

Les interactions entre les plantes et les microbes dans les forêts

Steven Kembel

Centre d'étude de la forêt

Département des sciences biologiques

Université du Québec à Montréal





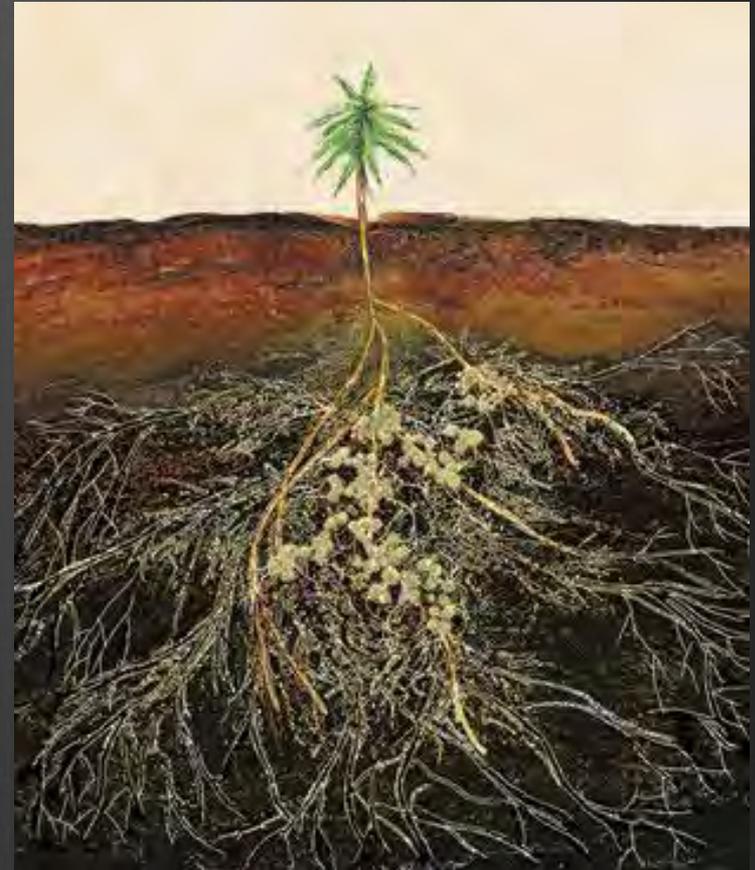
Quantification de la diversité microbienne avec les méthodes moléculaires

- ⊗ Séquencer les gènes «codes à barres» qui nous permettent d'identifier les microbes
 - ⊗ *16S* gène (bactérie)
 - ⊗ *ITS/28S* gène (champignon)
- ⊗ Séquencer l'ADN d'une façon aléatoire («métagenome»)
- ⊗ On peut obtenir des millions/milliards de séquences d'un échantillon environnemental



Le microbiome des plantes

- ⊗ Les relations entre hôte et microbe sont très importantes pour la biodiversité des plantes et la fonction des écosystèmes
- ⊗ Les racines
 - ⊗ La rhizosphère
 - ⊗ Mycorhizes (champignons)
 - ⊗ Bactéries des nodules
- ⊗ Les feuilles
 - ⊗ La phyllosphère:
surfaces aériennes des plants



La phyllosphère: les microbes sur les feuilles

- ⊗ Les feuilles sont un habitat important pour les microbes
 - ⊗ une surface de >1 milliard km^2
- ⊗ Les microbes dans la phyllosphère sont très importants pour la santé des plantes et la fonction des écosystèmes
 - ⊗ les bactéries
 - ⊗ les champignons
 - ⊗ les eucaryotes microscopiques



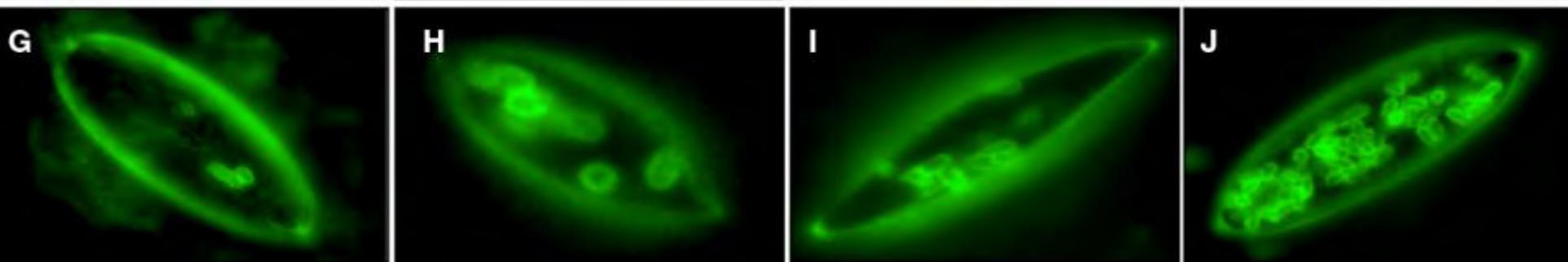
Les microbes dans la phyllosphère: parasites, commensaux, symbiotes



Les bactéries de la phyllosphère échangent des nutriments et des ressources avec leurs hôtes

- ⊗ Les bactéries se nourrissent des composés organiques volatiles
 - ⊗ l'isoprène et le méthanol
- ⊗ Les bactéries produisent des hormones et des vitamines pour leurs hôtes

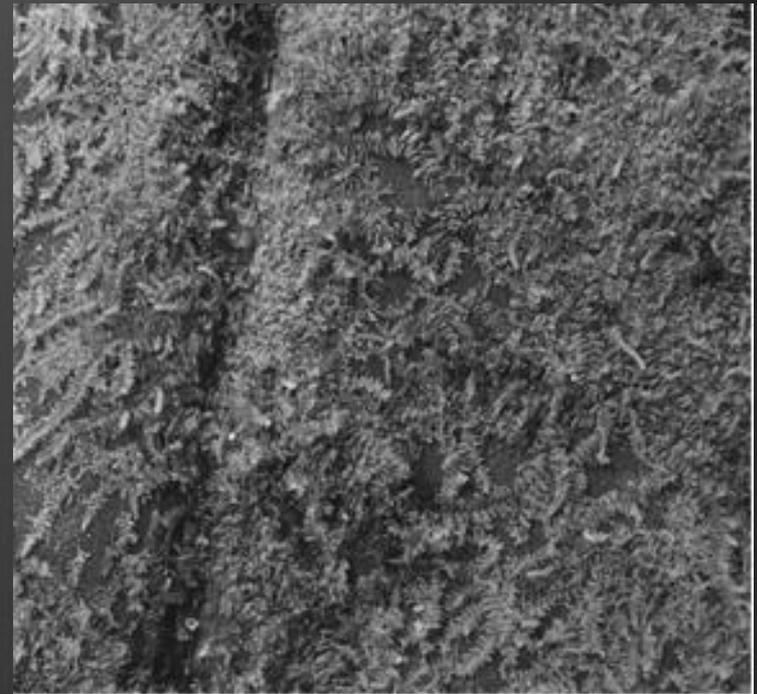
Migration des bactéries vers les stomates des feuilles



Les bactéries de la phyllosphère influencent la fonction des arbres et des forêts

- ⊗ Les microbes de la phyllosphère peuvent influencer la croissance de leur hôte
 - ⊗ Maladie (+ / -)
 - ⊗ Échange de ressources
 - ⊗ Hormones

Surface d'une feuille tropicale



Axes de recherche

1. la biogéographie des interactions entre les plantes et les microbes
2. les processus qui déterminent l'assemblage des communautés microbiennes chez les plantes
3. modélisation des effets des microbes sur la fonction de leurs hôtes et les écosystèmes

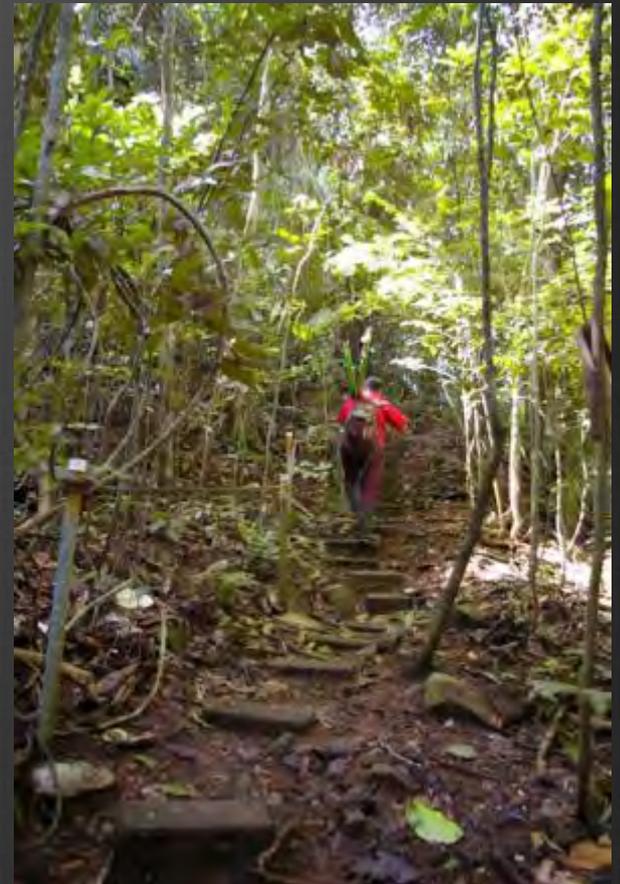
1. La biogéographie des interactions entre les plantes et les microbes

- ⊗ C'est quoi le magnitude de la biodiversité des microbes chez les plantes?
- ⊗ Comment les interactions hôte-microbe dans les forêts varient-elles le long des gradients biogéographiques?



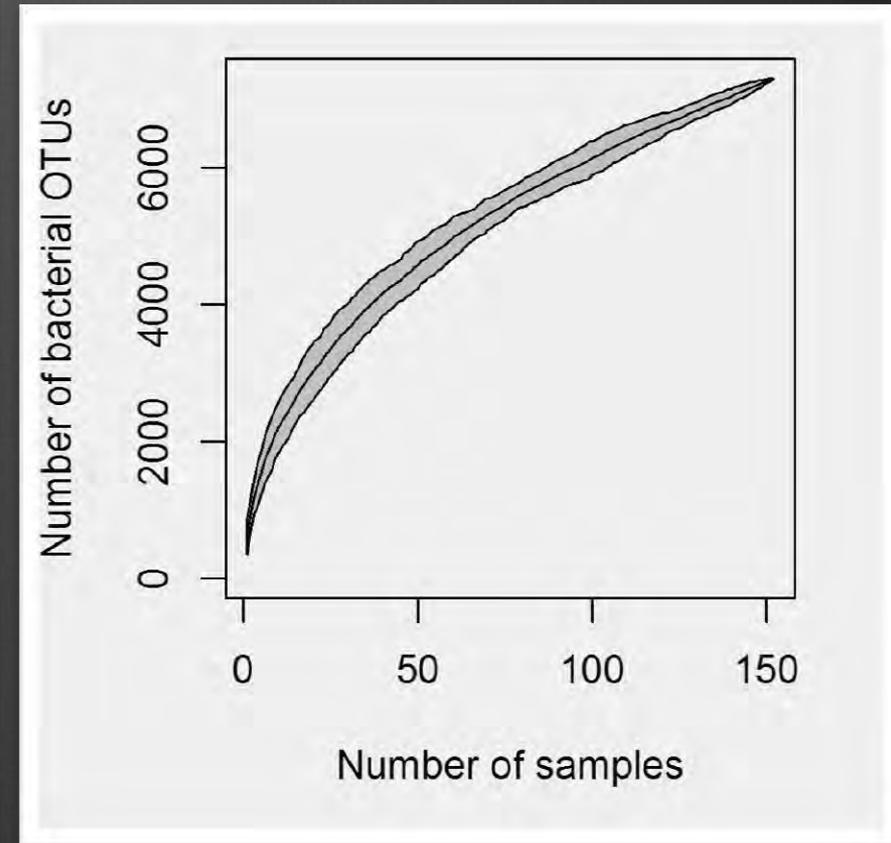
Microbes de la phyllosphère: études dans les forêts tropicales

- ⊗ Recensement des bactéries et champignons de la phyllosphère de Barro Colorado Island, Panama
- ⊗ Échantillonnage des communautés microbiennes dans la parcelle 50-ha
- ⊗ Séquençage Illumina de l'ADN des bactéries et des champignons (>40 millions de séquences)
- ⊗ Liée les données des communautés des microbes avec les données des plantes et de l'écosystème



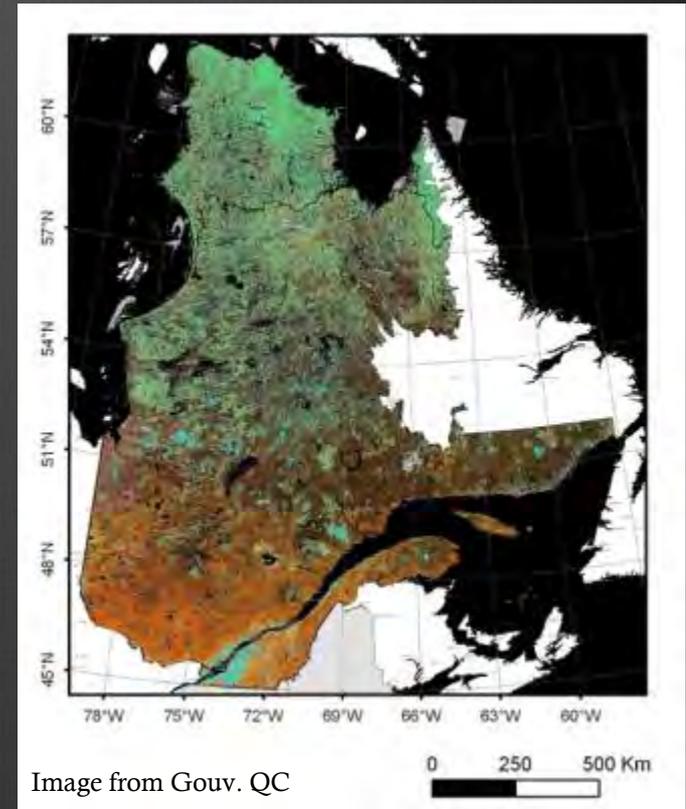
Les feuilles tropicales hébergent diverses communautés microbiennes

- ☉ > 7000 OTU bactériennes,
> 1250 OTU de champignons
sur les feuilles de 53 espèces
d'arbres tropicaux sur l'île
Barro Colorado en Panama
- ☉ > 500 OTU bactériennes,
> 100 OTU des champignons
sur chaque feuille



Orientations futures

- ❉ Compréhension de la variation biogéographique
- ❉ biodiversité de la phyllosphère des forêts boréales et tempérées en Québec
- ❉ comment les interactions hôte-microbe varient-elles le long des gradients biogéographiques (climat, type de forêt, etc.)?



Axes de recherche

1. la biogéographie des interactions entre les plantes et les microbes
2. les processus qui déterminent l'assemblage des communautés microbiennes chez les plantes
3. modélisation des effets des microbes sur la fonction de leurs hôtes et les écosystèmes

2. Qu'est-ce qui détermine l'assemblage de communautés chez les plantes?

Dispersion

- le vent
- les animaux
- la pluie

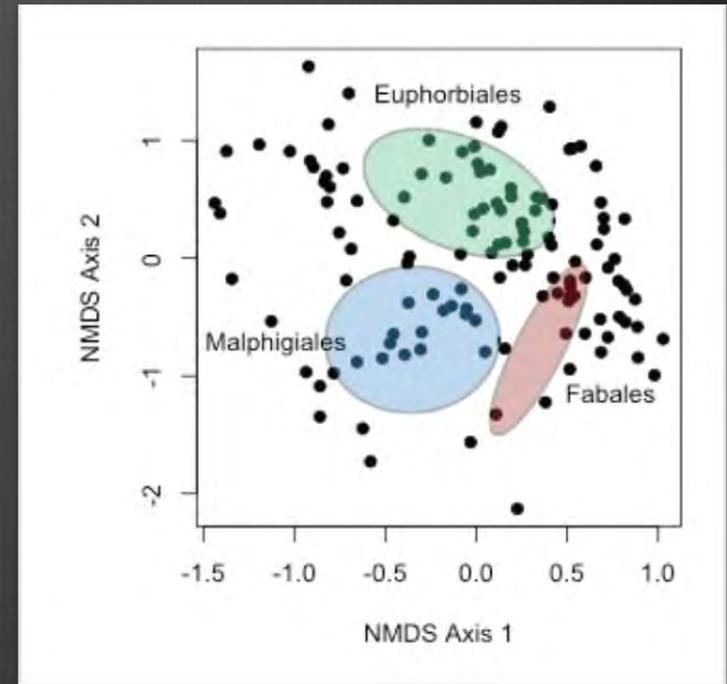


Filtrage par les attributs de l'hôte ou les conditions environnementales

- les traits fonctionnels de l'hôte
- le climat

Les attributs d'hôte influencent la biodiversité microbienne

- Les plantes de la même famille ou du même ordre partagent des communautés microbiennes similaires
- La composition des communautés bactériennes est corrélée avec les attributs des feuilles
 - La chimie
 - La morphologie
 - La ecophysiologie



Bacterial community composition on tropical tree leaves
95% confidence ellipses around samples from different plant host orders
(NMDS based on UniFrac phylogenetic distance among samples)

Orientations futures

- ⊗ D'où viennent les populations microbiennes chez les plantes?
 - ⊗ l'air
 - ⊗ la pluie
 - ⊗ les sols
 - ⊗ les animaux
 - ⊗ les plantes
- ⊗ Comment varie l'importance des processus différente avec l'échelle spatiale?



Axes de recherche

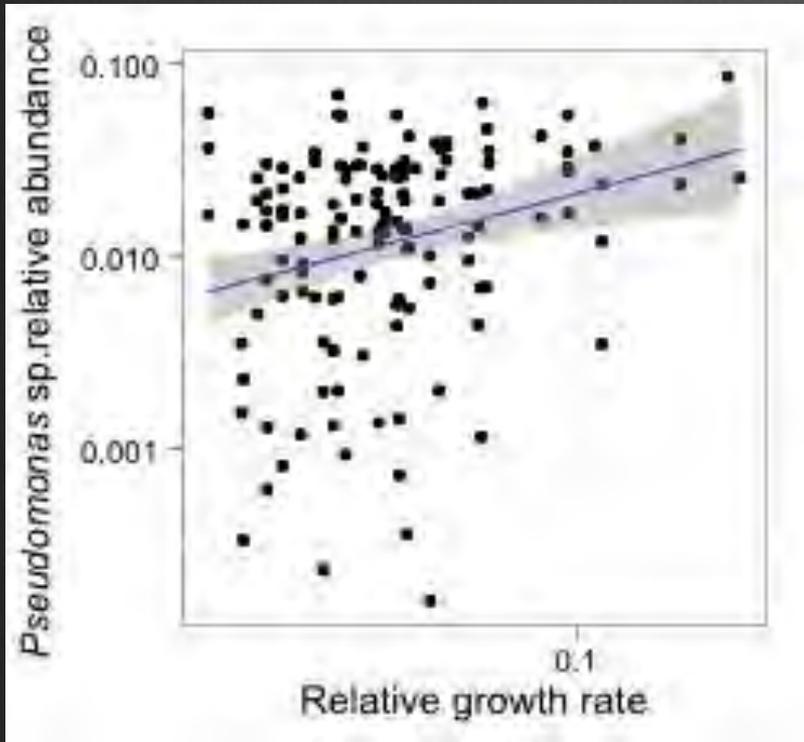
1. la biogéographie des interactions entre les plantes et les microbes
2. les processus qui déterminent l'assemblage des communautés microbiennes chez les plantes
3. modélisation des effets des microbes sur la fonction de leurs hôtes et les écosystèmes

Effets des microbes sur la fonction des plantes et des écosystèmes

- ⊗ Comment les microbes influencent-ils la croissance et la mortalité de leurs hôtes?
- ⊗ Les microbes sont-ils un « trait fonctionnel » qu'on peut utiliser pour comprendre les stratégies des plantes, ou pour modéliser la croissance et la mortalité des plantes?



Microbes de la phyllosphère: effet sur la croissance et la productivité



- ⊗ L'abondance de quelques groupes des bactéries et champignons est corrélée avec le taux de croissance des arbres dans une forêt tropicale
 - ⊗ *Beijerinckia*
 - ⊗ *Methylobacterium*
 - ⊗ Alphaproteobacteria

Correlation between *Pseudomonas* OTU abundance and plant growth rate (%/yr)
 $r^2 = 0.18$, $P = 0.04$ (Mantel test)

Orientations futures

- ❶ Compréhension des mécanismes des interactions hôte-microbe
- ❷ Expériences pour mesurer directement l'effet des microbes sur les hôtes
- ❸ Élimination ou transplantation des microbes sur les feuilles



Aménagement des interactions hôte-microbe



Aménagement des interactions hôte-microbe dans les forêts?



Remerciements



- Université du Québec à Montréal
 - Isabelle Laforest-Lapointe
- Centre d'étude de la forêt
- Smithsonian Tropical Research Institute /
Center for Tropical Forest Science
- CRSNG / Chaires de recherche du Canada

<http://phylodiversity.net/skembel>

