

# Connaissance et valorisation de la diversité microbienne du sol : quel avenir pour Madagascar

Ramanankierana H., Rasolomampianina R., Rakotoarimanga N., Baohanta R.H., Ramamonjisoa D., Ramaroson L. & Duponnois R.


- ✓ Centre National de Recherches sur l'Environnement – Laboratoire de Microbiologie de l'Environnement – Antananarivo - Madagascar
- ✓ Faculté des Sciences – Département de Biochimie fondamentale et Appliquée – Laboratoire de Biotechnologie-Microbiologie – Antananarivo - Madagascar
- ✓ Laboratoire des Symbioses Tropicales et Méditerranéennes – Montpellier - France


## Madagascar et sa biodiversité « bien connue »

« Madagascar est reconnu comme faisant partie d'une douzaine de pays du monde à **mégabiodiversité** en raison de l'exceptionnelle originalité et de la diversité de ses écosystèmes, de sa faune et de sa flore à haut degré d'endémisme » (Stratégie nationale pour la gestion durable de la biodiversité – Ministère de l'Environnement)

« Madagascar fait partie des 17 pays qui concentrent à eux seuls 80% de la biodiversité mondiale »


### Diversité des plantes vasculaires

 « **96%** of the **4 220 species** of trees and large shrubs of Madagascar are endemic » (Schatz 2001)


 « Of approximately **10 000** native higher plant species, about **8 000 species** are thought to be endemic to the island (Du Puy, DJ and Moat J.F. 1998)

### Biodiversité faunistique

 “La faune Malagasy se distingue par **son archaïsme** et son **endémisme** notablement élevé »

 « Dans le cas des Caméléons, Madagascar compte à elle seule 53 espèces endémiques soit 58% de la faune mondiale »

### Valorisation :

 « Sur les **12 000 espèces** que compte la flore de Madagascar, plus de **2 250** ont été recensées comme étant des plantes médicinales, soit **18.95%** » (Stratégie nationale pour la gestion durable de la biodiversité – Ministère de l'Environnement)



Richesses en espèces de bois nobles tropicaux

## Madagascar et sa biodiversité « oubliée »



### Biodiversité microbienne :

- ✓ Des êtres vivants qui font peur ???
- ✓ Des organismes sans valeur ???
- ✓ Ou approches d'étude lourdes à mettre en œuvre???

**Objectifs :** Identifier la place que pourrait avoir la diversité microbienne du sol au sein de cette « mégabiodiversité » de Madagascar et de décrire son importance sur la durabilité de la vie sur terre

☐ Décrire la diversité taxonomique de champignons ectomycorhiziens associés à *Uapaca bojeri* et *Leptolaena bojeriana* (Etape I)

☐ Identifier l'interdépendance entre diversité taxonomique de champignons ectomycorhiziens et diversité fonctionnelle des autres groupes microbiens du sol (Etape II)

☐ Etablir la liaison entre la diversité fonctionnelle des microorganismes rhizosphériques et le bien être de l'homme et son environnement (Etape III)



Communauté ectomycorhizienne

Echantillonnage et  
morphotypage des ECM

Analyse RFLP  
*HaeIII, Hinf I*

Types RFLP

Séquençage et  
identification  
moléculaire

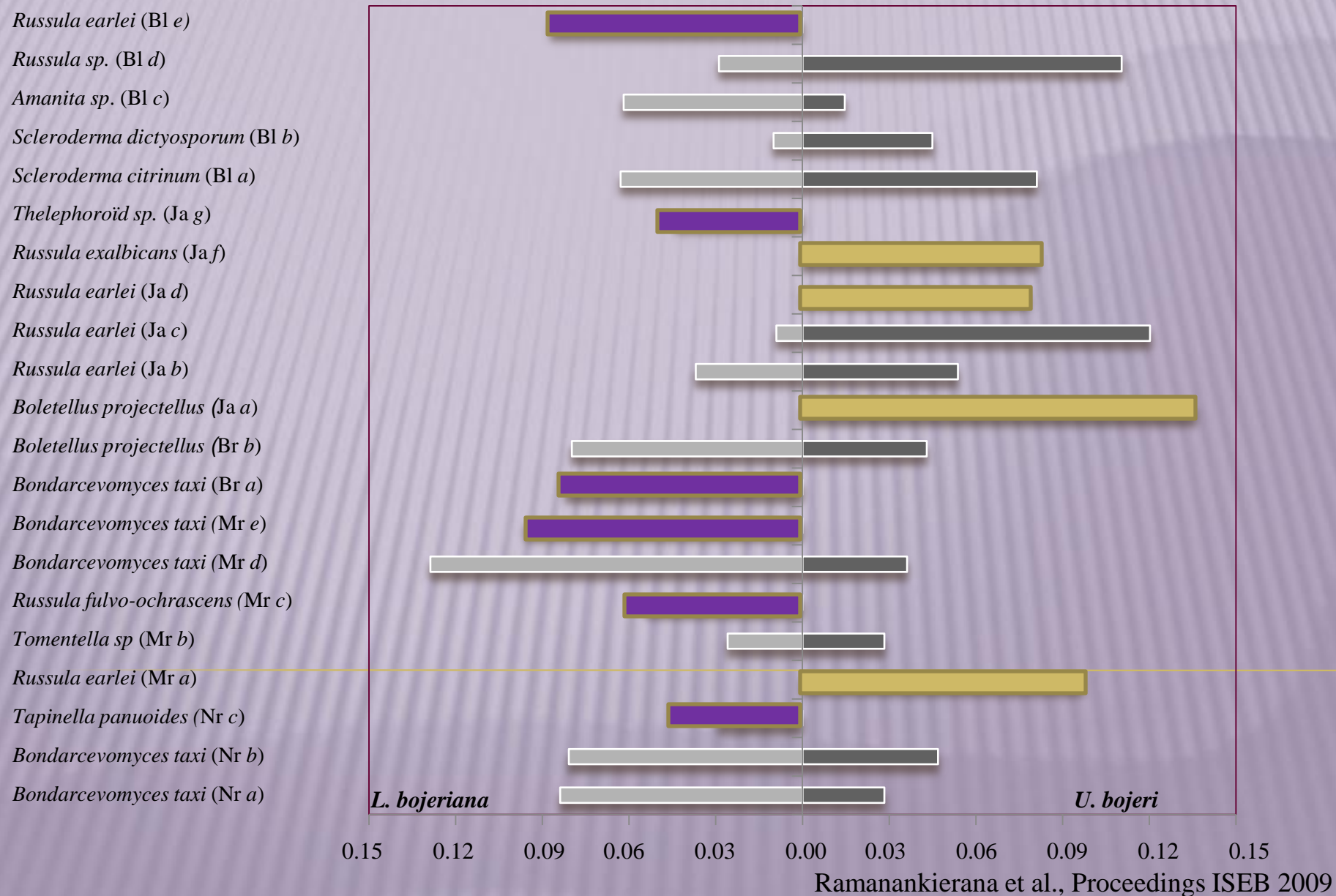
Position  
taxonomique  
des types RFLP

*Uapaca bojeri*  
+ 90% de la strate arborée

*Leptolaena bojeriana*  
Elément fondamental  
de la strate arbustive



Relative frequency of identified RFLP types based on ITS region sequences on roots of *U. bojeri* and *L. bojeriana*



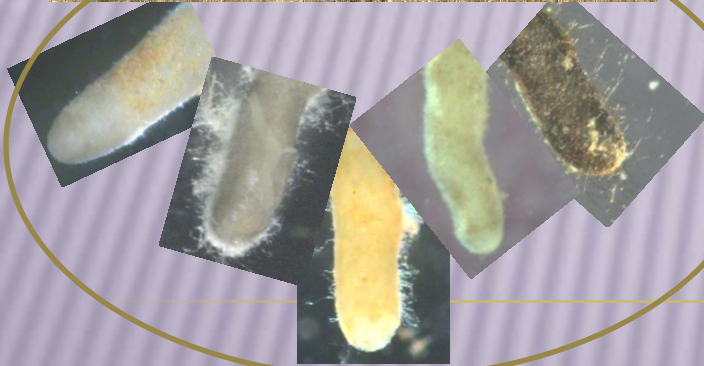
*Uapaca bojeri*



*Leptolaena bojeriana*



Communauté ectomycorhizienne



et alors???



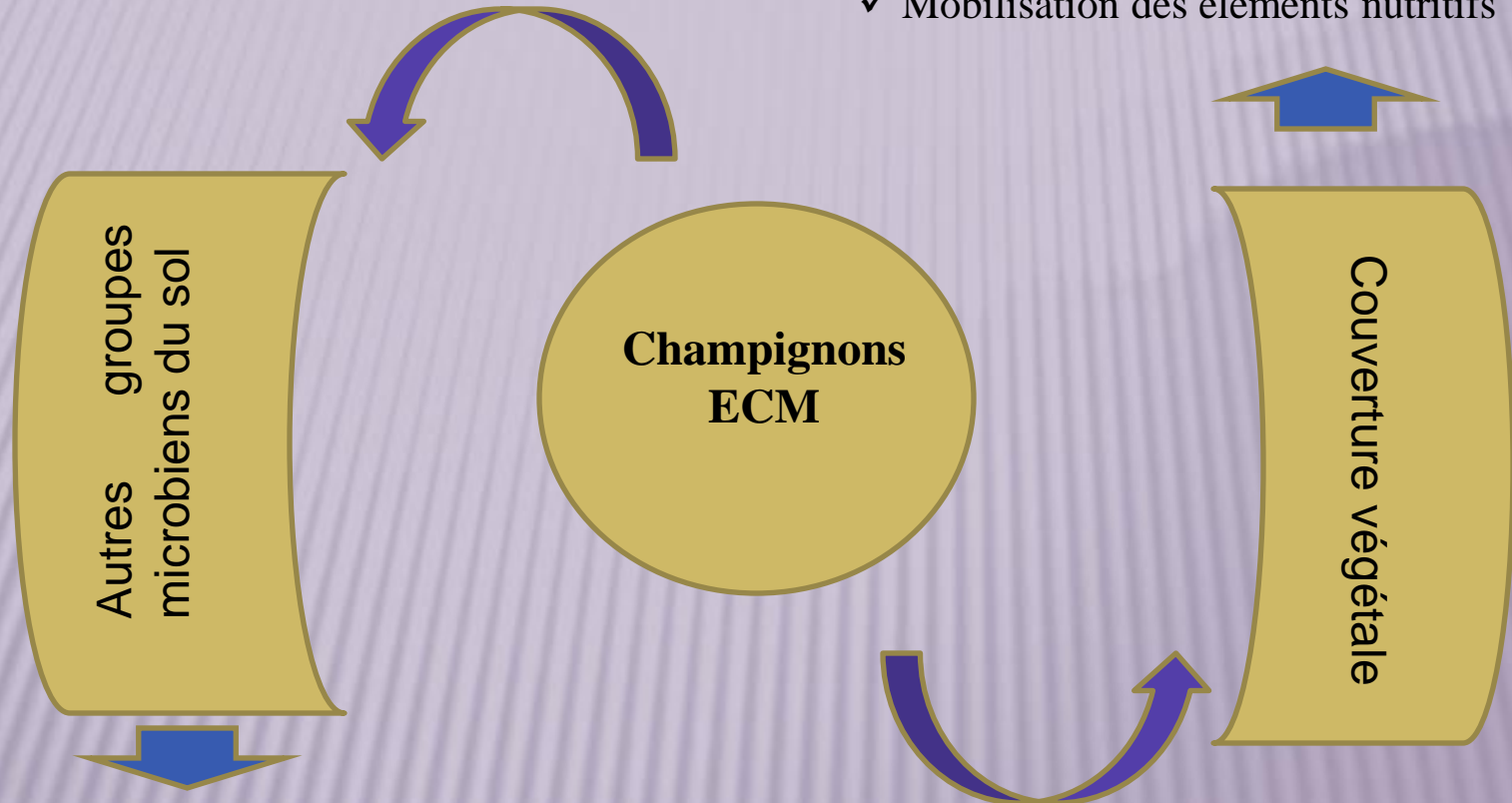
Une diversité importante de champignons ectomycorhiziens.....



# Impact sur les autres populations et sur le milieu environnant

- ✓ Impact sur la régénération des plantes
- ✓ Immobilisation des éléments toxiques
- ✓ Mobilisation des éléments nutritifs (MVA)

Diversité fonctionnelle



- ✓ Gradient de diversité à l'échelle des compartiments rhizosphériques
- ✓ Identification des groupes microbiens utiles selon leur fonctionnement
- ✓ Compréhension des mécanismes de productions des métabolites secondaires

Restauration/Régénération

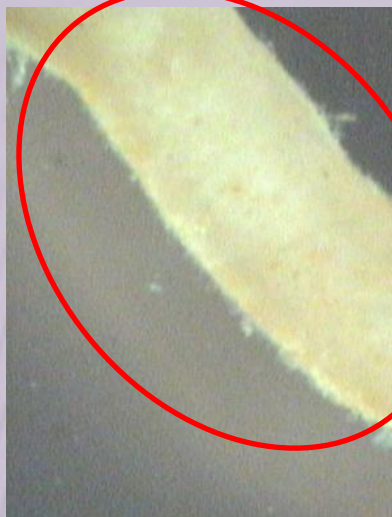


# Compartmentation et Echantillonnage du sol

Etape II



Rhizosphère (RS)



Sol témoin (BS)

Mycorhizosphère (MS)



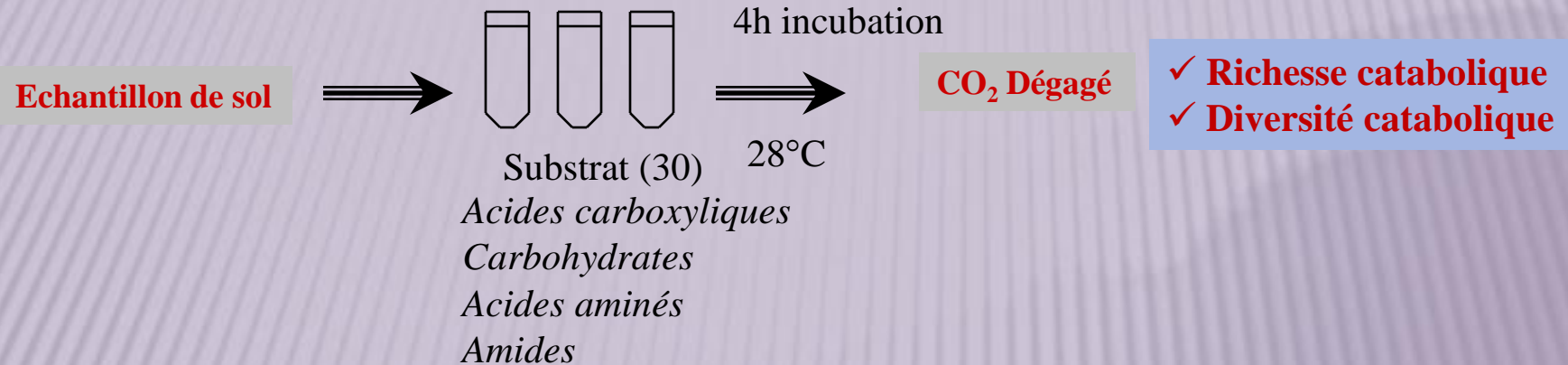
Hyphosphère (HS)



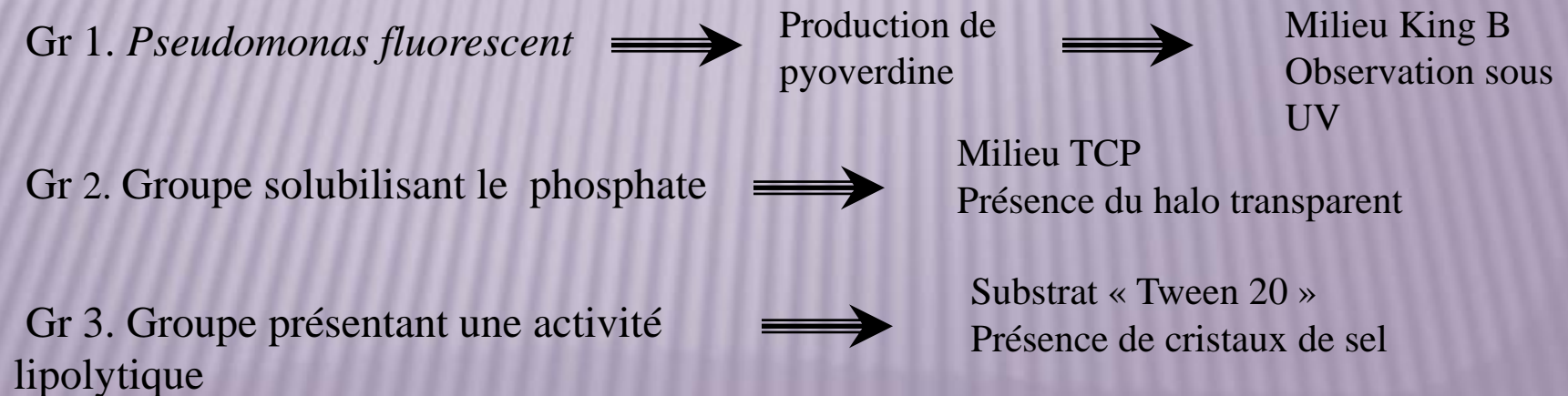
10 g de sol par compartiment X 15 répétitions



## (1) Profil catabolique de chaque compartiment : Respiration du sol



## (2) Evaluation de la population des groupes fonctionnels



### (3) Evaluation des activités enzymatiques

Activité microbienne globale du sol



Hydrolyse de la FDA

Activité phosphatasique en milieu  
alcalin

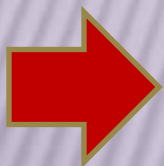


Hydrolyse de la p-Nitrophényl  
Phosphate (pNPP)  
pH = 5.8

Activité phosphatasique en milieu  
acide



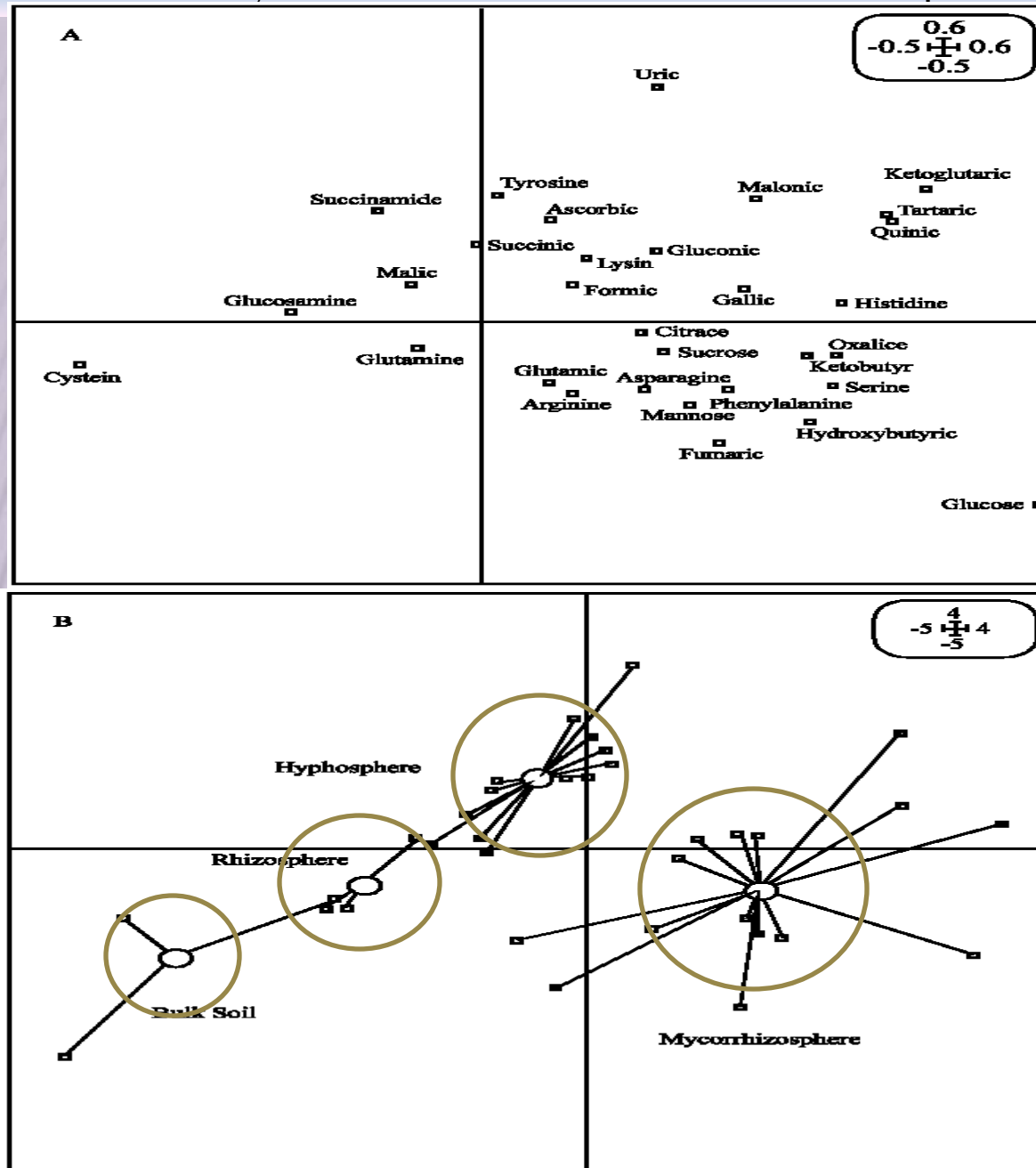
Hydrolyse de la p-Nitrophenyl  
Phosphate (pNPP)  
pH =



Mesure de la quantité de produit d'hydrolyse sur  
spectrophotomètre à différentes longueurs d'onde

- ✓ Activité globale de microorganismes intervenant dans les cycles biogéochimiques des éléments nutritifs
- ✓ Activité facilitant la libération de phosphate à partir des formes stables





## Catabolic richness and evenness and distribution of microbial isolates according to their functional abilities

Etape II

	BS	RS	MS	HS
Catabolic richness	17.7 a	20.3 ab	21.9 b	20.4 b
Catabolic evenness	5.2 ab	4.3 a	5.5 b	5.4 ab
No. of fluorescent pseudomonads ( $\times 10^4$ CFU g <sup>-1</sup> of soil)	0.3 a	1.5 b	1.8 b	3.3 c
Phosphate solubilizing bacteria ( $\times 10^4$ CFU g <sup>-1</sup> of soil)	5.7 a	8.8 b	8.9 b	14.2 c
Lipase producer bacteria ( $\times 10^4$ CFU g <sup>-1</sup> of soil)	0.6 a	0.9 a	2.8 b	5.7 c

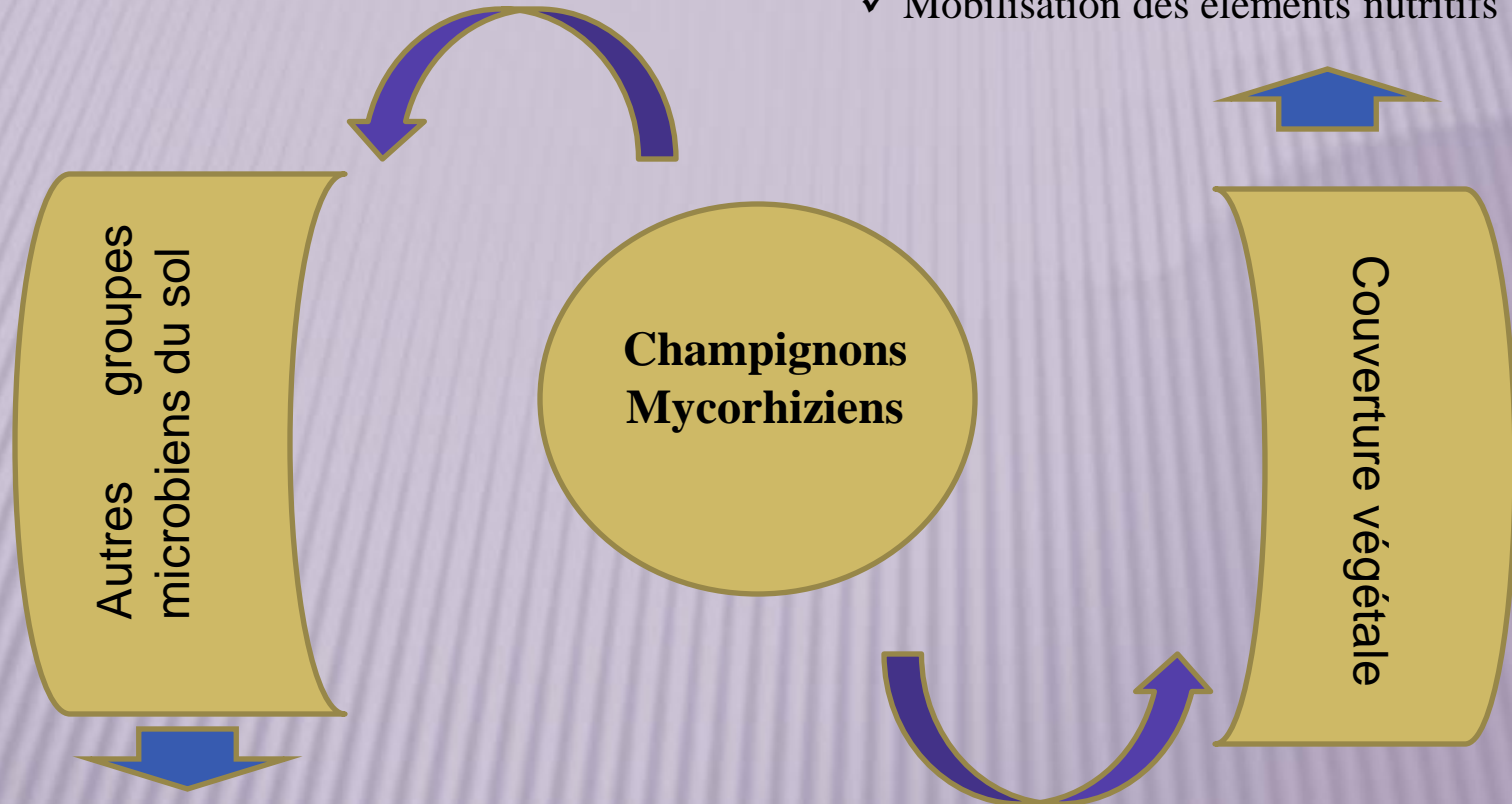
## Activité microbienne globale et activité phosphatasique

	RS	MS	HS	BS
Activité microbienne totale du sol (Quantité de fluorescéine diacétate hydrolysée h <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> de sol)	34.11 (7.13) <b>a</b>	52.26 (6.54) <b>b</b>	18.26 (2.66) <b>c</b>	12.85 (2.89) <b>c</b>
Activité phosphatasique en milieu acide (quantité de p-Nitrophényl phosphate hydrolysée h <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> de sol)	132.83 (48.07) <b>ab</b>	196.44 (32.39) <b>a</b>	103.46 21.85) <b>b</b>	72.64 (18.72) <b>b</b>
Activité phosphatasique en milieu alcalin (quantité de p-Nitrophényl phosphate hydrolysée h <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> de sol)	274.21 (28.32) <b>a</b>	463.15 (47.78) <b>b</b>	189,83 (37.82) <b>c</b>	128.56 (32.34) <b>d</b>



- ✓ Impact sur la régénération des plantes
- ✓ Immobilisation des éléments toxiques
- ✓ Mobilisation des éléments nutritifs (MVA)

Diversité fonctionnelle



- ✓ Gradient de diversité à l'échelle des compartiments rhizosphériques
- ✓ Identification des groupes microbiens utiles selon leur fonctionnement
- ✓ Compréhension des mécanismes de productions des métabolites secondaires

Restauration/Régénération

# Champignons mycorhiziens et développement de la plante hôte

## Dépendance mycorhizienne de *U. bojeri*

Table 2 Shoot growth, mycorrhizal development, and relative mycorrhizal dependency of *U. bojeri* seedlings 5 months after *G. intraradices* and/or *Scleroderma* sp. Sc1 inoculation in pot culture

Treatments	Shoot biomass (mg per plant)	Ectomycorrhizal colonization (%)	AM colonization (%)	RMD (%) <sup>a</sup>
Control	91.1a <sup>b</sup>	0a	0a	—
<i>Scleroderma</i> sp. Sc1	181.2b	8.7b	0a	47.6a
<i>G. intraradices</i>	160.1b	0a	77.5b	42.7a
<i>Scleroderma</i> sp. Sc1 + <i>G. intraradices</i>	360.3c	11.5b	82.5b	70.7b



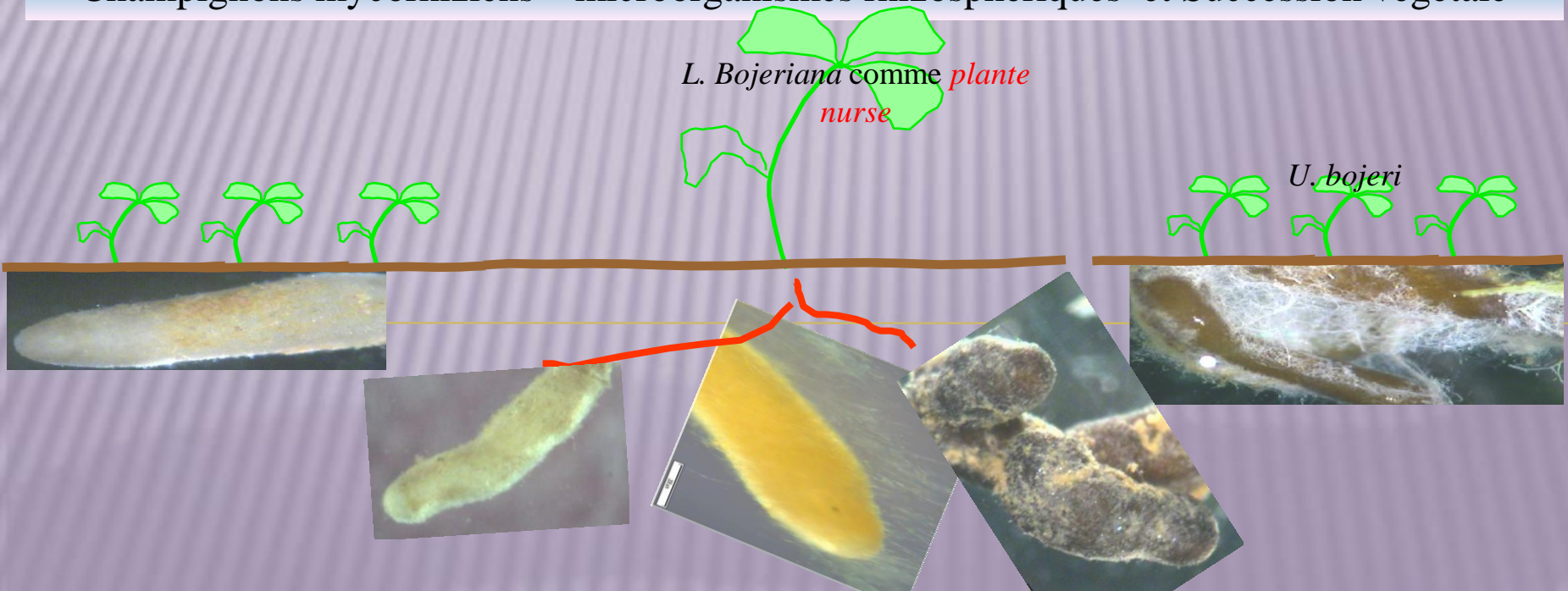
**Témoins**

**Inoculées**

## Champignons mycorhiziens – microorganismes rhizosphériques et Succession végétale

*L. Bojeriana* comme *plante nurse*

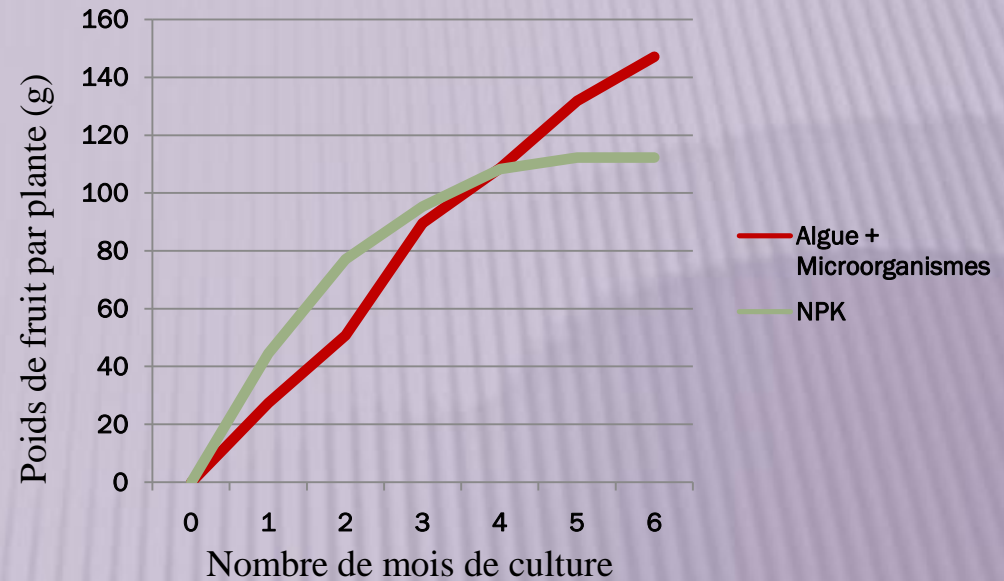
*U. bojeri*





# Champignons mycorhiziens – microorganismes rhizosphériques et Production maraîchère

Interaction  
Microorganismes du  
sol/ Poudre d'algue  
marine comme  
fertilisant



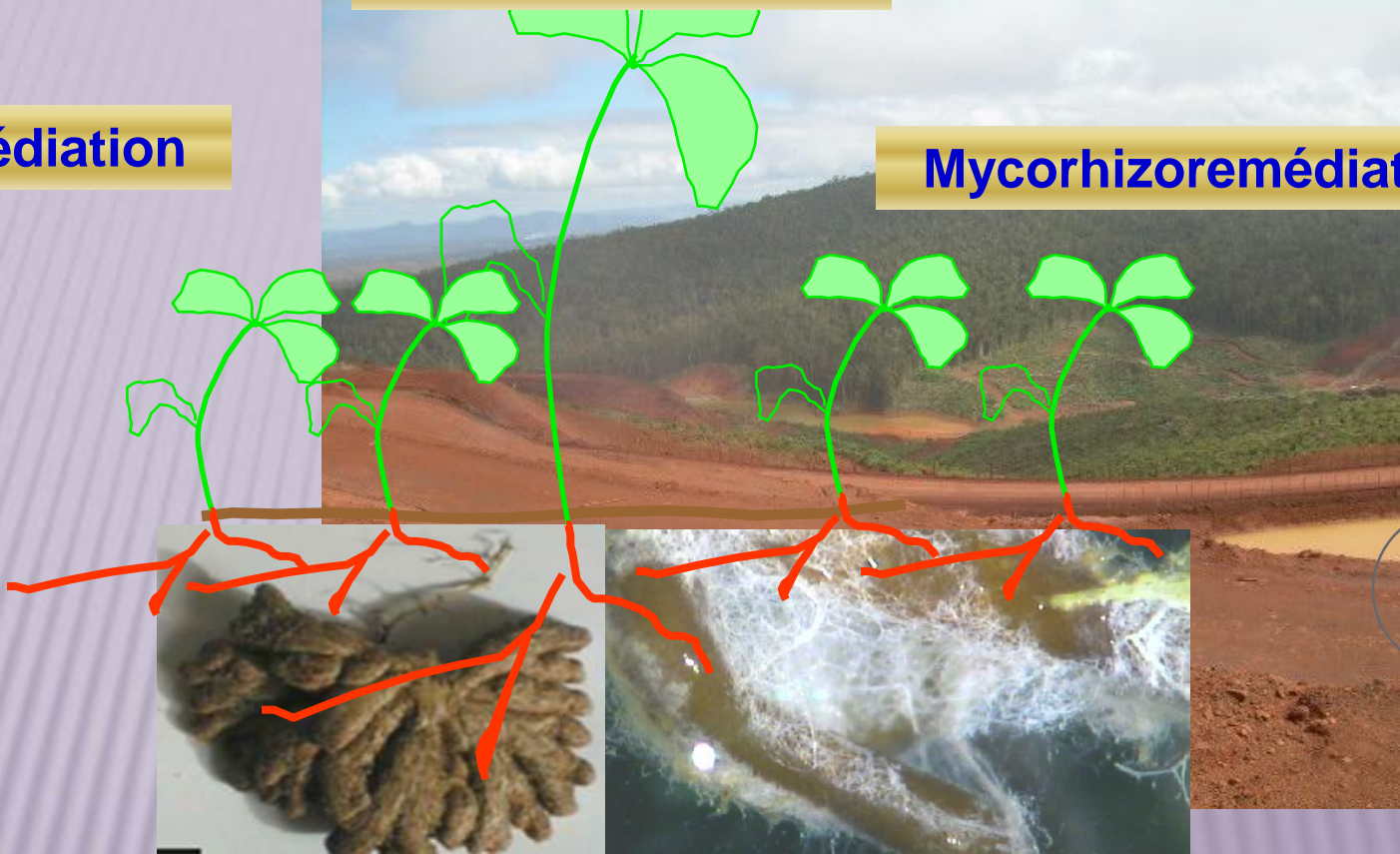
... Et la suite

## Bioremédiation

### Phytoremédiation

### Mycorhizoremédiation

Pb



Co

- ➡ Restauration des écosystèmes contaminés
- ➡ Compréhension des mécanismes régissant le fonctionnement des microorganismes et la production de leur métabolites secondaires
- ➡ Identification de nouvelles molécules actives d'origine microbienne

Ni

Mn

Cr



*Merci*

