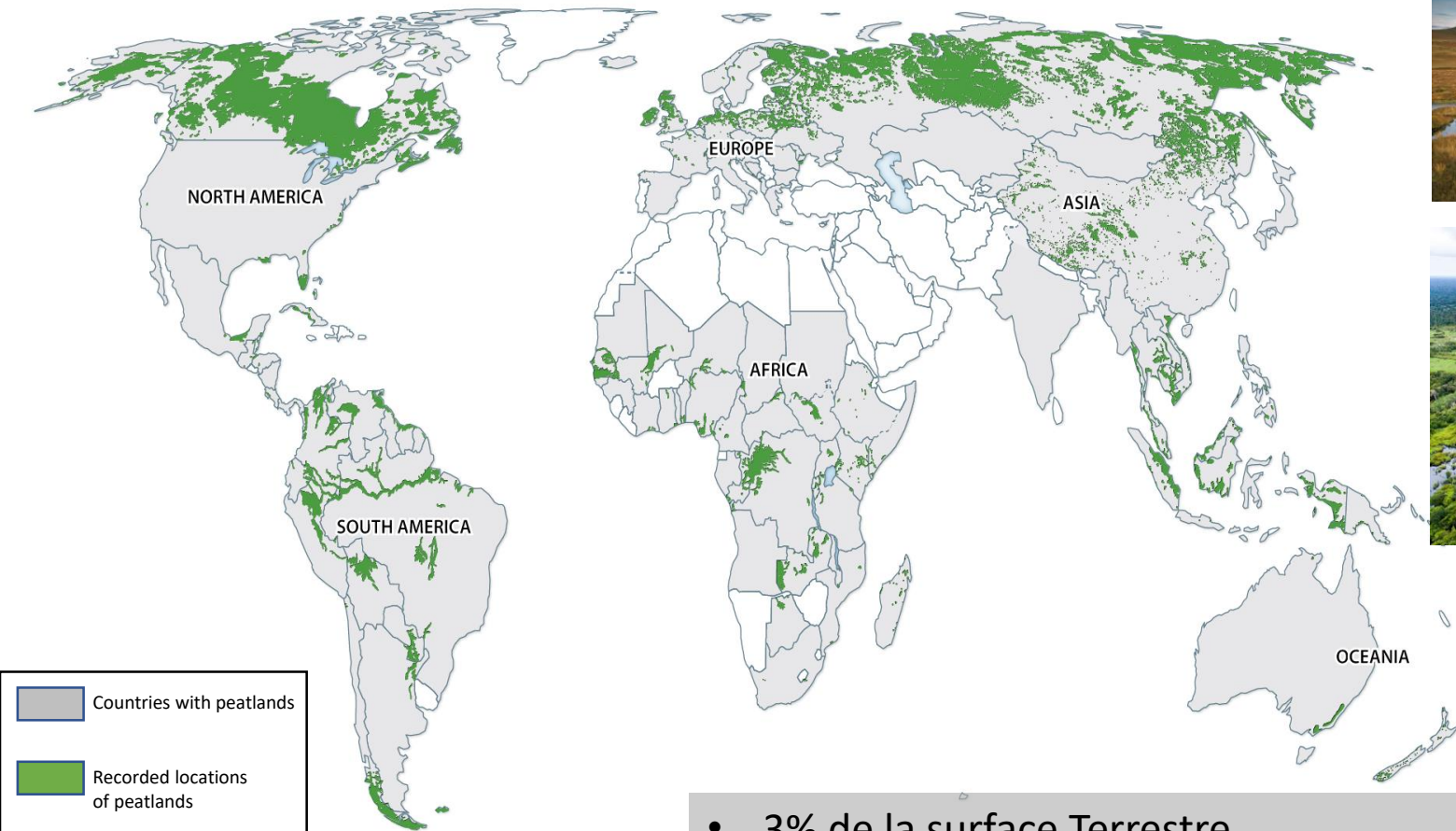
Production primaire >>> Décomposition de la matière organique

Puits de carbone majeur au niveau global ⇨ 25 % du stock des sols

Alors qu'elles ne représentent ⇨ 3 % surface continentale



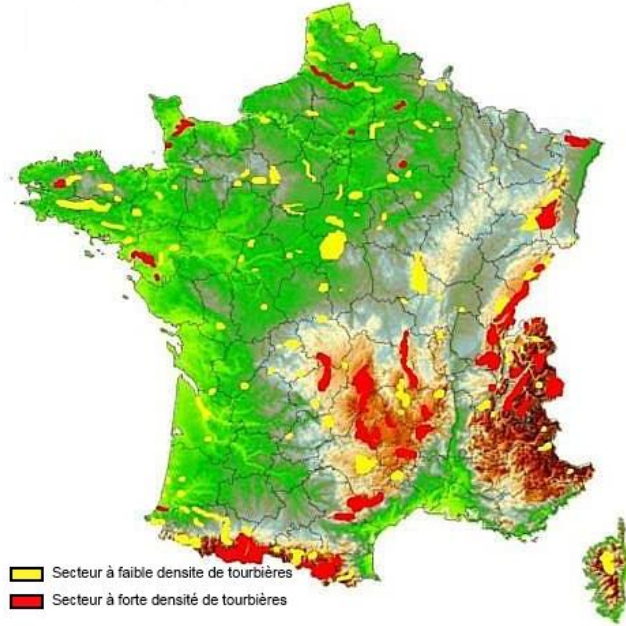
Les tourbières: Répartition globale



- 3% de la surface Terrestre
- Environ 4 million de km²
- Représentent 70% zones humides d'eau douce

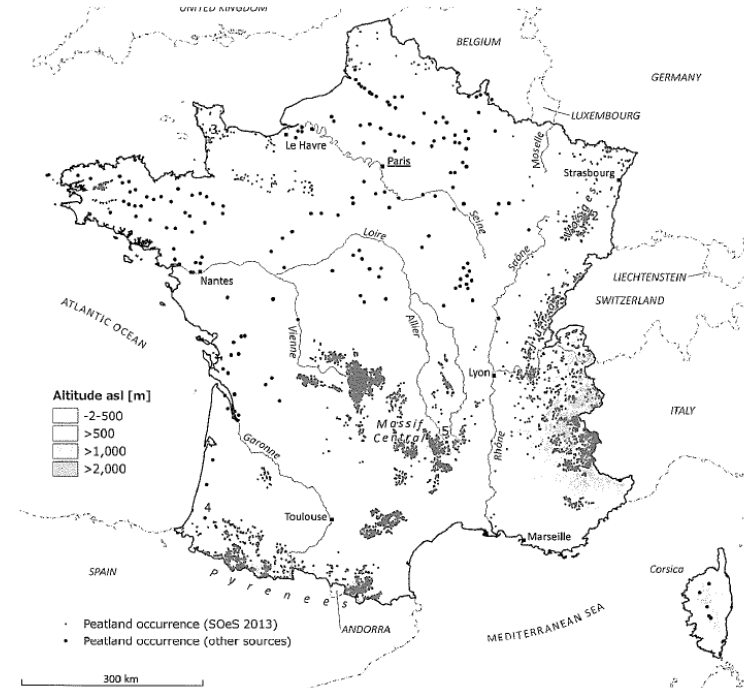


Les tourbières en France



Localisation des tourbières acides et alcalines en France (2005)

Source : http://www.pole-tourbieres.org/IMG/jpg/carte_france_tourbieres.jpg



Localisation des zones à tourbières d'importance internationale en France (2013)

Source : Julve & Muller, 2017

Superficie totale des tourbières (i.e. > 30 cm de tourbe) : 275 000 - 300 000 ha

Peu de données quant à la quantité de carbone qu'elles renferment et qu'elles accumulent.

Les tourbières: un écosystème menacé

Principales menaces

- **Le drainage**
- **L'extraction de la tourbe**
- **Les pollutions**
- **Les incendies**
- **Le changement climatique**

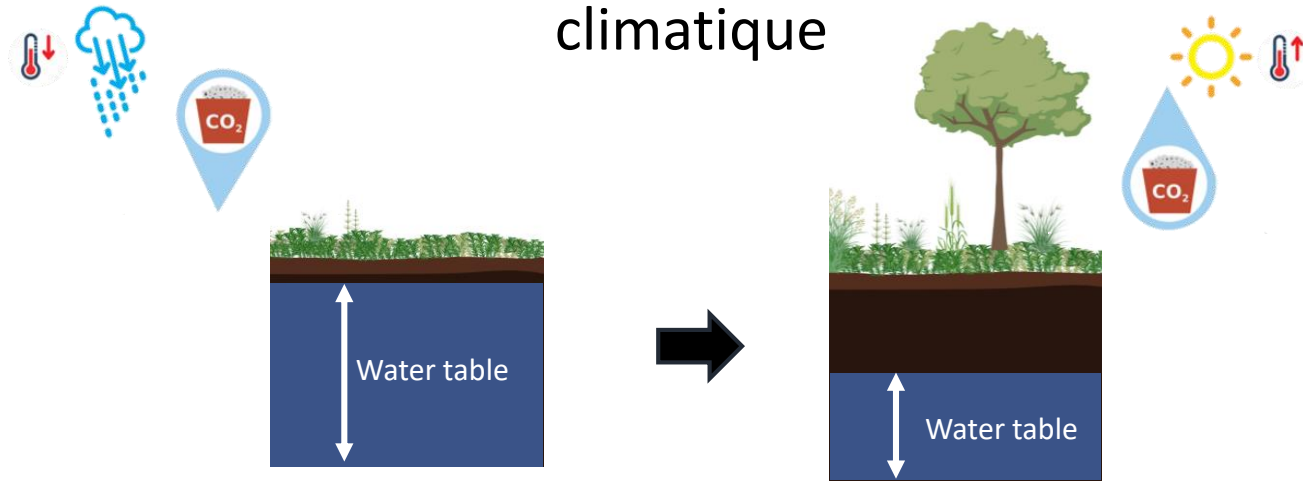


Credit photo: THOMAS BRÉGARDIS/OUEST-FRANCE



Les tourbières: un écosystème menacé

L'évolution du fonctionnement des tourbières sous l'effet du changement climatique



Evapotranspiration



Hauteur de nappe



Décomposition MO
(respiration)

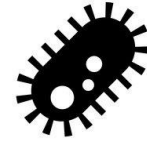


Emissions de CO₂



Les microorganismes des tourbières

Longtemps ignorés, les microorganismes des tourbières apparaissent aujourd'hui comme des acteurs incontournables du fonctionnement de ces milieux.



Acteurs majeurs des cycles biogéochimiques du carbone, du soufre, du méthane et de l'azote.

La description de la diversité des microorganismes, les processus maintenant cette diversité et son rôle dans le fonctionnement et la stabilité des tourbières reste à ce jour encore peu explorés.



La tourbière de Bernadouze: un système modèle

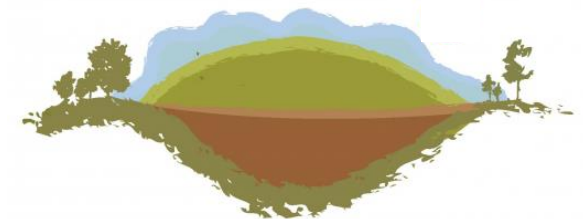
Etudier la **diversité et le rôle des microorganismes dans le fonctionnement des tourbières** avec la tourbière de Bernadouze dans le Haut-Vicdessos comme modèle.



- Altitude : 1345 m
- Superficie : env. 3 ha
- Site instrumenté : piézomètres + capteur de PAR + station météo + suivi flux C



minérotrophe

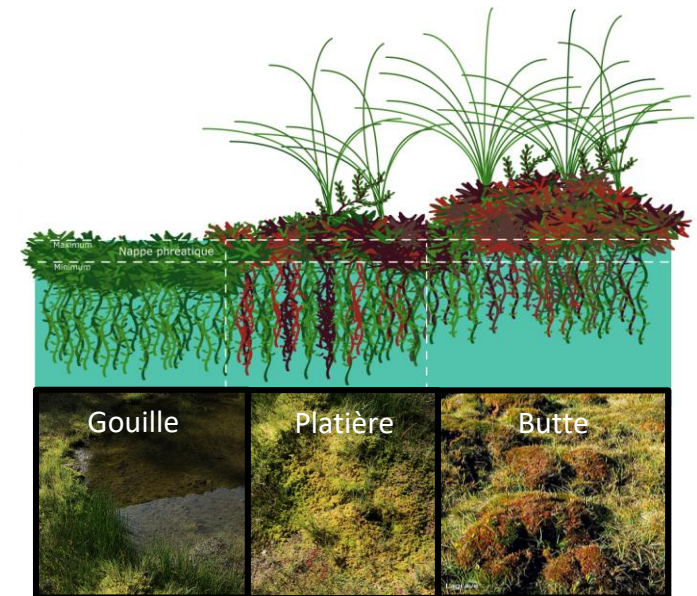


La tourbière de Bernadouze: un système modèle

Etudier la **diversité et le rôle des microorganismes dans le fonctionnement des tourbières** avec la tourbière de Bernadouze dans le Haut-Vicdessos comme modèle.



- Altitude : 1345 m
- Superficie : env. 3 ha
- Site instrumenté : piézomètres + capteur de PAR + station météo + suivi flux C



Crédit: Vincent Jassey (Thèse de doctorat), synthèse d'après Bobrov et al., 1999; Mitchell et al., 2000a, 2008; Djurdjević et al., 2003; Rydin & Jeglum, 2006)

Les microorganismes: acteurs majeurs du fonctionnement des tourbières

1. Quels sont les microorganismes présents dans la tourbière de Bernadouze et comment sont-ils distribués dans l'espace?
2. Quels sont les paramètres environnementaux qui structurent la distribution de ces microorganismes?
3. Quel est le potentiel fonctionnel des microorganismes présents dans la tourbière de Bernadouze?



Depuis 2017, soutient de l'OHM Haut-Vicdessos sur l'étude de la dynamique spatio-temporelle des communautés microbiennes au sein de la tourbière de Bernadouze.

A scenic landscape of a mountain valley. In the foreground, there is a bog with large, flat, mossy patches. The middle ground is a dense forest of green trees. In the background, there are rolling hills and mountains under a clear blue sky. A pine branch is visible on the right side of the image.

L'influence de l'hétérogénéité environnementale dans les variations de la diversité et de la composition des communautés microbiennes dans une tourbière de l'étage montagnard pyrénéen



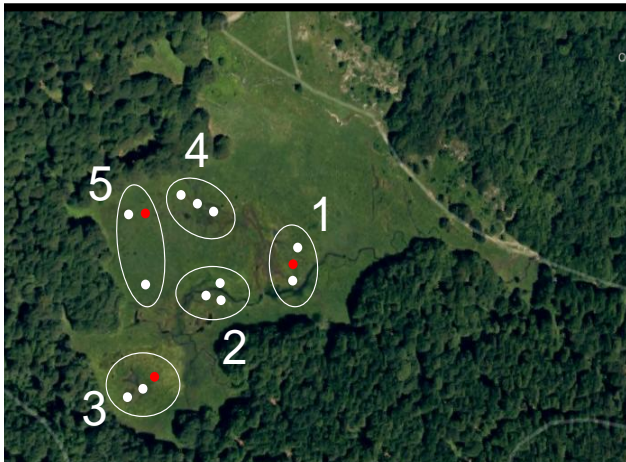
Hétérogénéité environnementale et diversité microbienne

Thèse d'Etienne Richy (2021). "Caractérisation des communautés microbiennes procaryotes des tourbières pyrénéennes : diversité, distribution et rôle fonctionnel". Dir. Béatrice Lauga & François Rigal.

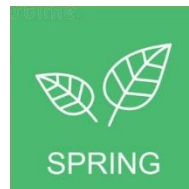


Comment les microorganismes sont-ils distribués dans l'espace et quels sont les paramètres environnementaux qui structurent la distribution de ces microorganismes?

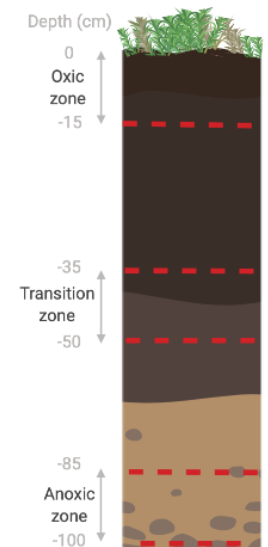
5 zones



4 Campagnes



3 Profondeurs

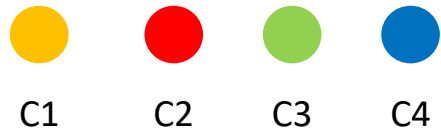
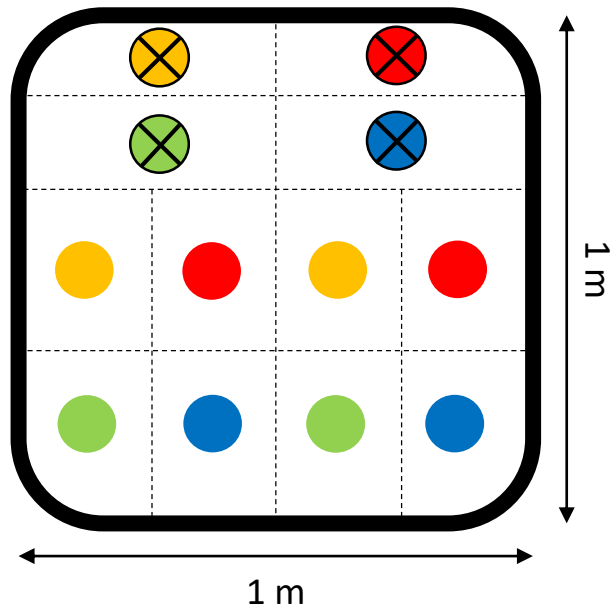


3 micro-habitats

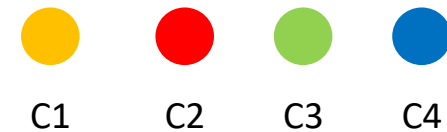
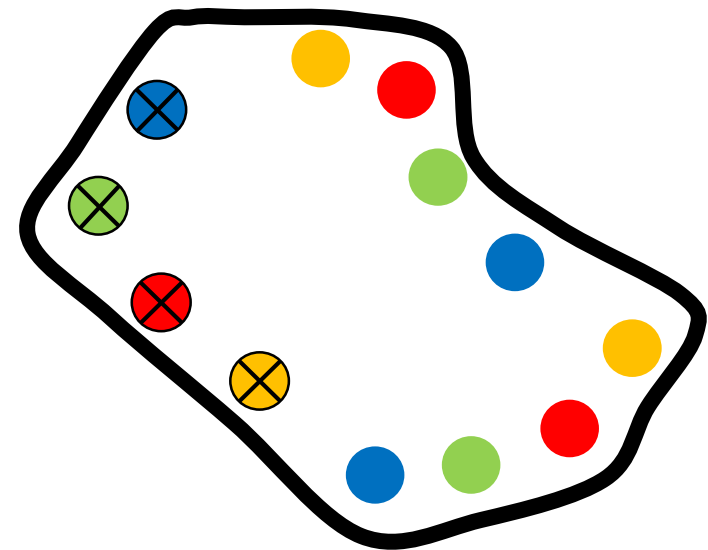


Méthodologies : échantillonnage

Buttes et plats



Gouilles



Méthodologies : échantillonnage

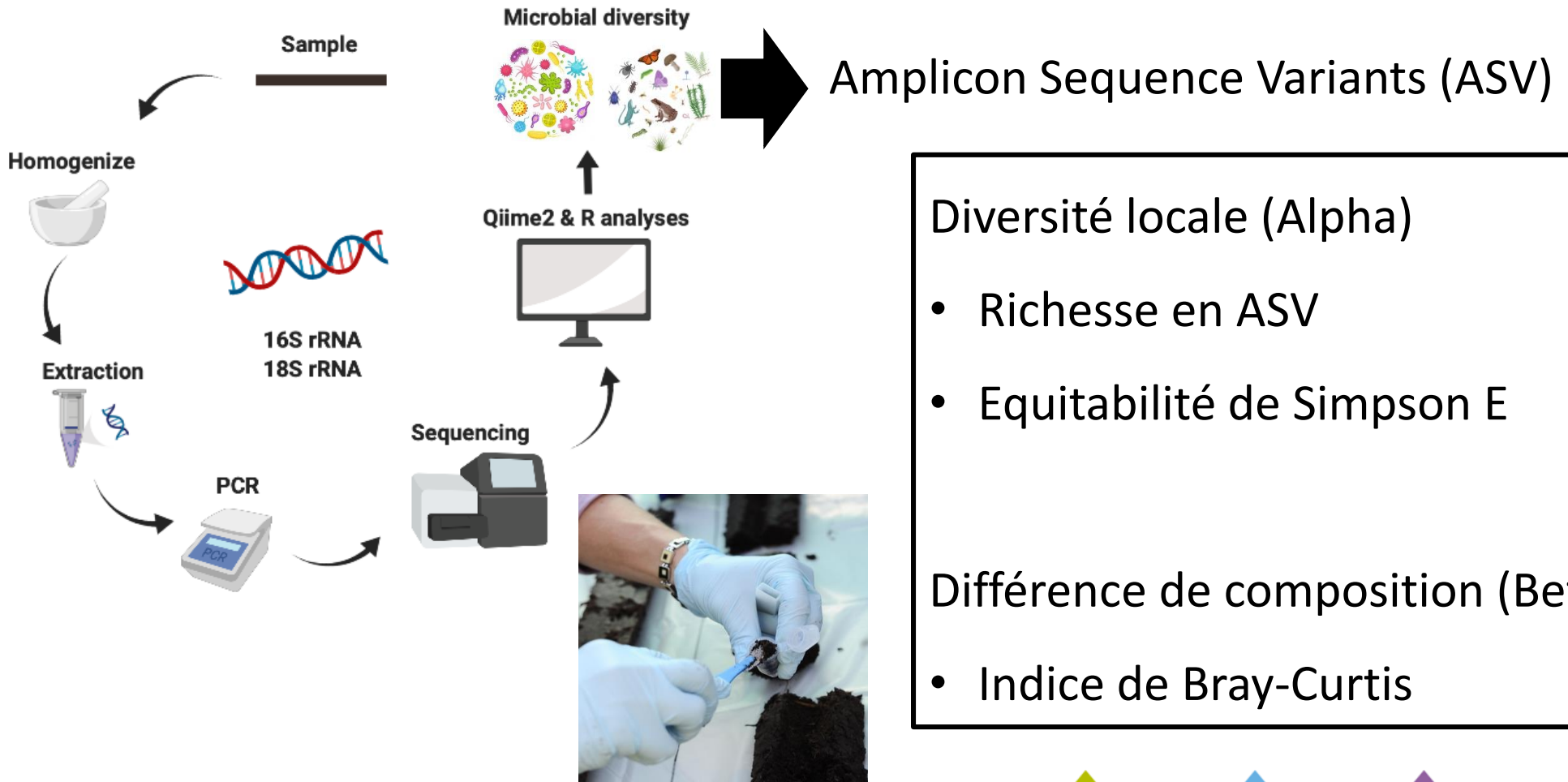
Données environnementales

- Température [7.6 - 19.87] (°C)
- Water Filled Pore Space (WFPS) [58.84 – 100] (%)
- Distance à la nappe [-92.50 – 50.50] (cm)
- pH [4.17 – 7.20]
- Ratio C:N [12.66 - 28.24]
- Dissolved Organic Carbon (DOC) [0.49 - 18.47] (mg/L)
- Nutriments (NO_2 , NO_3 , SO_4^{2-} , NH_4^+ , PO_4^{3-})
- Phénols libres [0.00045 - 0.00944] (mg GA / g)



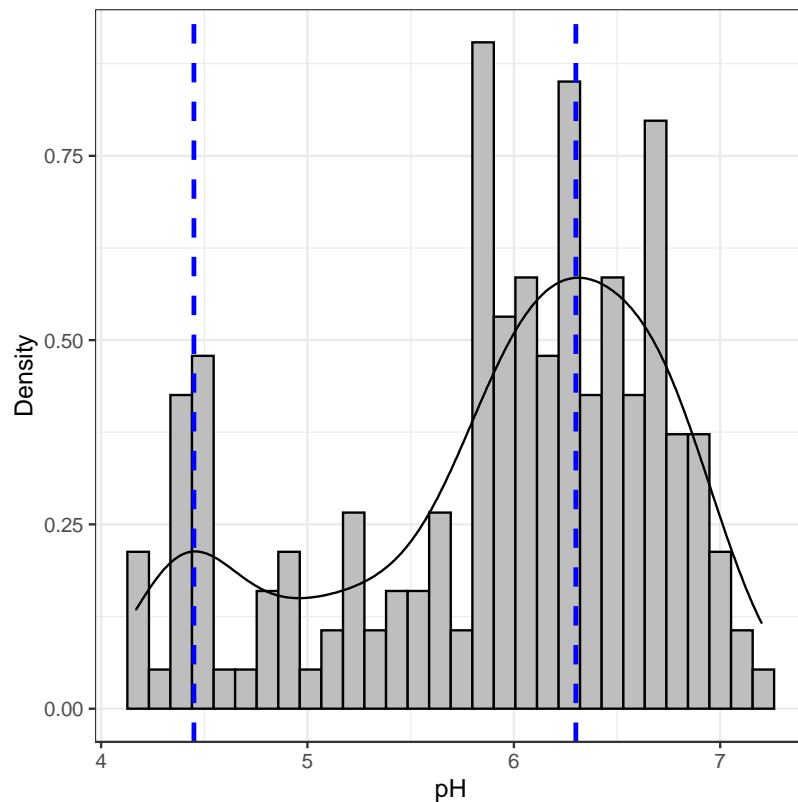
Méthodologies : le metabarcoding

Diversité microbienne

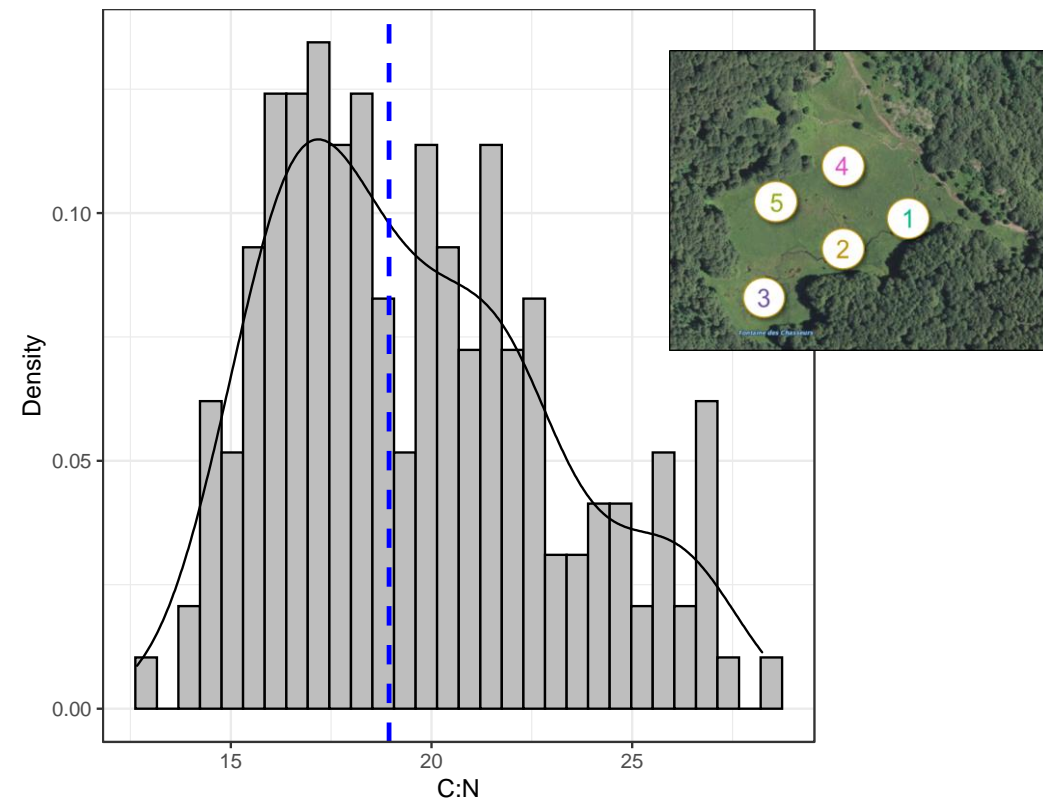


Résultats: environnement

Distribution bimodale (Moyenne mode 1: 4,45 et moyenne mode 2: 6.3)



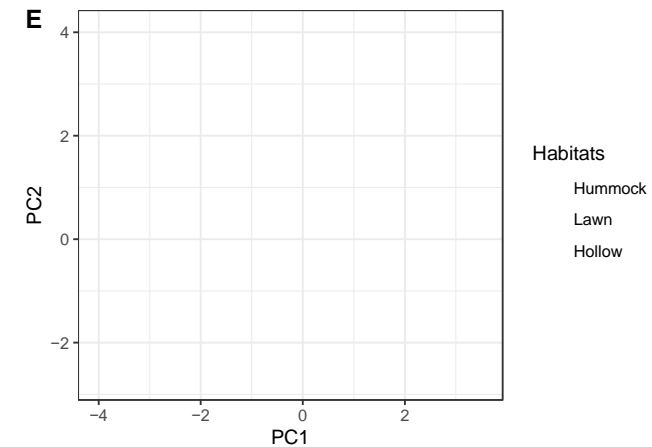
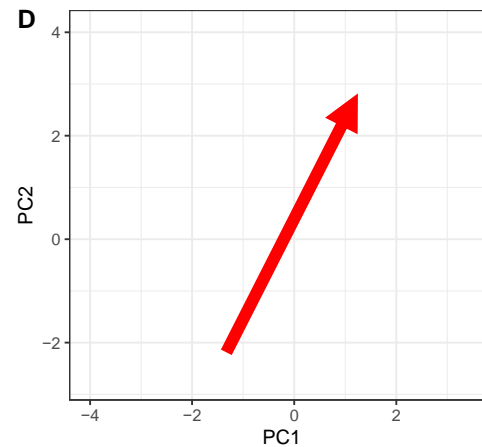
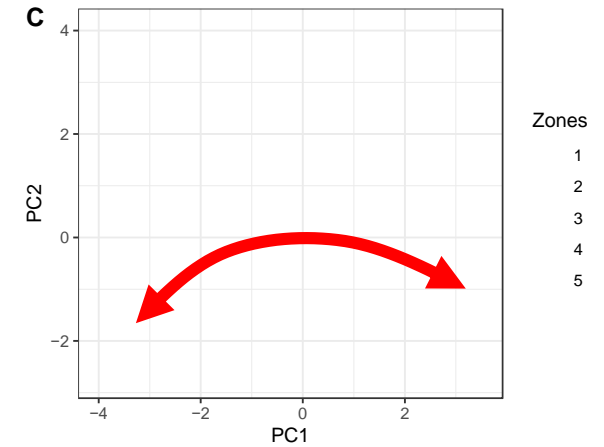
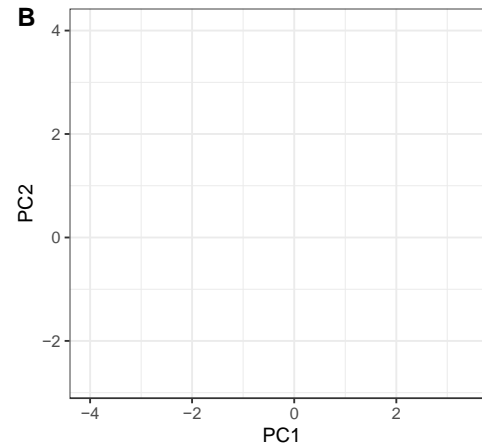
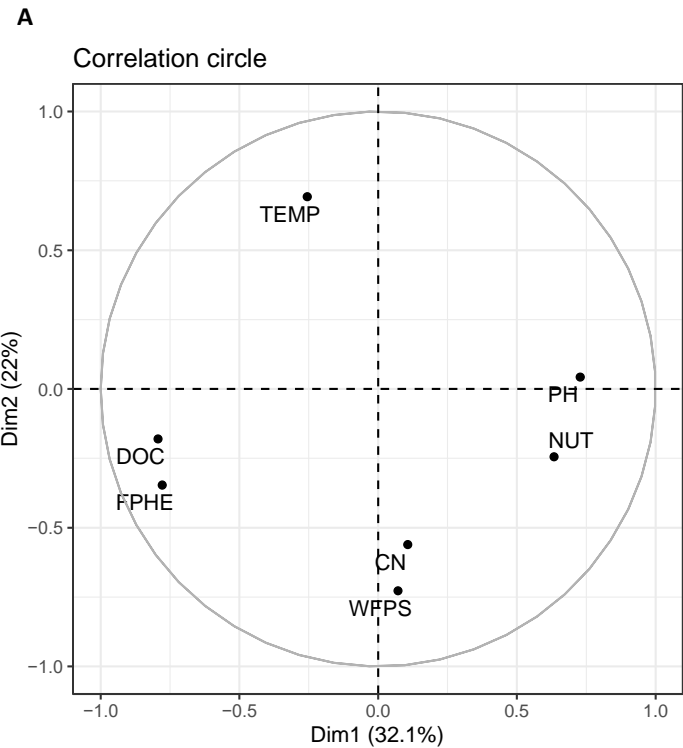
! C:N médian des tourbières de l'hémisphère nord: 49 / C:N médian des sols minéraux: 11



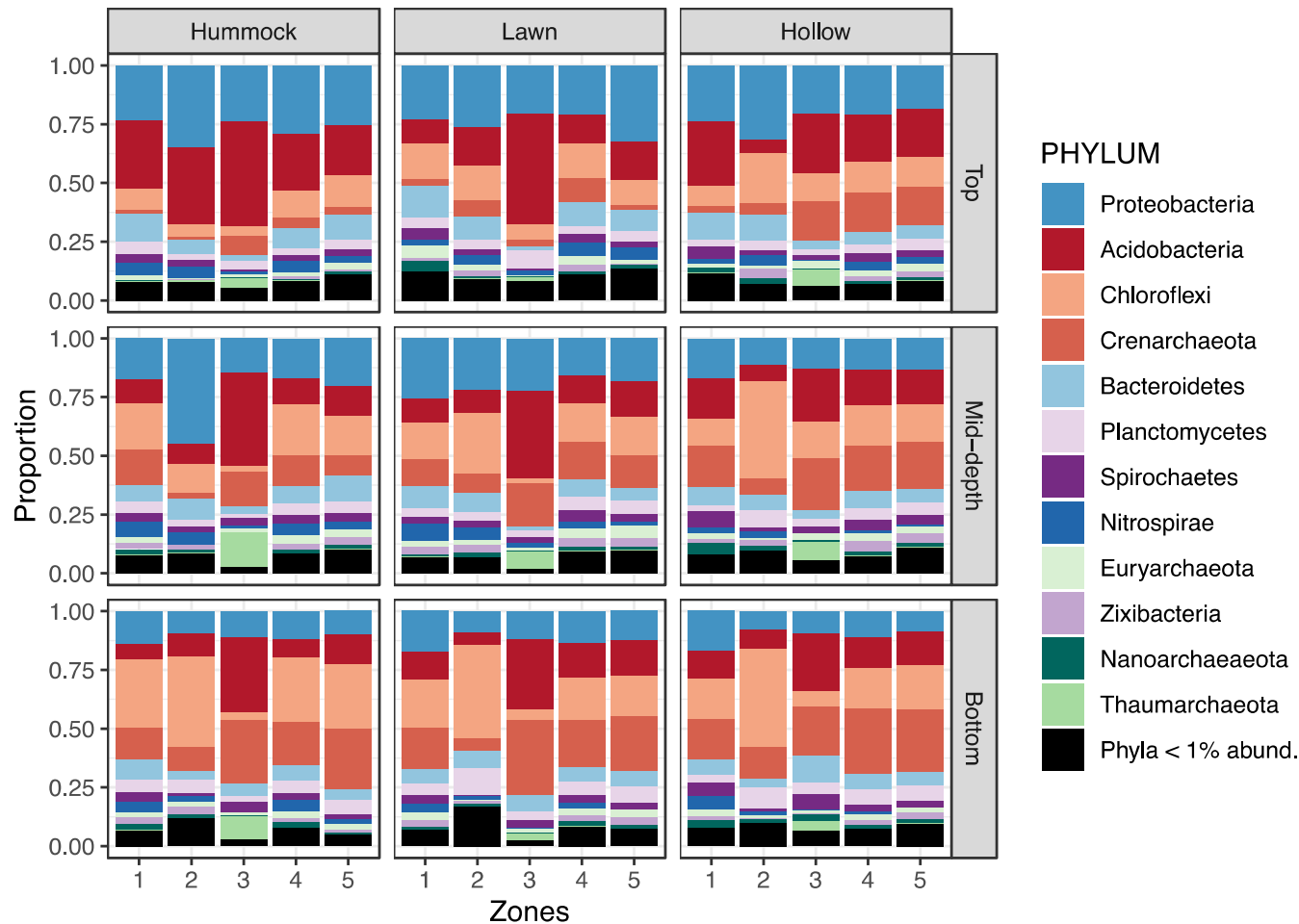
Résultats: environnement



Analyse en composante principale



Résultats: diversité



22500 ASVs (bactéries et Archaea)

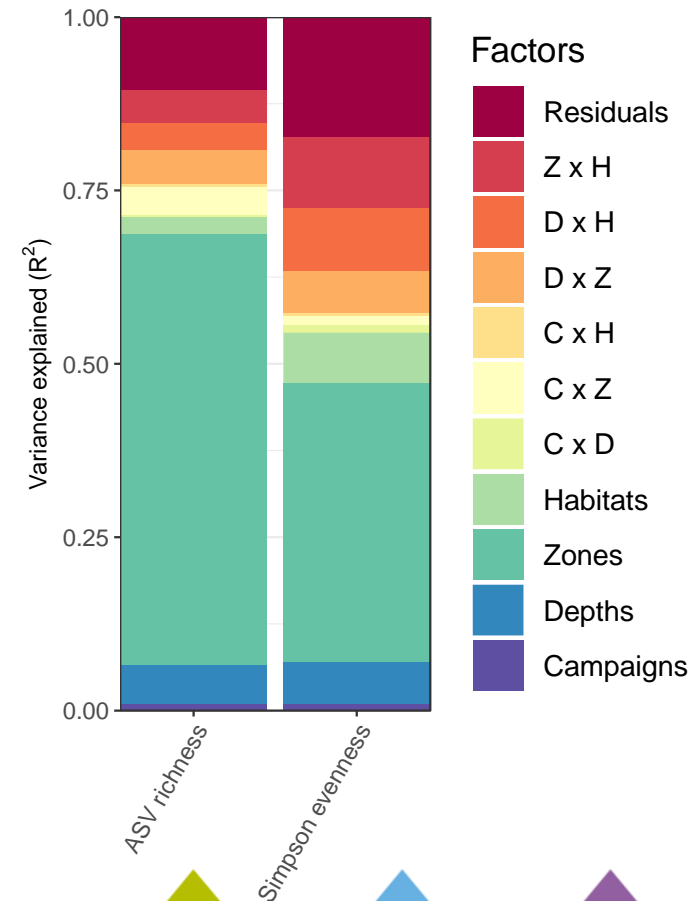
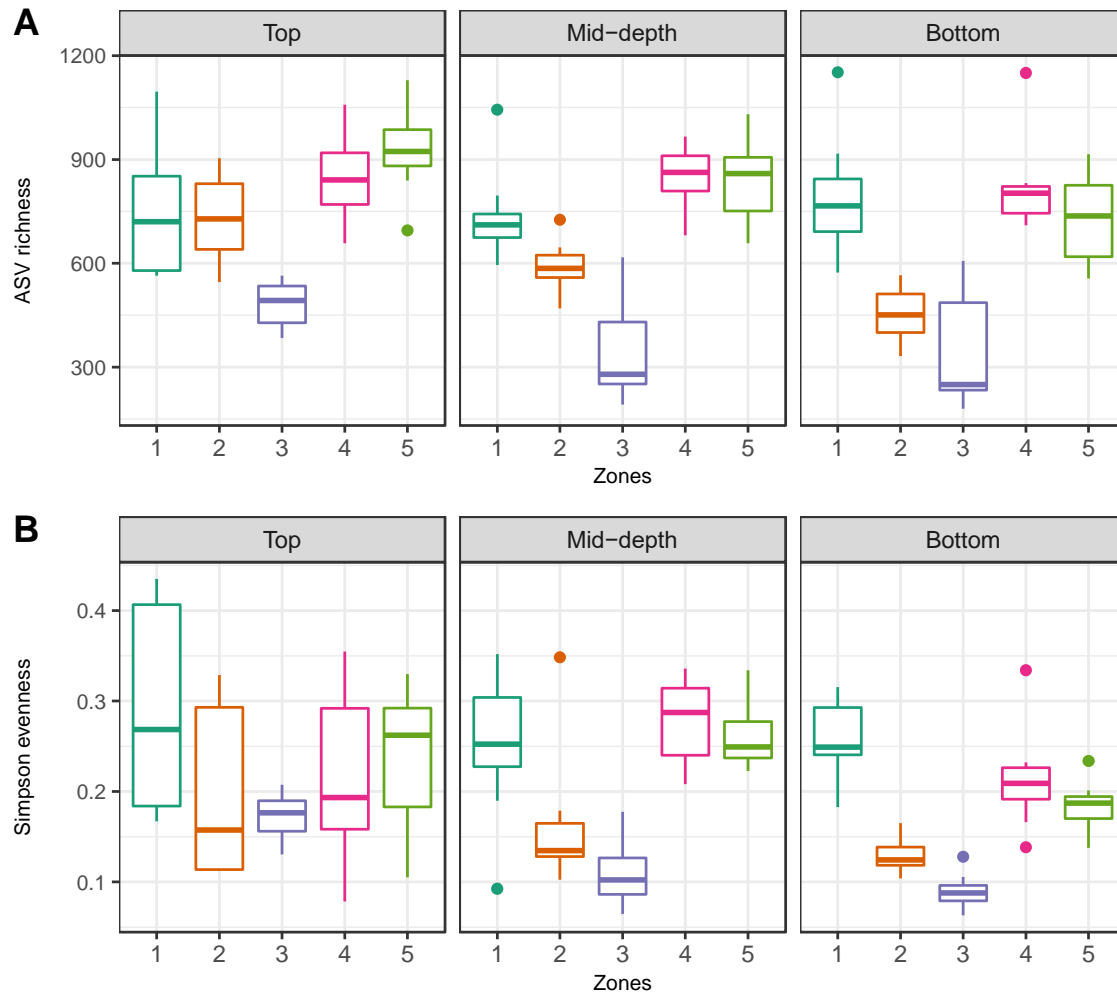
12 phylums avec une abondance > 1%.



Résultats: diversité



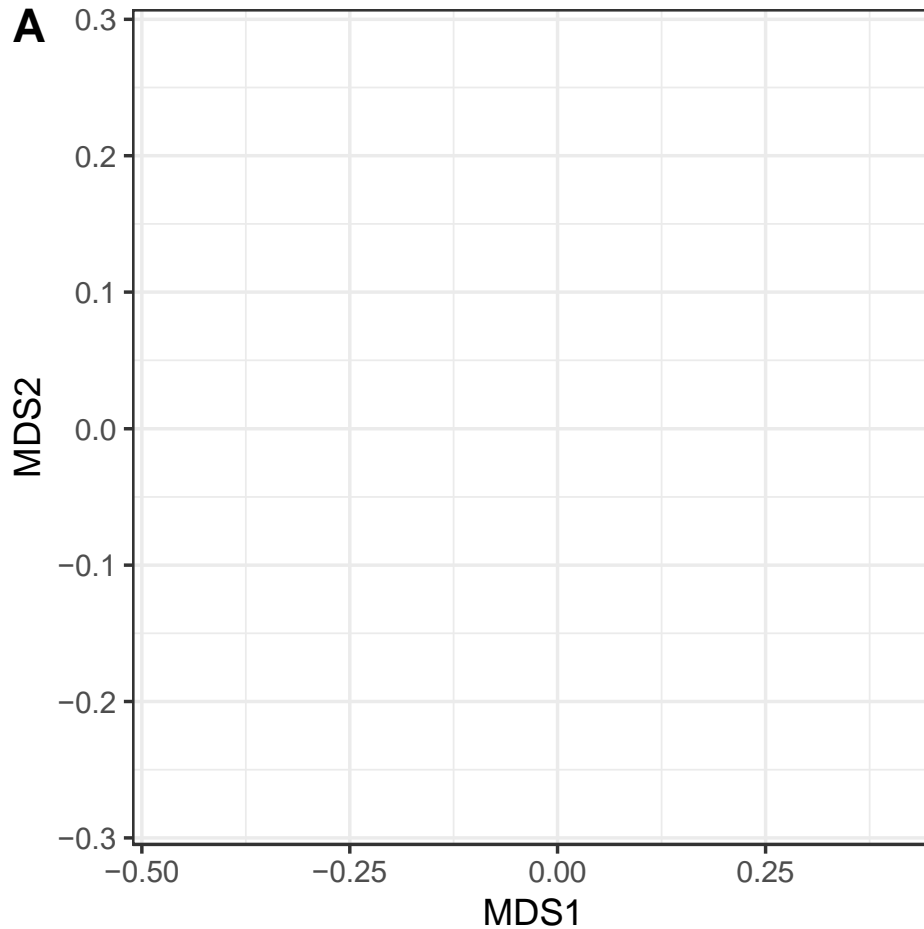
Alpha diversité



Résultats: diversité



Beta diversité

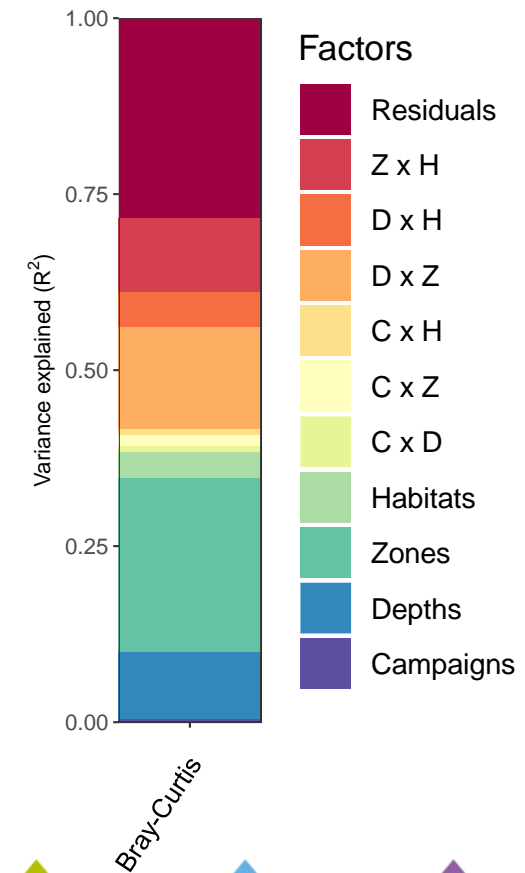


Zones

1
2
3
4
5

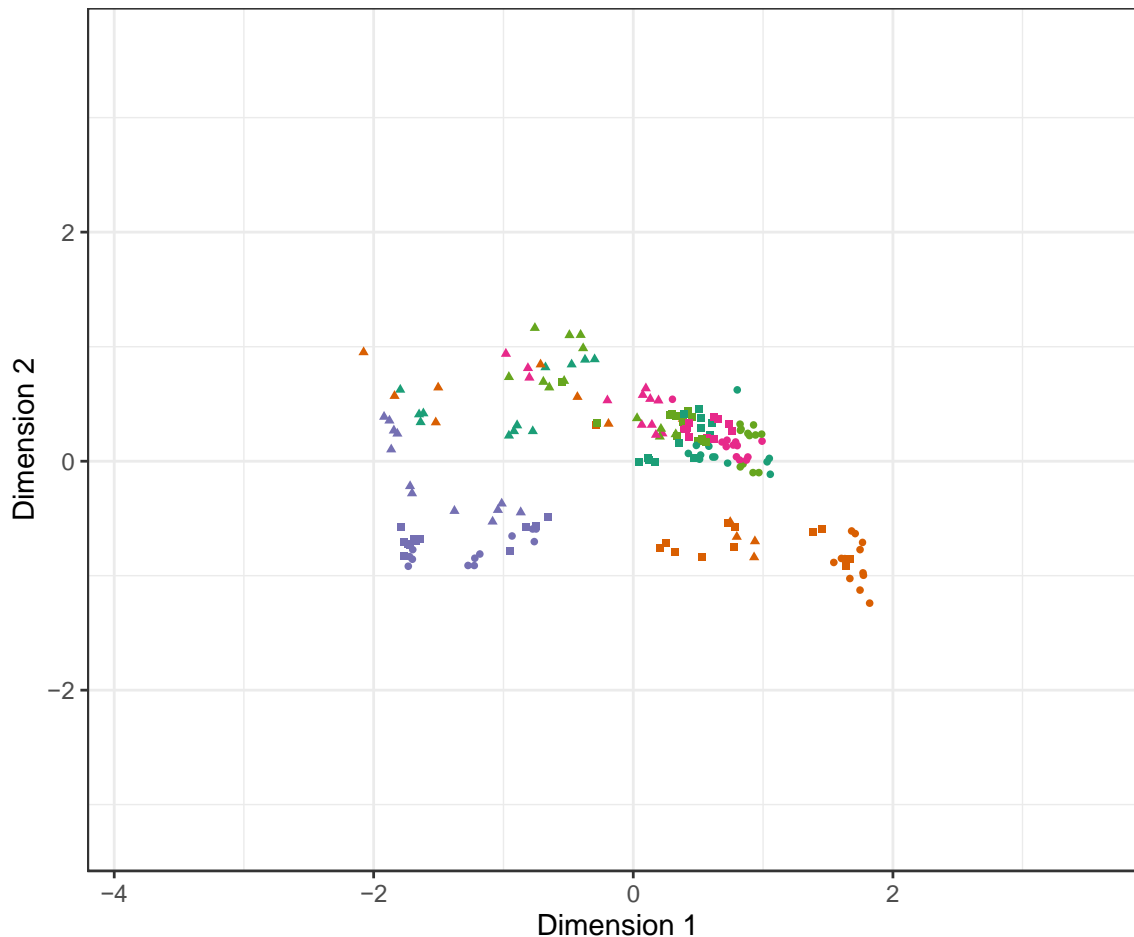
Depths

Top
Mid-depth
Bottom



Résultats: lien environnement-diversité

Analyse Procruste



DEPTH

- Bas
- ▲ Haut
- Milieu

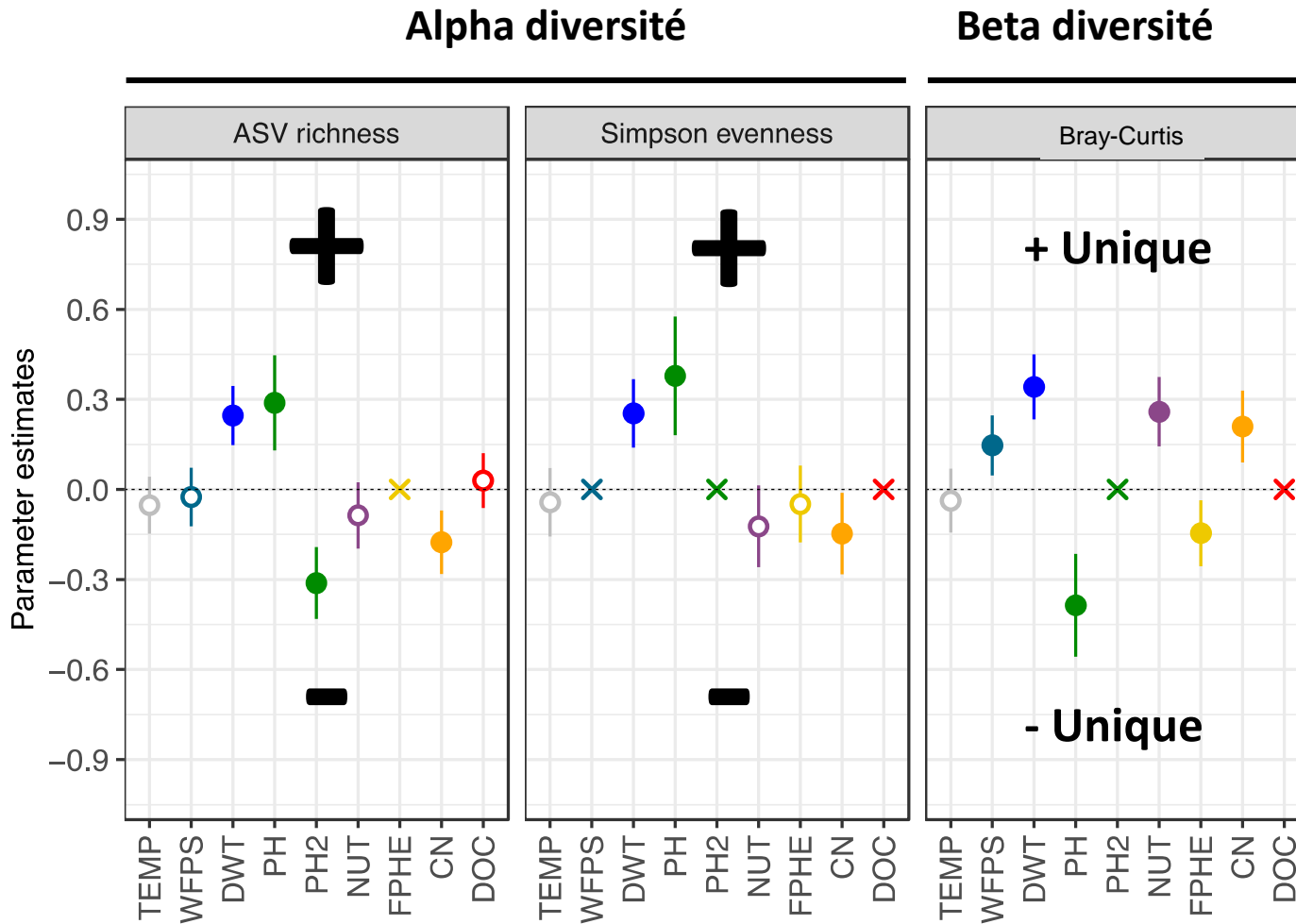
Zones

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Analyse du lien entre distance environnementale et dissimilarité en composition en ASV.

Corrélation = 0.56; $P < 0.001$

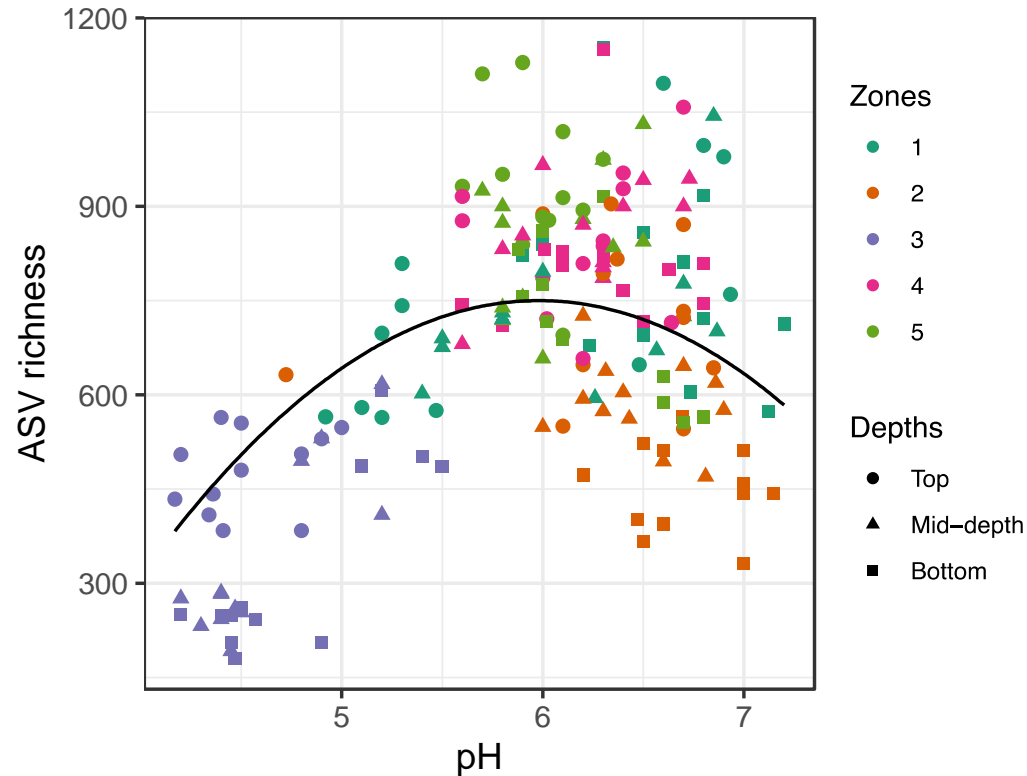
Résultats: lien environnement-diversité



Sélection du meilleur modèle explicatif pour l'alpha et la beta diversité.

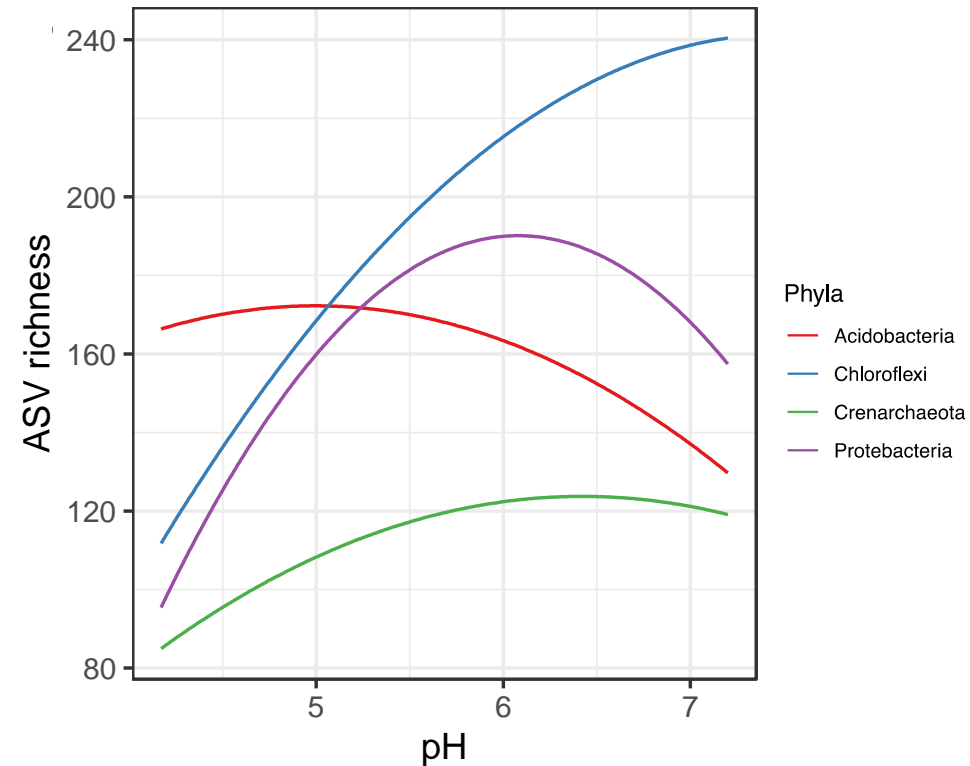
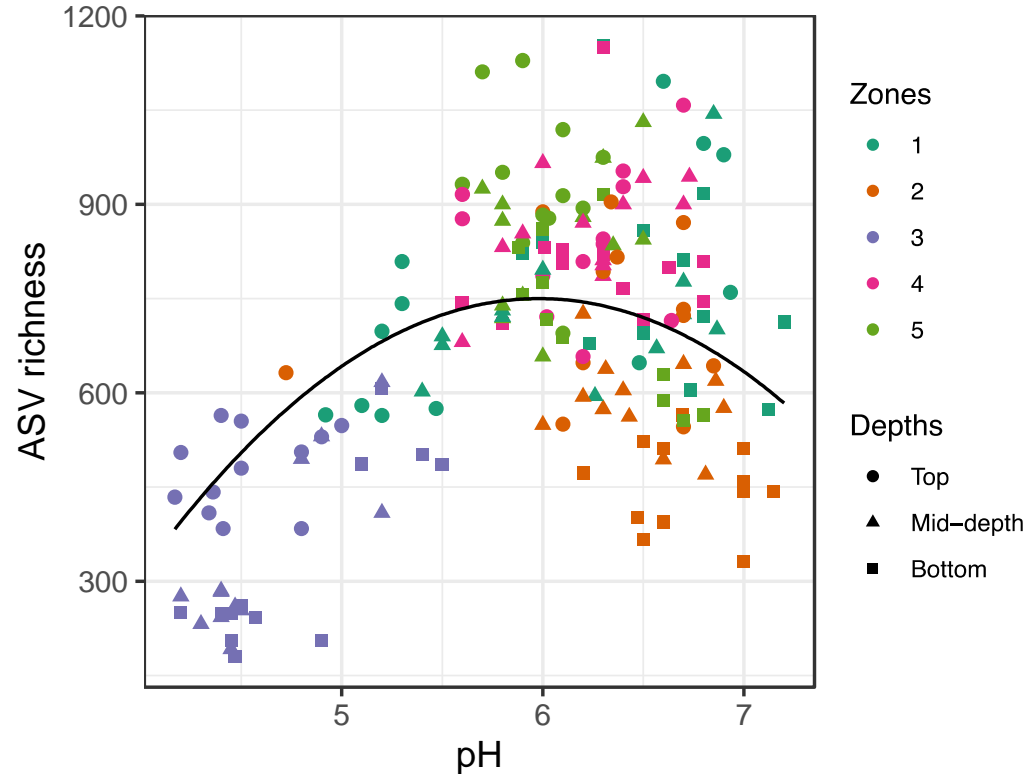
Résultats: lien environnement-diversité

$R^2=0.38$; $P<0.001$



Résultats: lien environnement-diversité

$R^2=0.38$; $P<0.001$



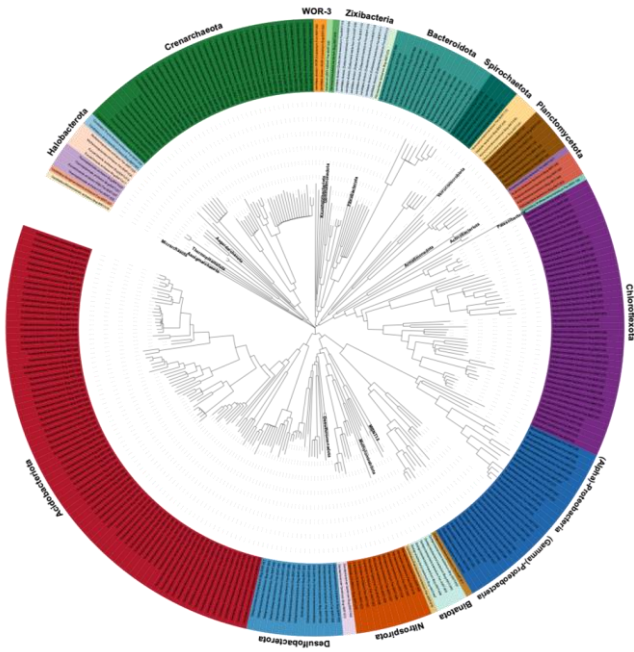
Conclusion

- Acquisition d'un jeu de données unique sur une tourbière pyrénéenne.
- Système hétérogène dans le temps et dans l'espace sur le plan environnemental.
- Forte variation de la diversité locale et de la composition en ASV dans l'espace mais pas dans le temps (Attention: que 4 campagnes!)
- Diversité microbienne fortement structurée par l'environnement (pH plus important que la profondeur ?)
- Pas de signature « Bernadouze » évidente sur les données de diversité
=> Analyses comparatives

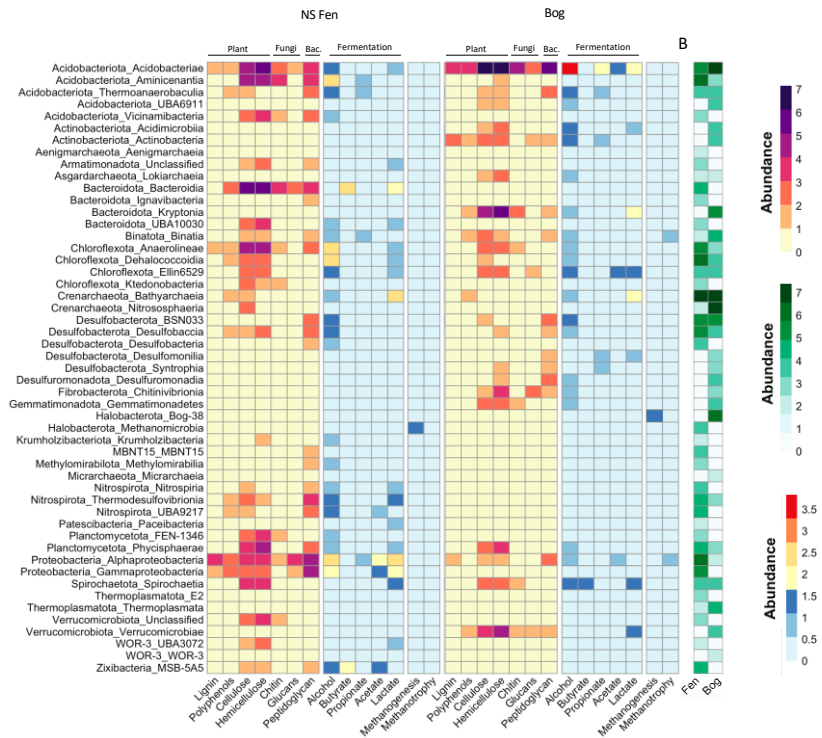


Perspectives: Approches fonctionnelles

- Mesure de la biomasse bactérienne
- Quantification de l'activité microbienne par des mesures d'activités enzymatiques
- Analyse métagénomique: Reconstruction de 290 génomes à partir de 24 échantillons de Bernadouze pour identifier le potentiel fonctionnel des microorganismes



Arbres phylogénétiques des 290 génomes.



Capacité métabolique des génomes à dégrader la matière organique.



Merci pour votre attention