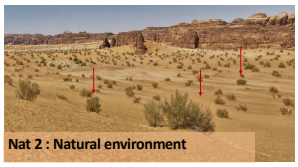
Analyse des réseaux de cooccurrence :
indicateurs de la santé des sols hyper arides

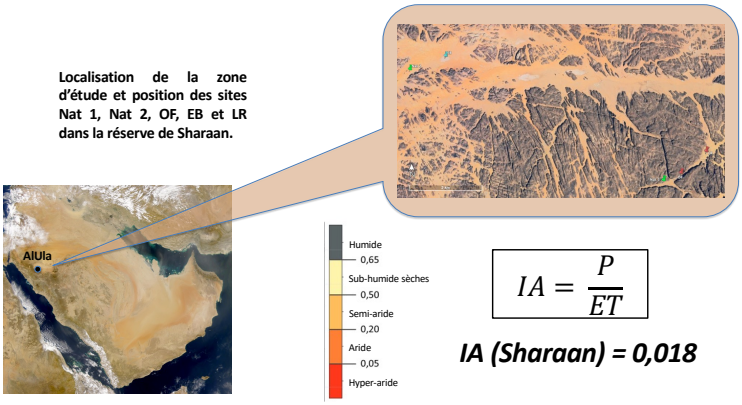
Auteurs : ***Kenji MAURICE, Amélia BOURCERET, Sami YOUSSEF, Stéphane BOIVIN, Liam LAURENT-WEBB, Coraline DAMASIO, Hassan BOUKCIM, Marc-André SELOSSE, Marc DUCOUSSO***

Cinq sites ont été sélectionnés dans la réserve de Sharaan au Nord-Ouest de l'Arabie Saoudite. Trois sites peuvent être considérés comme « naturels » ; outre le pâturage extensif, ces sites n'ont jamais été cultivé (Nat 1, Nat 2 et EB). Deux sites ont eu un usage de ferme de production agricole irriguée pendant une vingtaine d'année, activité stoppée 10 ans avant le début de l'étude. Pour un site, on n'observe aucun signe de reprise de la végétation naturelle du désert (OF) et pour l'autre site, on constate une « auto-restauration » et par certains aspects, le site ressemble à un site naturel (LR).

Haloxylon salicornicum **(Moq.) Bunge ex Boiss**

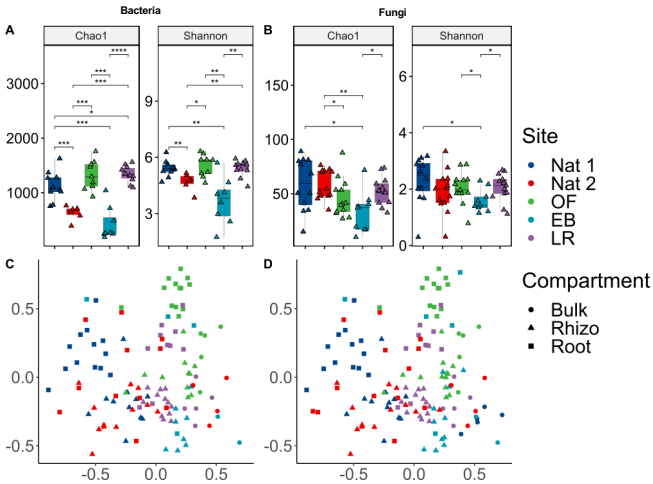


Localisation de la zone d'étude et position des sites Nat 1, Nat 2, OF, EB et LR dans la réserve de Sharaan.



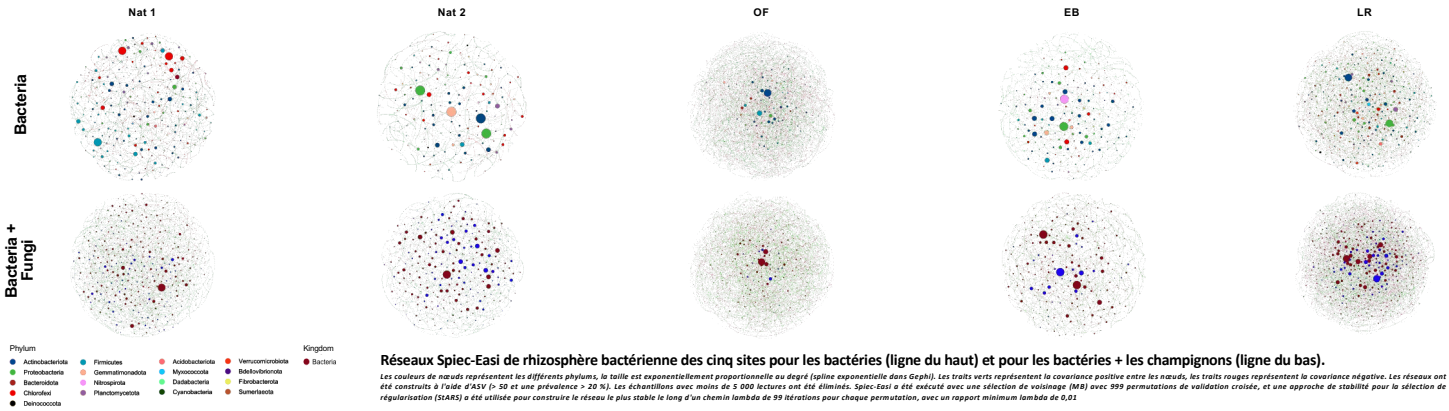
$$IA = \frac{P}{ET}$$

IA (Sharaan) = 0,018



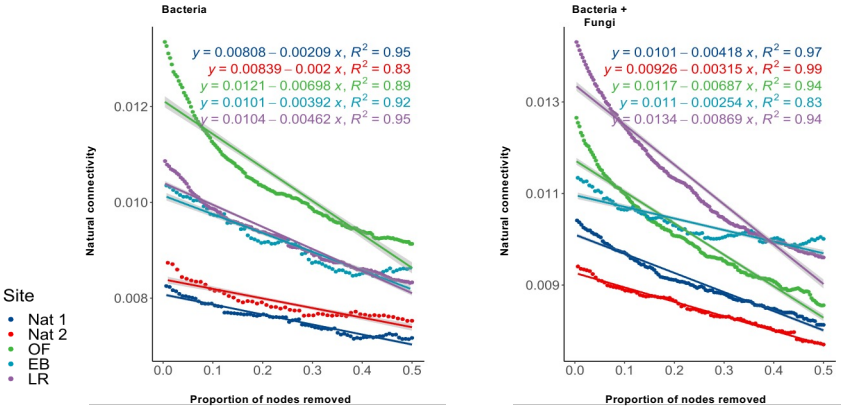
Indices de diversité de Chao et Shannon pour les bactéries (A) et les champignons (B) dans la rhizosphère des sites (Nat 1, Nat 2, OF, EB, LR). *Les analyses ont été effectuées sur des matrices ASV raréfiées à 5 000 lectures pour les échantillons avec au moins 5 000 lectures. La significativité des tests de Wilcoxon est représentée entre chaque site par des étoiles pour les groupes appariés significativement différents (* = p< 0,05 ; ** = p< 0,01 ; *** = p< 0,001 ; **** = p< 0,0001).*

NMDS des échantillons selon le compartiment et les sites pour les bactéries (C) et les champignons (D) à travers les sites et les compartiments. *Les échantillons avec moins de 3 000 lectures ont été rejetés. Les analyses ont été effectuées sur les distances de Bray-Curtis sur des matrices transformées de Hellinger. Les valeurs de contrainte sont de 0,16 pour 16S (k=2) et de 0,19 pour ITS (k=3).*



Réseaux Spiec-Easi de rhizosphère bactérienne des cinq sites pour les bactéries (ligne du haut) et pour les bactéries + les champignons (ligne du bas).

Les couleurs de nœuds représentent les différents phylums, la taille est exponentiellement proportionnelle au degré (spline exponentielle dans Gephi). Les traits verts représentent la covariance positive entre les nœuds, les traits rouges représentent la covariance négative. Les réseaux ont été construits à l'aide d'ASV (> 50 et une prévalence > 20 %). Les échantillons avec moins de 5 000 lectures ont été éliminés. Spiec-Easi a été exécuté avec une sélection de voisinage (MB) avec 999 permutations de validation croisée, et une approche de stabilité pour la sélection de régularisation (STARS) a été utilisée pour construire le réseau le plus stable le long d'un chemin lambda de 99 itérations pour chaque permutation, avec un rapport minimum lambda de 0,01



Quel indicateur pour décrire la santé d'un sol hyper aride ?

- **Les indicateurs classiques de diversité Chao1 ou Shannon sont peu informatifs et pas pertinents.**
- **Les analyses NMDS ne permettent pas de discriminer significativement les différents sites.**
- **L'analyse des réseaux de cooccurrence présence/absence permet visuellement de distinguer les sites naturels Nat 1, Nat 2 et EB des deux sites OF et LR qui ont un passé agricole.**
- **Les calculs de résilience des réseaux de cooccurrence à la suppression des nœuds permettent de renseigner la stabilité significativement supérieure des trois sites naturels par rapport aux deux sites avec un passé agricole, y compris, le site auto-restauré. La prise en compte des champignons en plus des bactéries renforce la différence entre les sites naturels et les sites au passé agricole.**