



Les microbiotes des semences : biologie, rôles et enjeux pour les semences potagères biologiques

JT Semences potagères (ITAB) - 11 décembre 2024

Oscar Joubert
Matthieu Barret
EmerSys (IRHS, Angers)



EMERSYS
Emergence, systématique
et écologie des bactéries
associées aux plantes



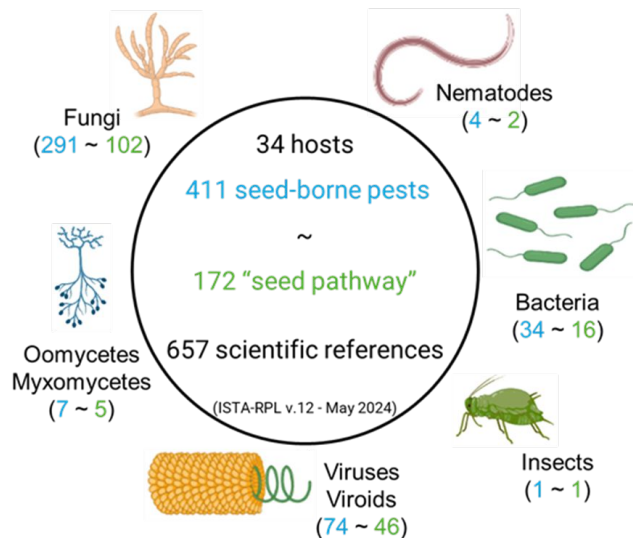
IRHS
Institut de Recherche en
Horticulture et Semences

INRAE



Pourquoi la semence est un élément clef de la santé des cultures ?

Limiter la transmission d'agents pathogènes par les graines



Free tool online
(ISTA website)



Denancé & Grimault, EPPO Bull. (2022)

Prévenir la fonte de semis liée aux agents pathogènes telluriques



@ A. Dorrance (APSnet)

La lutte contre les agents pathogènes, un enjeu environnemental et sanitaire

Marché du traitements de semences ⇒ 13,46 milliards de dollars fin 2025

Chimique
(Fongicides, insecticides,
dont cuivre)

Physique
(dont thermothérapie)

Détection-destruction

Pollution
environnementale

Santé humaine

Développement de
souches résistantes

Coût

Emergence de nouvelles méthodes : **Régulation biologique ?**

Les graines comme vecteurs d'agents pathogènes... mais pas que !

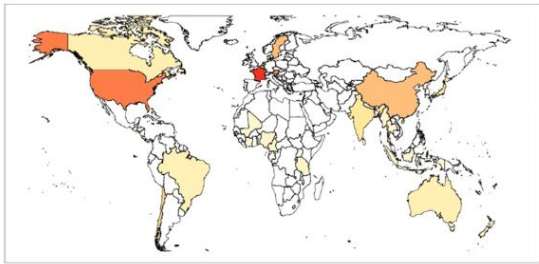
⇒ Une **grande diversité** bactérienne et fongique

Simonin *et al.*, 2022

63 études
3190 échantillons
50 espèces

8000 taxons bactériens
2000 taxons fongiques

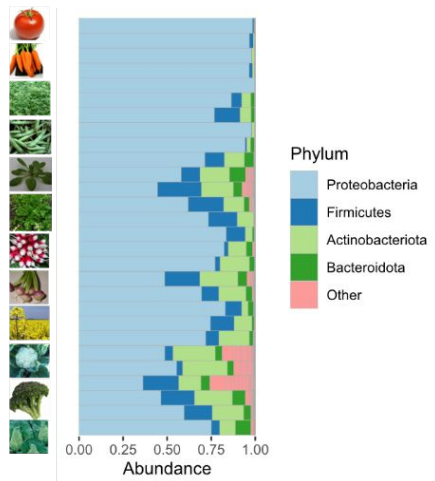
A. Origin of seed samples



Portail Data INRAE (INRAE) Génération datapaper

Seed Microbiota Database

Version 2.0



Les graines comme vecteurs d'agents pathogènes... mais pas que !

⇒ Une signature qui dépend... **de l'espèce végétale**

Simonin *et al.*, 2022

63 études
3190 échantillons
50 espèces

8000 taxons bactériens
2000 taxons fongiques

Composition spécifique en fonction
de l'espèce végétale

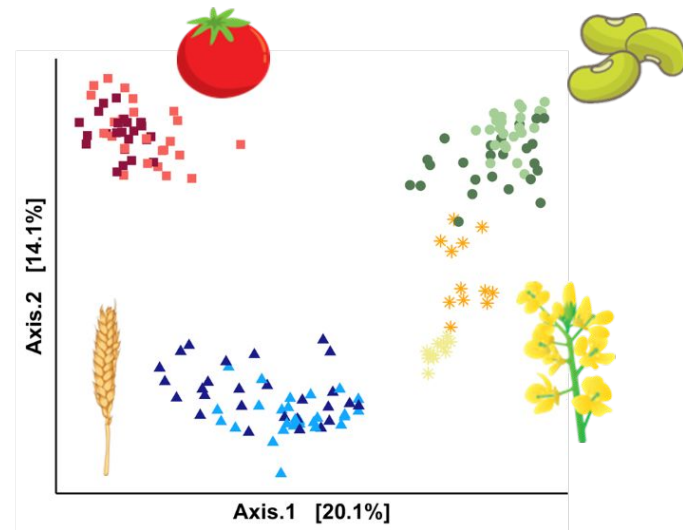
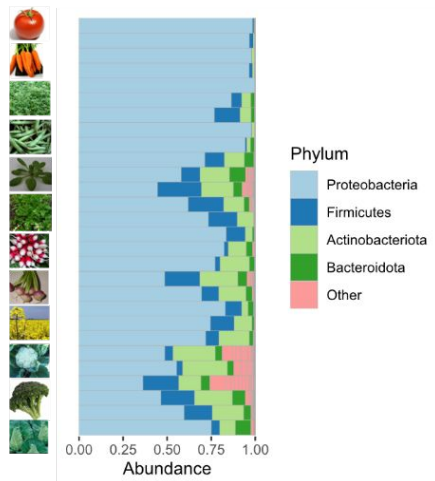
A. Origin of seed samples



Portail Data INRAE (INRAE) Génération datapaper

Seed Microbiota Database

Version 2.0

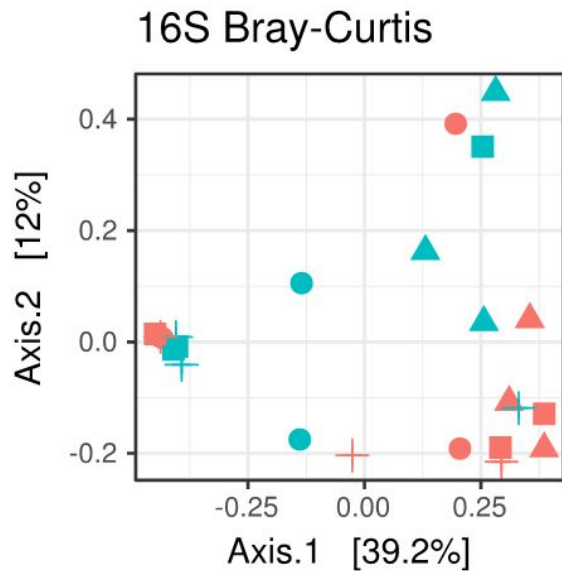


Les graines comme vecteurs d'agents pathogènes... mais pas que !

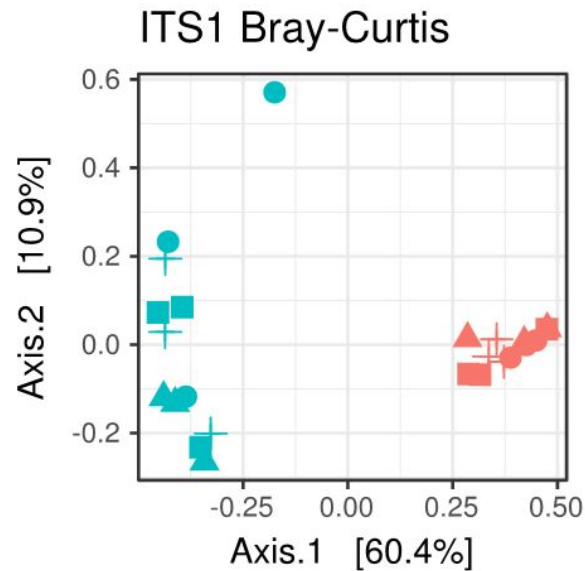
⇒ Une signature qui dépend... **de la zone de production**

Klaedtke *et al.*, 2016

Bactéries



Champignons



Site

- BZH
- LUX

Cultivar

- Calima
- ▲ Flageolet_chevrier
- Roi_des_Belges
- + Saint_esprit

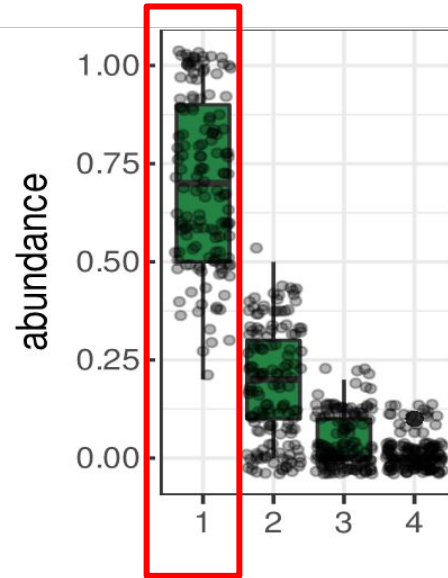
Les graines comme vecteurs d'agents pathogènes... mais pas que !

⇒ Une signature qui dépend... **de la graine**

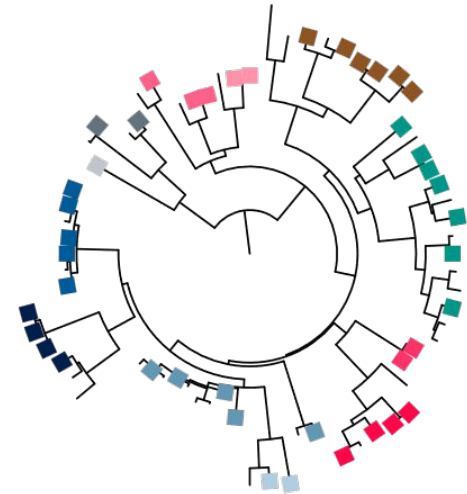
Chesneau *et al.*, 2022



Phaseolus vulgaris



Tree scale: 0.1



12 genres différents
sur **une** plante

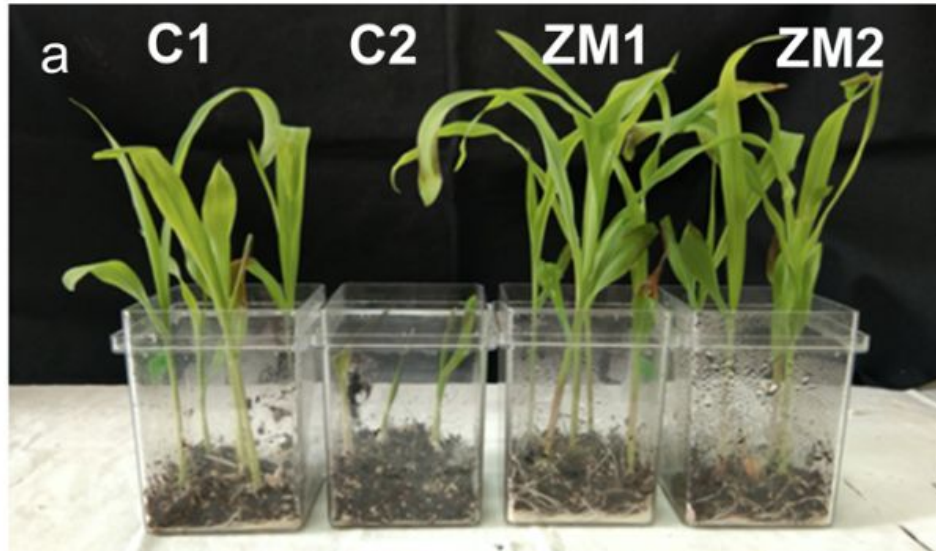
Les graines comme vecteurs d'agents pathogènes... mais pas que !

Chaque espèce végétale a un microbiote spécifique qui dépend de multiples facteurs

Quel rôle de ce microbiote des graines ?

Les graines comme vecteurs d'agents pathogènes... mais pas que !

Rôle du microbiote des graines dans... **la croissance**



C1 : Désinfection de surface

C2 : Désinfection de surface
+ antibiotiques

ZM1 : Désinfection de surface
+ antibiotiques
+ *Lysinibacillus sp.*

ZM2 : Désinfection de surface
+ antibiotiques
+ *Paenibacillus dendritiformis*

Pal *et al.*, 2022

Les graines comme vecteurs d'agents pathogènes... mais pas que !

Rôle du microbiote des graines dans... **la protection contre les pathogènes**

Control



Matsumoto *et al.*, 2021

+Bp



Bp : *Burkholderia plantarii*

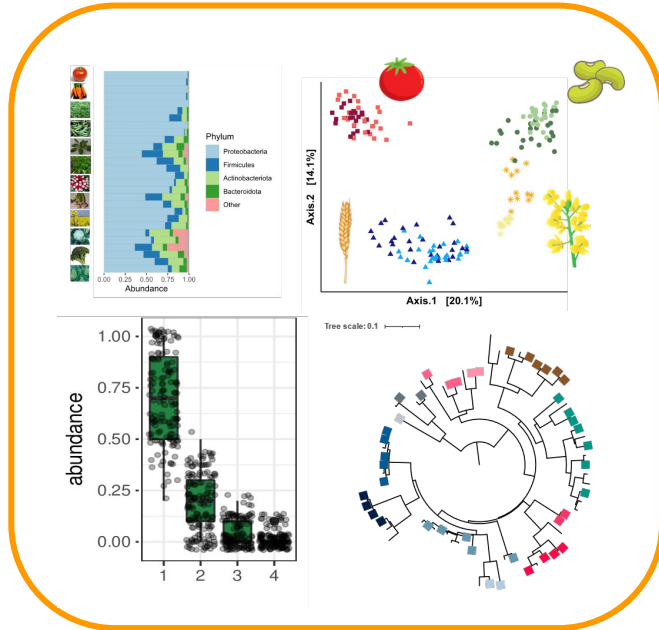
+Bp+ZJ26



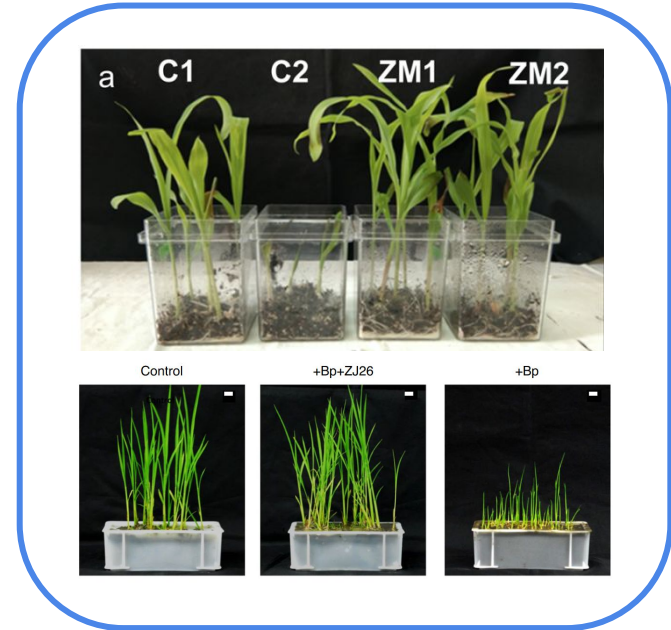
ZJ26 : *Sphingomonas melonis* (endophyte)

Les graines comme vecteurs d'agents pathogènes... mais pas que !

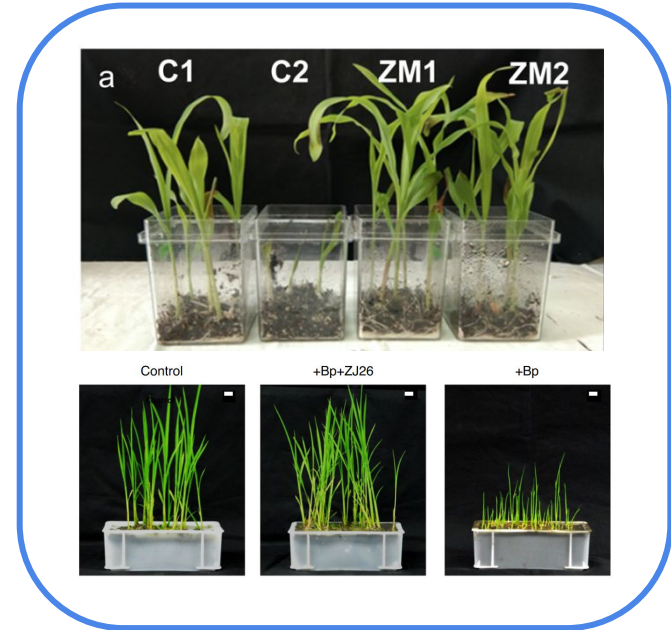
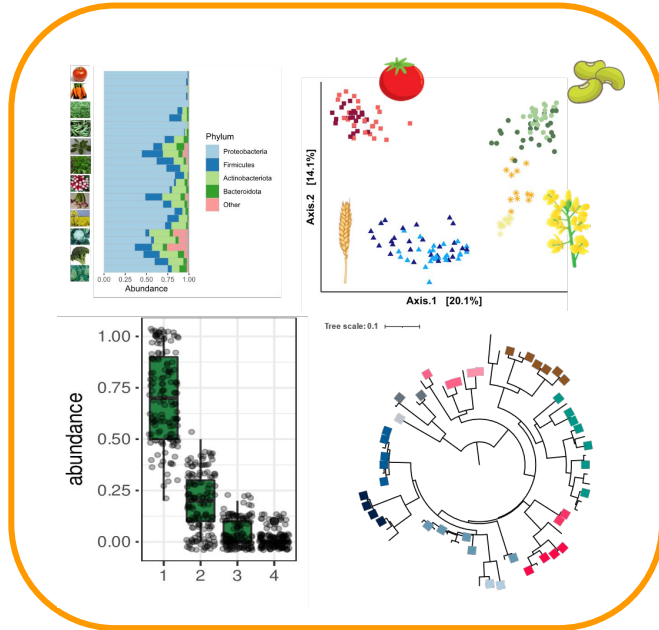
Biodiversité



Applications

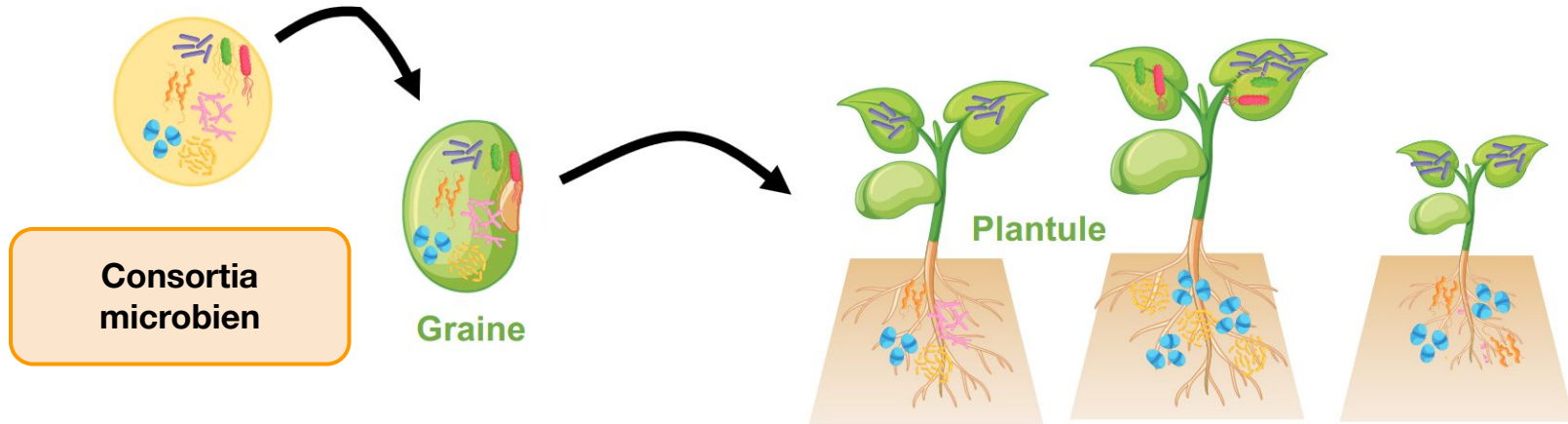


Peut-on exploiter cette diversité microbienne pour favoriser l'installation des cultures ?



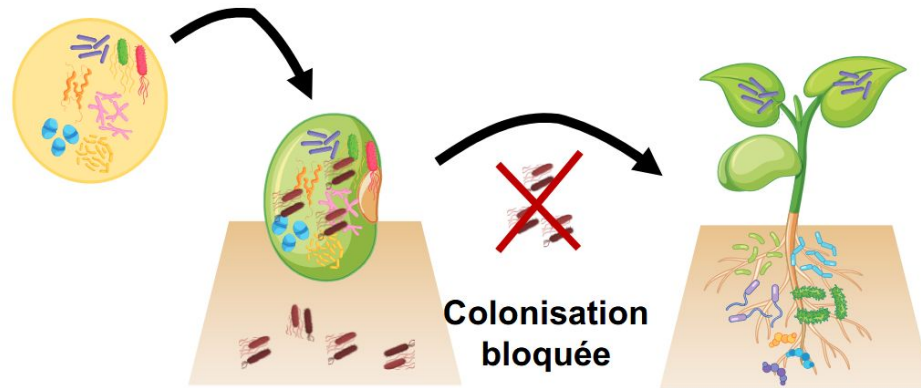
Peut-on exploiter cette diversité microbienne pour favoriser l'installation des cultures ?

Amélioration de la germination et de la levée



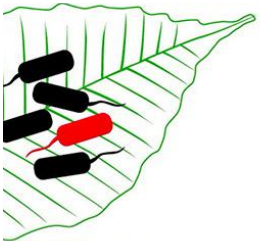
Peut-on exploiter cette diversité microbienne pour favoriser l'installation des cultures ?

Protection contre des agents phytopathogènes



**Pathogène du sol ou
des graines**

Peut-on exploiter cette diversité microbienne pour
favoriser l'installation des cultures ?



EMERSYS

Emergence, systématique
et écologie des bactéries
associées aux plantes

CULTIVER
PROTÉGER
autrement

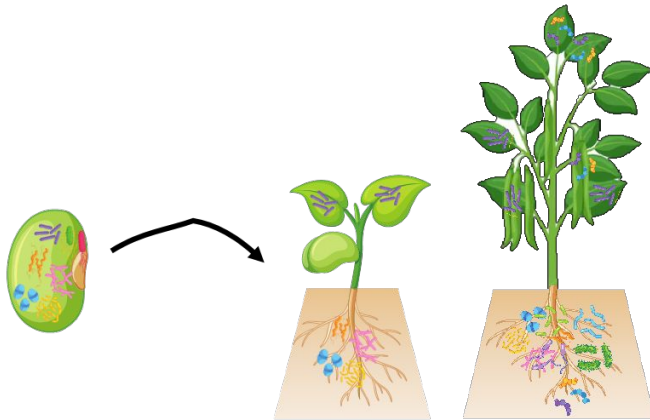


SUCSEED

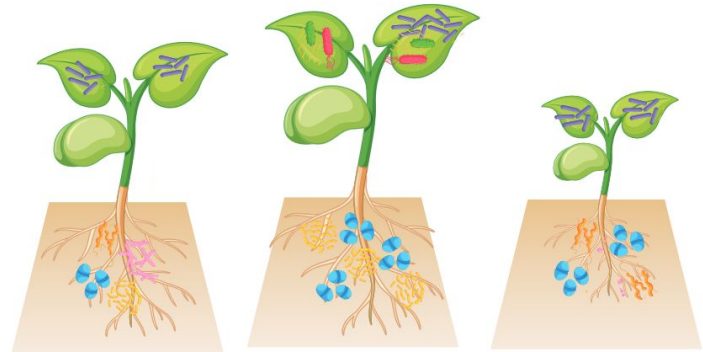


Peut-on exploiter cette diversité microbienne pour favoriser l'installation des cultures ?

Est-ce que ces microorganismes se transmettent aux plantules ?



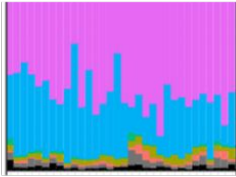
Est-ce que ces microorganismes modulent la germination – levée ?



Première étape : isoler des spécimens représentatifs de cette diversité



Diversité estimée (séquençage ADN)



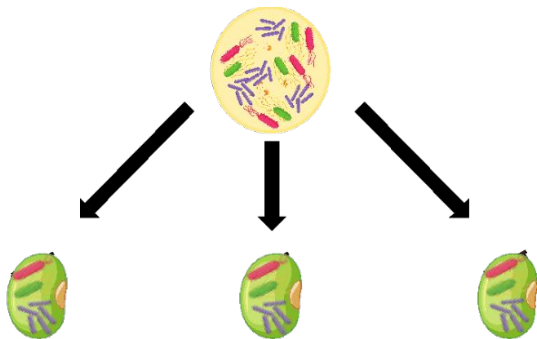
Diversité "récoltée" (microbiologie)



2 510 souches bactériennes + 1054 souches fongiques
10 à 20% de de la diversité estimée

Deuxième étape : assembler ces spécimens en communautés

Consortia microbien



Contrôle de la **composition** et de la **biomasse** du microbiote des graines

Choix des souches inoculées

nature microbiology

Perspective

<https://doi.org/10.1038/s41564-024-01827-2>

A cross-systems primer for synthetic microbial communities

Received: 2 February 2024

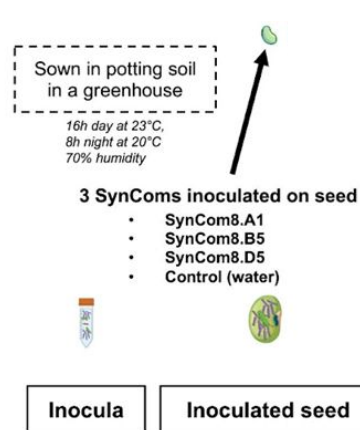
Accepted: 11 September 2024

Published online: 30 October 2024

Elijah C. Mehlferber^{1,2}✉, Gontran Arnault^{3,9}, Bishnu Joshi^{4,9},
Laila P. Partida-Martinez^{5,9}, Kathryn A. Patras^{4,6,9}, Marie Simonin³ &
Britt Koskella^{7,8}✉

Troisième étape : mesurer la transmission des consortia microbiens

Inoculation sur
graines



Troisième étape : mesurer la transmission des consortia microbiens

Inoculation sur graines

Transmission

Seedling stage
5 DAS

Vegetative stage
20 DAS

Flowering stage
34 DAS

Podfilling stage
54 DAS

Senescence stage
84 DAS

DAS: Days After Sowing

Sown in potting soil
in a greenhouse

16h day at 23°C,
8h night at 20°C
70% humidity

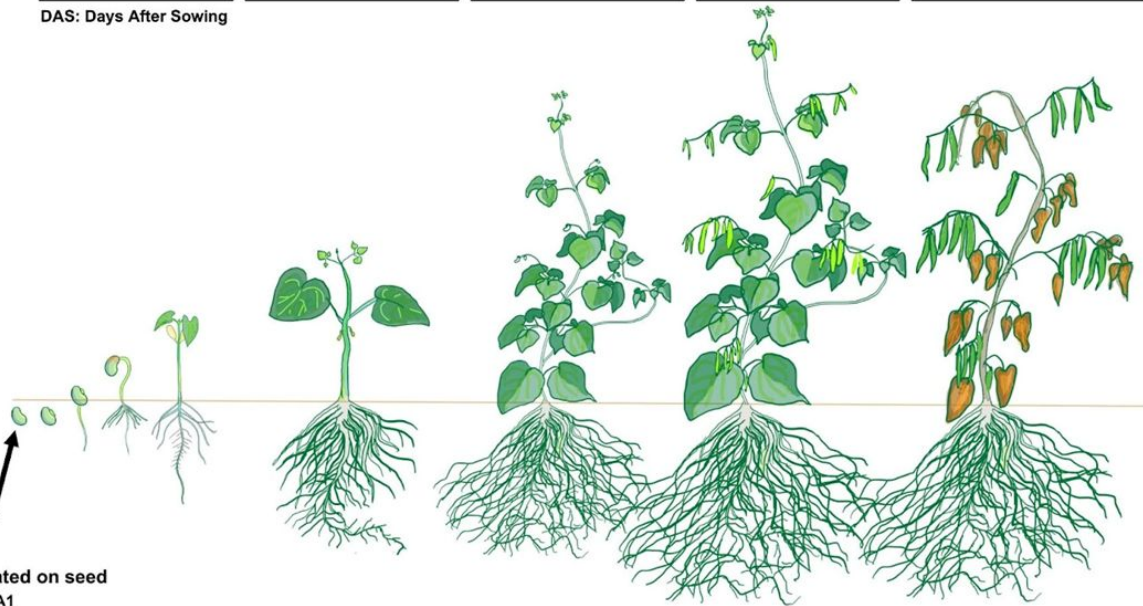
3 SynComs inoculated on seed

- SynCom8.A1
- SynCom8.B5
- SynCom8.D5
- Control (water)

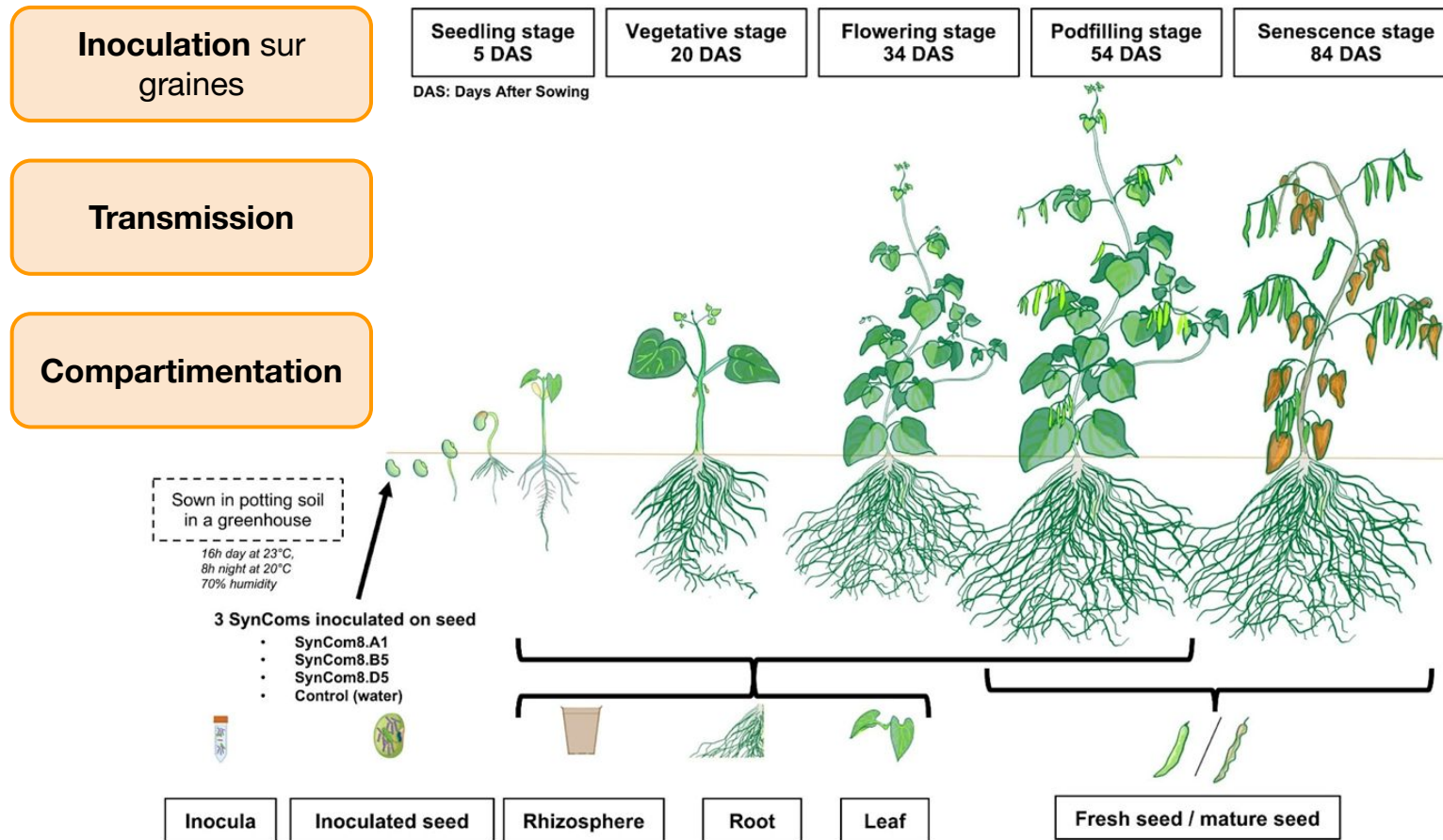


Inocula

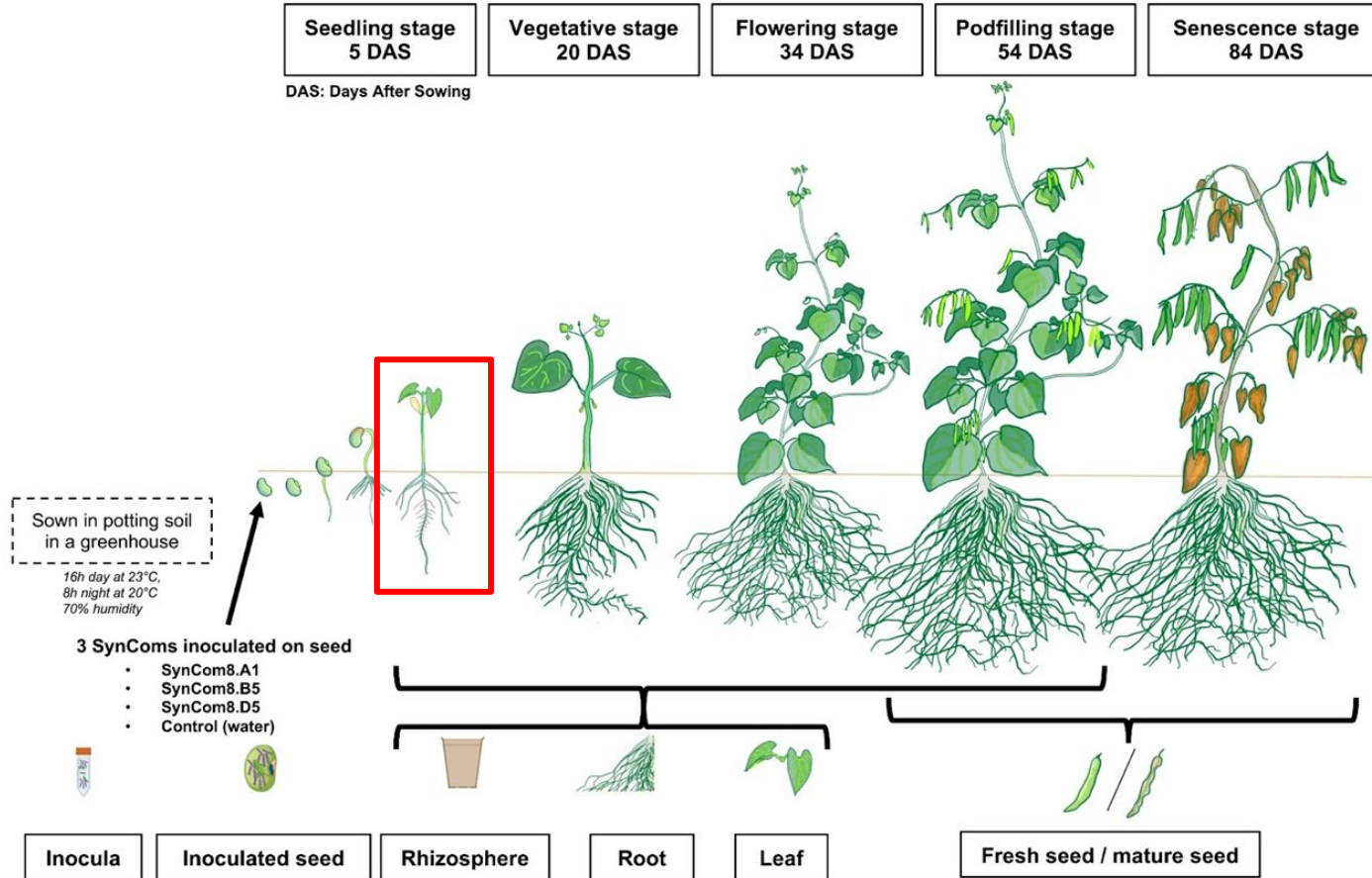
Inoculated seed



Troisième étape : mesurer la transmission des consortia microbiens

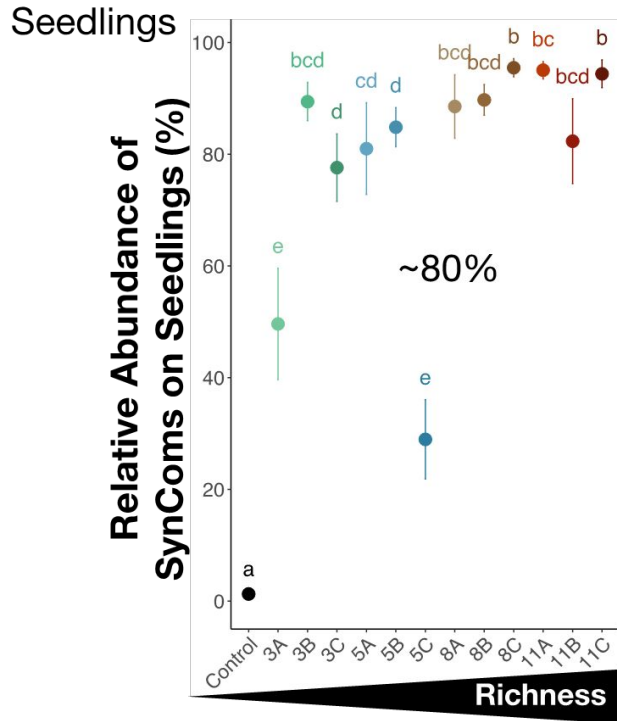


Troisième étape : mesurer la transmission des consortia microbiens

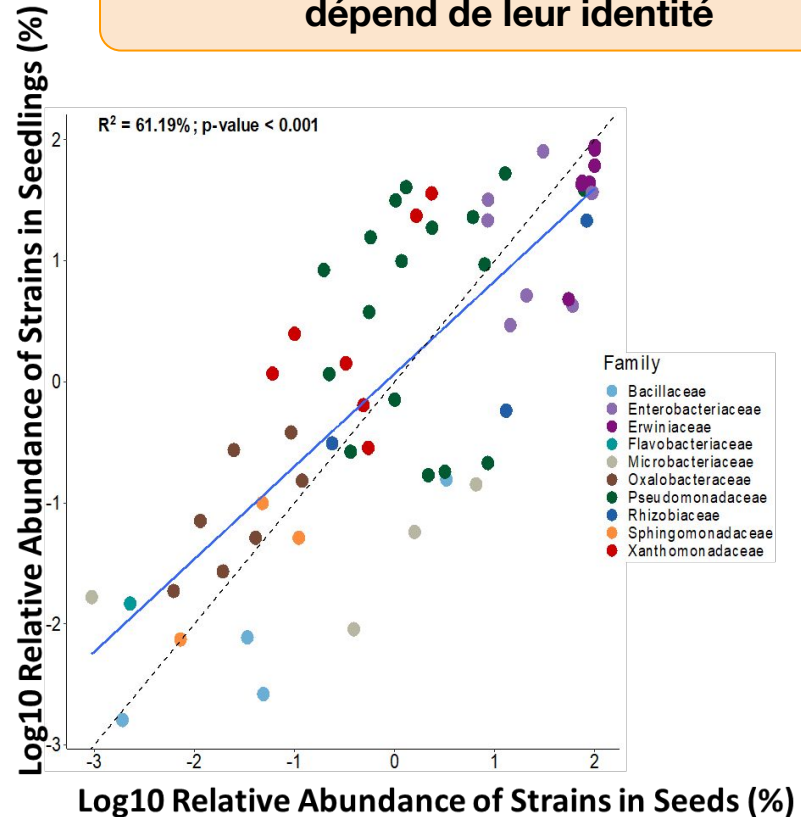


Troisième étape : mesurer la transmission des consortia microbiens

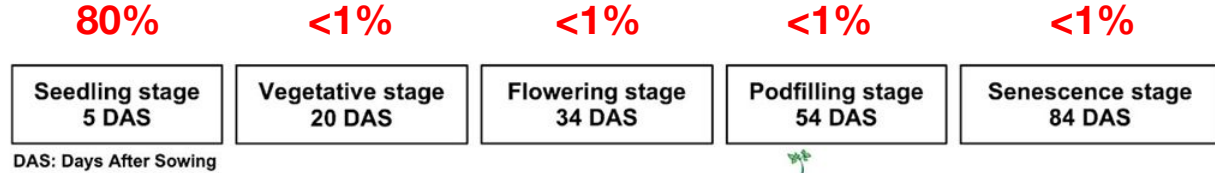
⇒ Transmission >70% pour la majorité des consortia



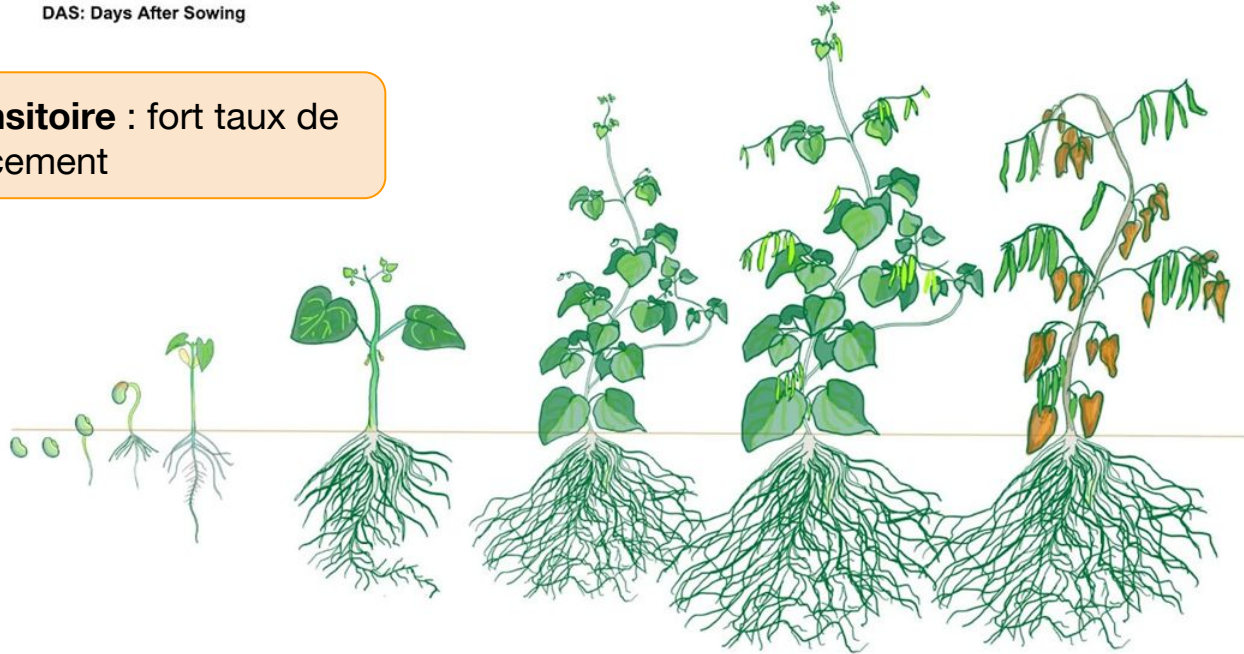
⇒ La transmission des souches dépend de leur identité



Troisième étape : mesurer la transmission des consortia microbiens



⇒ **Transmission transitoire** : fort taux de remplacement

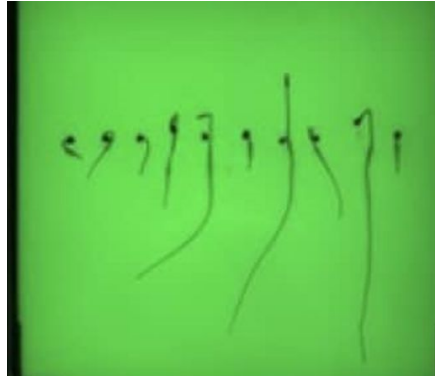


Quatrième étape : mesurer les traits phénotypiques associés

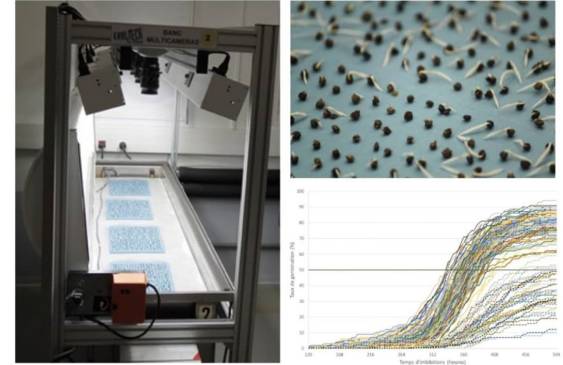
% plantules normales



Longueur de l'hypocotyle



Cinétique de germination

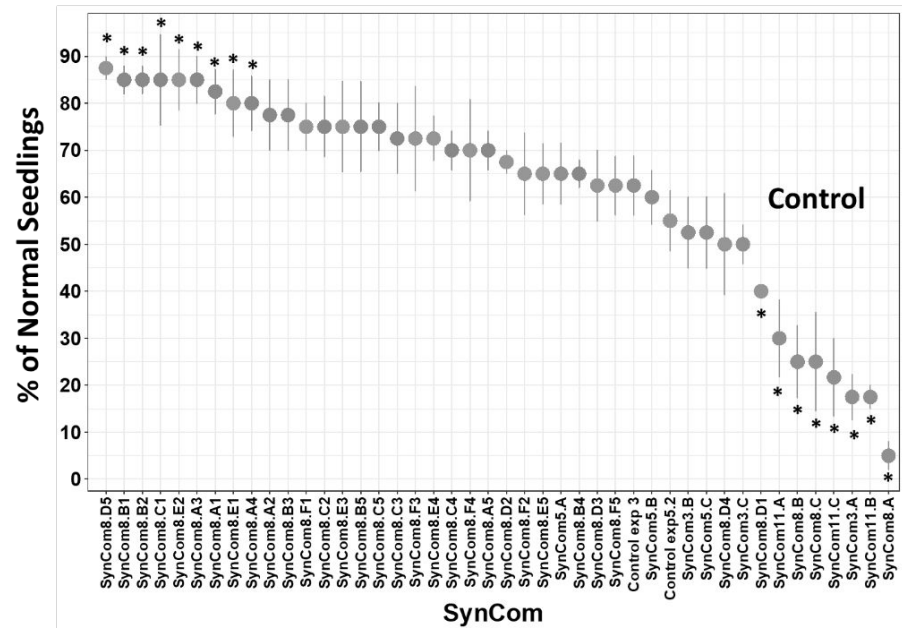


Quatrième étape : mesurer les traits phénotypiques associés

% plantules normales



⇒ Taux de normalité des plantules modulé par l'identité des souches



Conclusion, message à retenir

Chaque espèce végétale a un microbiote spécifique qui dépend de multiples facteurs

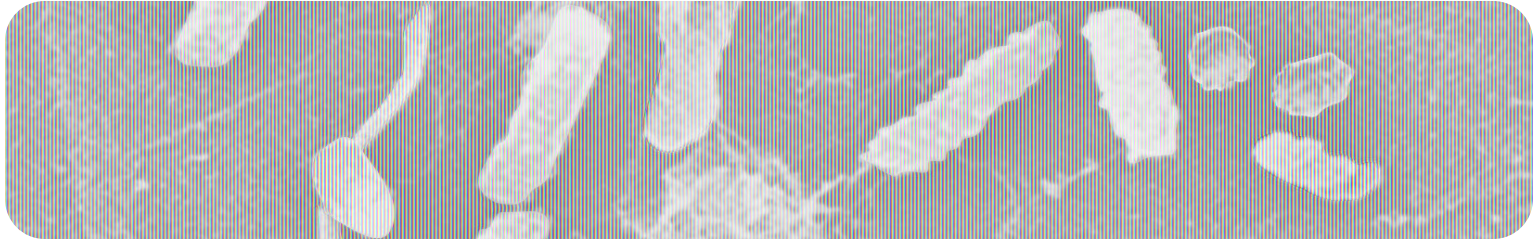
3500 souches microbiennes isolées sur graines

Protocole efficace d'inoculation de consortia microbiens

Colonisation transitoire des plantes

Identification de souches modulant la vigueur

Ingénierie du microbiote : quelles attentes ? Quelles limites ?



Ingénierie du microbiote : quelles attentes ? Quelles limites ?

Superbug ?

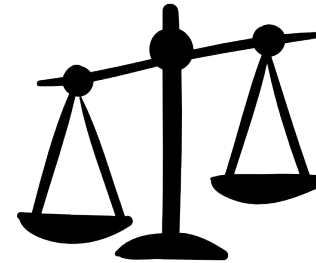
Effets bénéfiques (+)
Impact environnemental (-)



Résultats au champ mitigés...

⇒ **Compromis** entre effets bénéfiques et :

- Colonisation de la graine ?
- Transmission à la plante ?



Kaminsky *et al.*, 2019

Ingénierie du microbiote : quelles attentes ? Quelles limites ?

Superbug ?

Effets bénéfiques (+)
Impact environnemental (-)



Résultats au champ mitigés...

⇒ **Compromis** entre effets bénéfiques et :

- Colonisation de la graine ?
- Transmission à la plante ?



Mais encore ?

Kaminsky *et al.*, 2019

Ingénierie du microbiote : quelles attentes ? Quelles limites ?

Superbug ?

Effets bénéfiques (+)

Impact environnemental (-)

Préserver la biodiversité naturelle sur graine

⇒ Lien diversité/invasion

⇒ Améliorer **détection** au champ

⇒ Impact des pratiques de **désinfection**

Augmenter la capacité du microbiote des graines

⇒ Utilisation de **prébiotiques**

⇒ Améliorer les **méthodes de sélection** de souches

⇒ Améliorer les **méthodes d'inoculation**

⇒ Travailler sur des **consortia** (redondance, synergies)

⇒ Étudier les effets de la **colonisation transitoire**

Trends in
Plant Science

CellPress

Opinion

Sowing success: ecological insights into seedling microbial colonisation for robust plant microbiota engineering

Oscar Joubert^{1,2,*}, Gontran Arnault², Matthieu Barret², and Marie Simonin^{2,*}

Joubert *et al.*, 2024

Quelles perspectives pour l'agriculture biologique ?

Connaissance

Quelle **biodiversité microbienne** sur les graines en AB ?

Quels **traits microbiens** co-sélectionnés ?

Quelles dynamiques d'**assemblage** et de **transmission** ?

Impact

Des pratiques de production (semences paysannes, agriculteurs multiplicateurs)

Des traitements de semence (vinaigre, vapeur, etc.)

Application

Quels besoins des agriculteurs en AB ?

Compatibilité avec la philosophie et le cahier des charges de l'AB



Microbiotemicrobiote - Clara Centa

Remerciements

Gontran Arnault

Coralie Marais

Marie Simonin



EMERSYS

Emergence, systématique
et écologie des bactéries
associées aux plantes



SUCSEED

Merci pour votre attention !



INRAE



ENS
ENS DE LYON



Les microbiotes des semences : biologie, rôles et enjeux pour les semences potagères biologiques

JT Semences potagères (ITAB) - 11 décembre 2024



Oscar Joubert (oscar.joubert@ens-lyon.fr)

Matthieu Barret (matthieu.barret@inrae.fr)

