

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

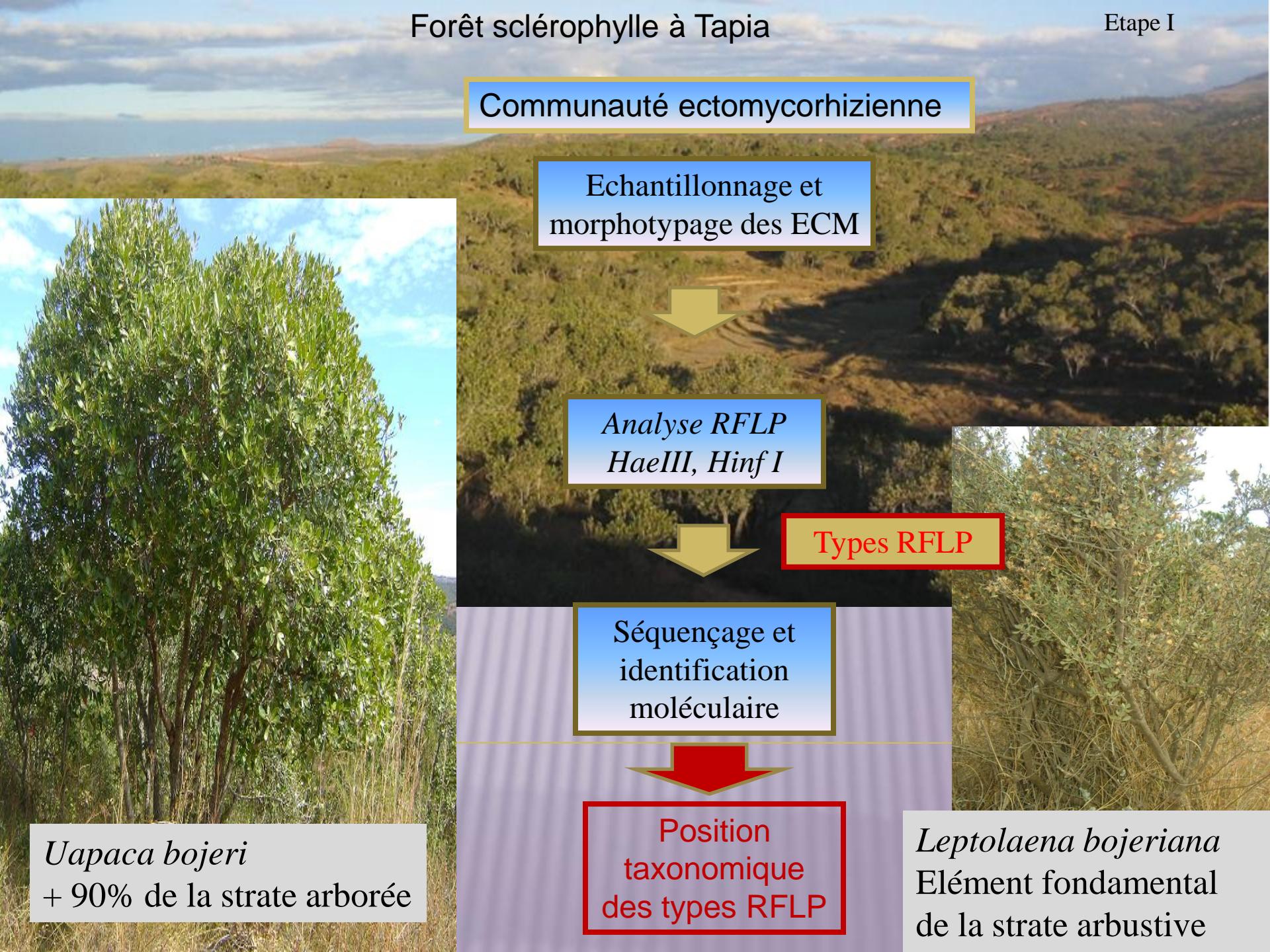
Types RFLP

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*

Russula earlei (Bl e)

Russula sp. (Bl d)

Amanita sp. (Bl c)

Scleroderma dictyosporum (Bl b)

Scleroderma citrinum (Bl a)

Thelephoroid sp. (Ja g)

Russula exalbicans (Ja f)

Russula earlei (Ja d)

Russula earlei (Ja c)

Russula earlei (Ja b)

Boletellus projectellus (Ja a)

Boletellus projectellus (Br b)

Bondarcevomyces taxi (Br a)

Bondarcevomyces taxi (Mr e)

Bondarcevomyces taxi (Mr d)

Russula fulvo-ochrascens (Mr c)

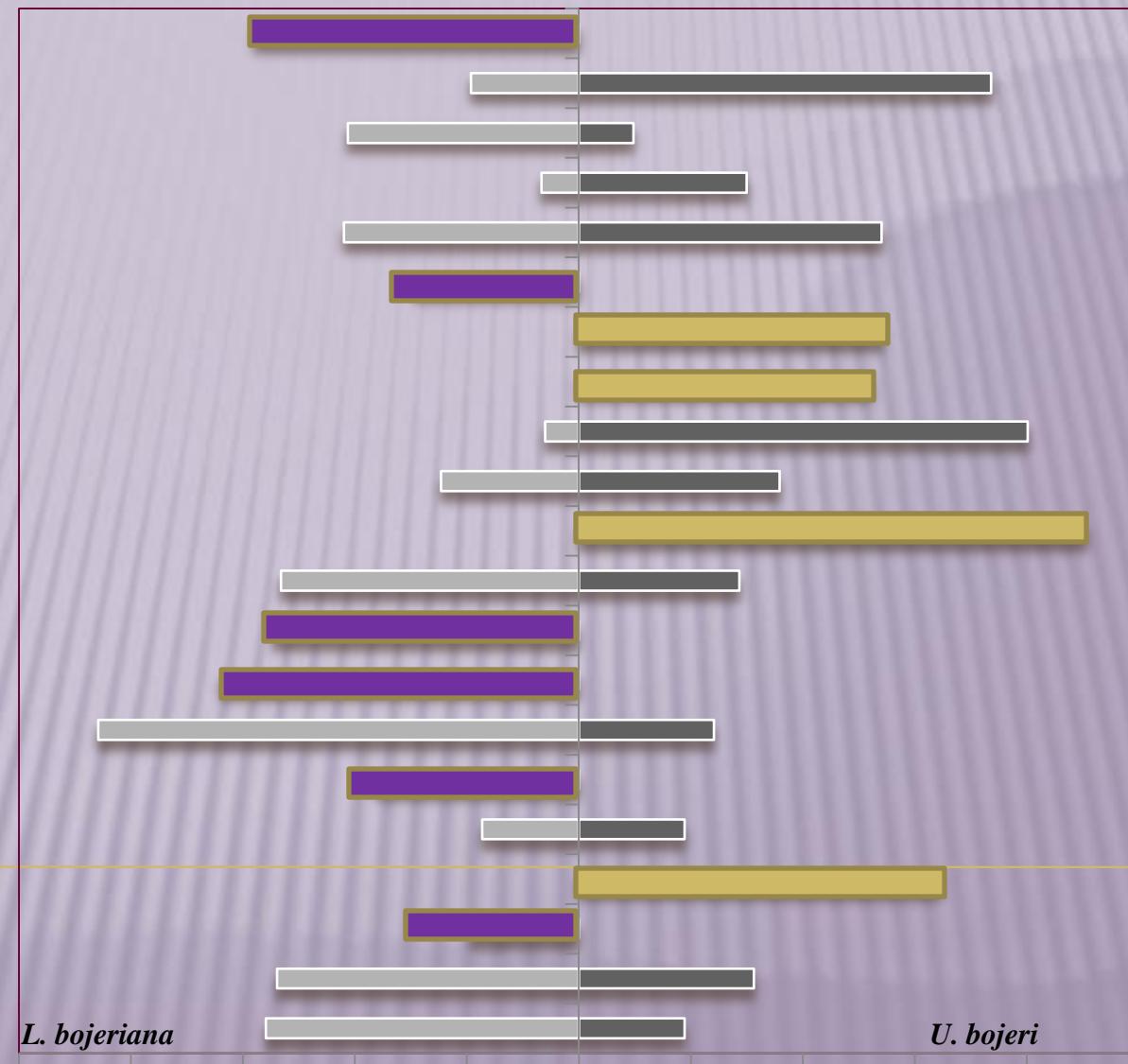
Tomentella sp (Mr b)

Russula earlei (Mr a)

Tapinella panuoides (Nr c)

Bondarcevomyces taxi (Nr b)

Bondarcevomyces taxi (Nr a)





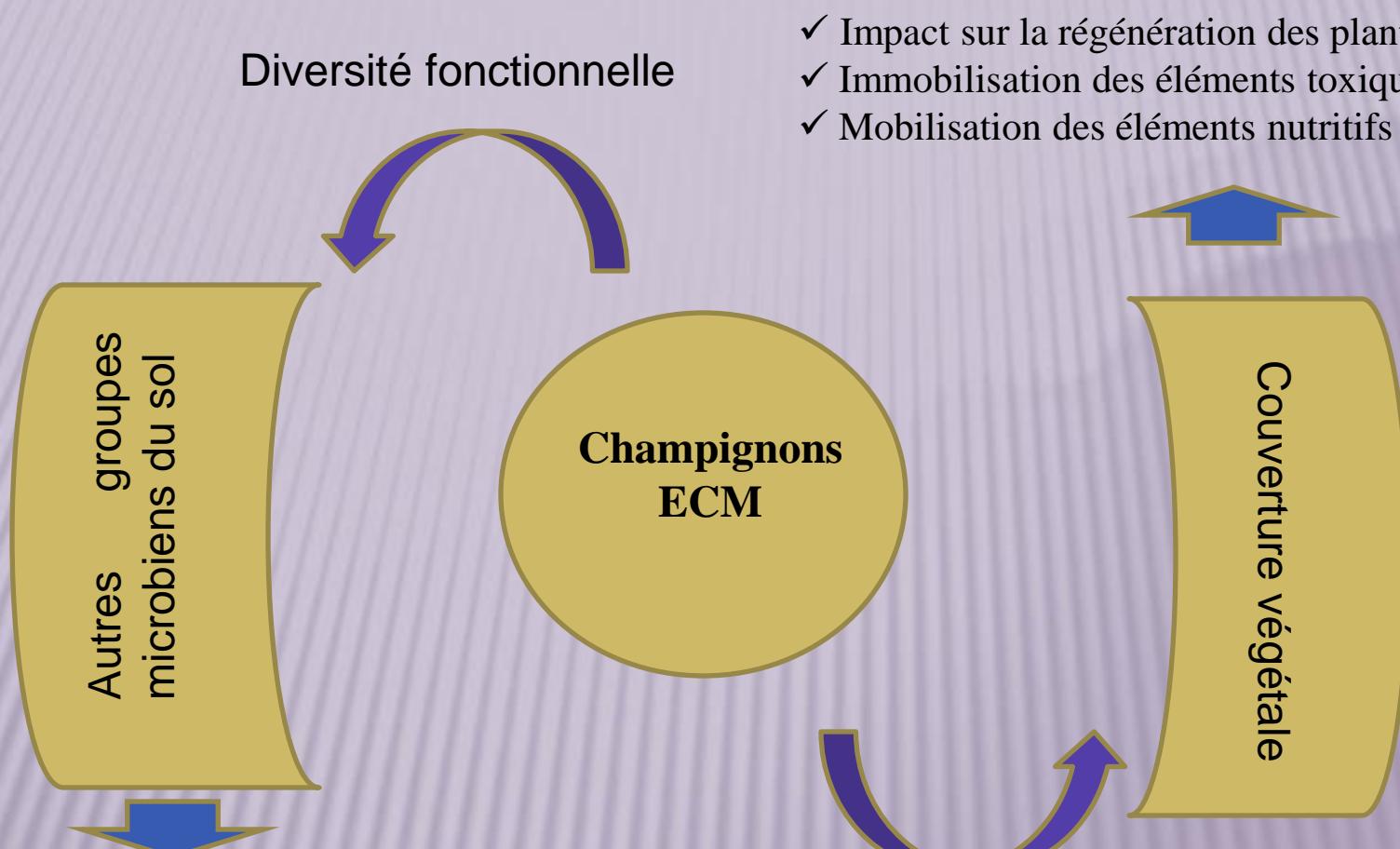
Communauté ectomycorhizienne



Leptolaena bojeriana



Impact sur les autres populations et sur le milieu environnant



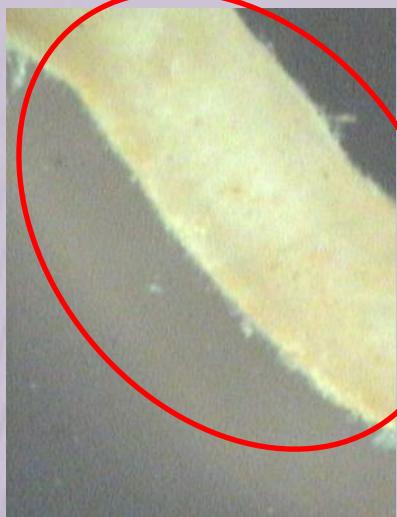
- ✓ Impact sur la régénération des plantes
- ✓ Immobilisation des éléments toxiques
- ✓ Mobilisation des éléments nutritifs (MVA)

- ✓ 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

Compartimentation et Echantillonnage du sol

Etape II



Rhizosphère (RS)



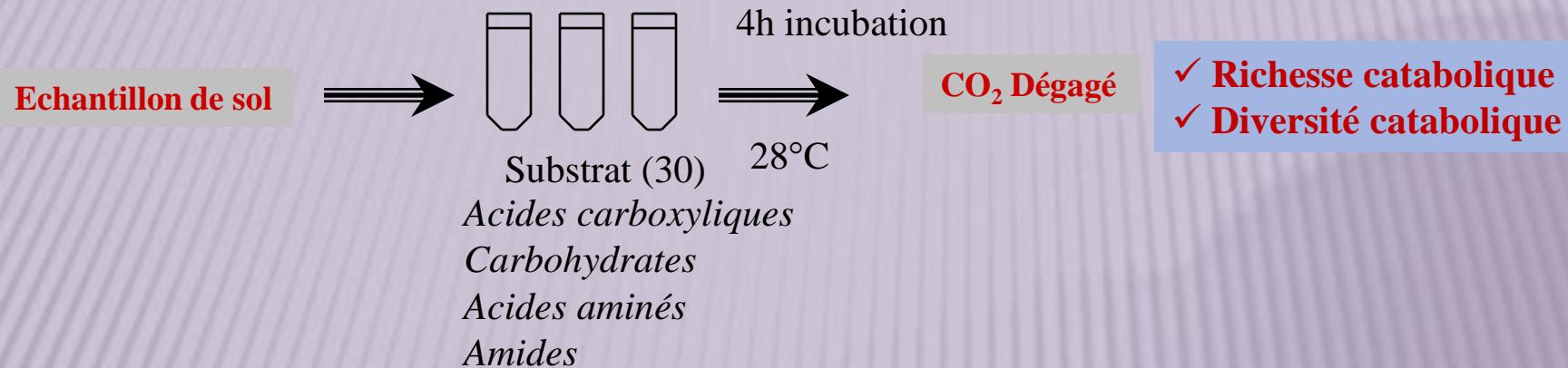
Mycorhizosphère (MS)



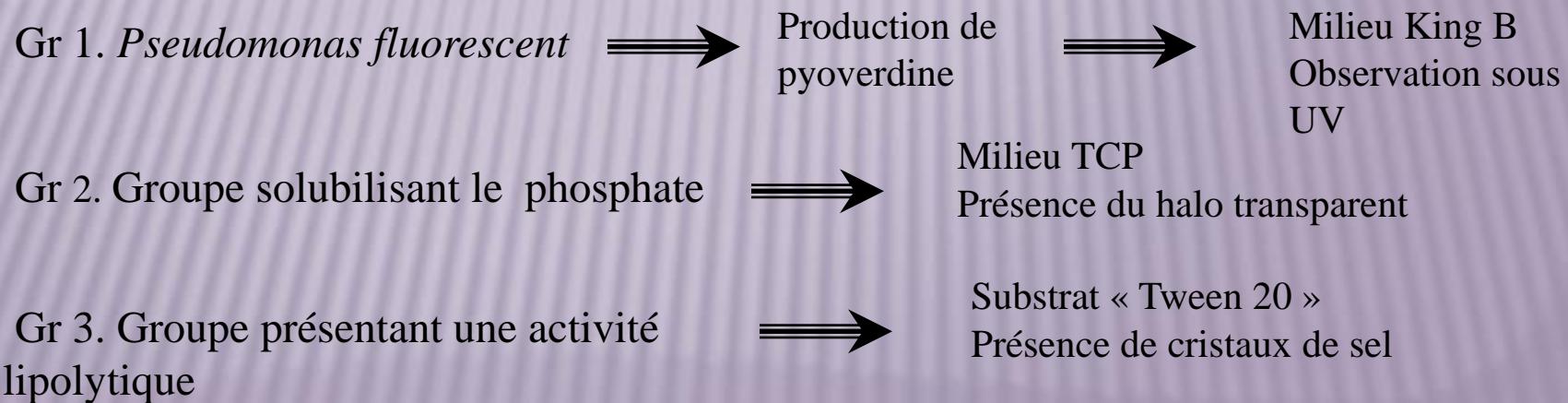
Hyphosphère HS)

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

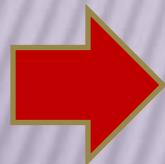


Hydrolyse de la p-Nitrophényl
Phosphate (pNPP)
pH = 5.8

Activité phosphatasique en milieu
acide



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

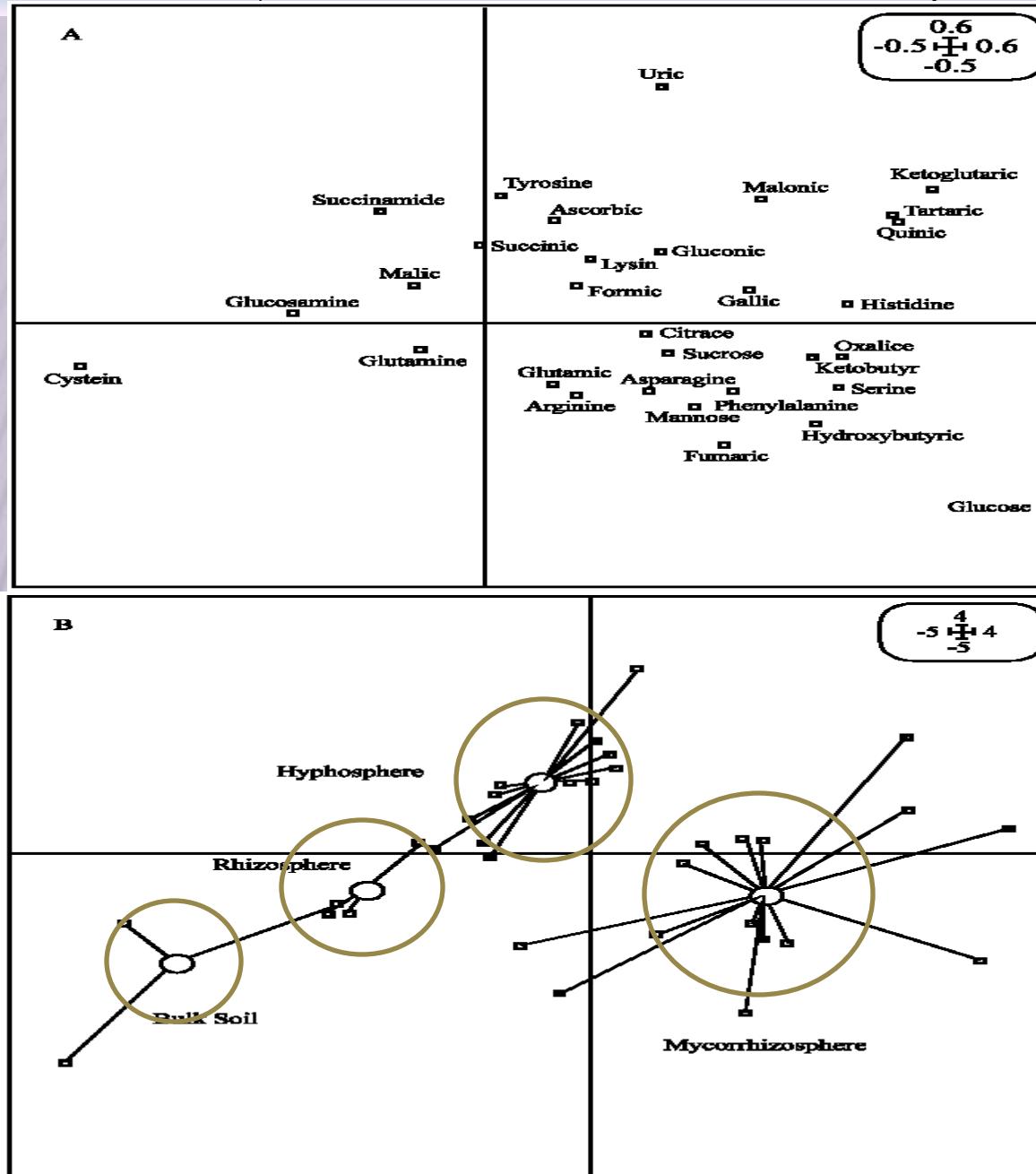


Mesure de la quantité de produit d'hydrolyse sur
spectrophotomètre à différentes longueurs d'onde

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

Catabolic diversity of microbial communities in soil compartments

Etape II



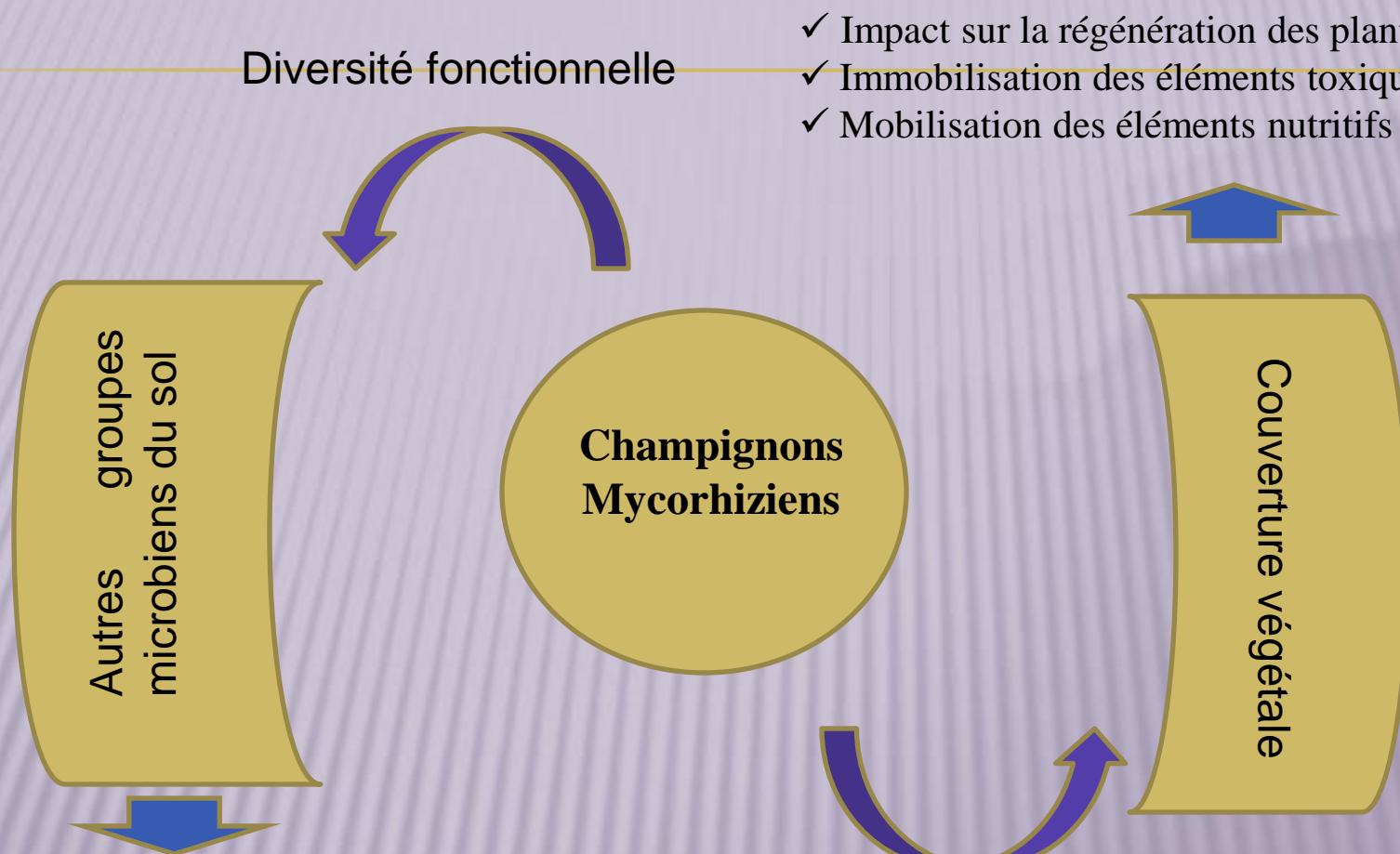
Catabolic richness and evenness and distribution of microbial isolates according to their functional abilities

Etape II

	BS	RS	MS	HS
Catabolic richness	17.7 a	20.3 ab	21.9 b	20.4 b
Catabolic eveness	5.2 ab	4.3 a	5.5 b	5.4 ab
No. of fluorescent pseudomonads ($\times 10^4$ CFU g ⁻¹ of soil)	0.3 a	1.5 b	1.8 b	3.3 c
Phosphate solubilizing bacteria ($\times 10^4$ CFU g ⁻¹ of soil)	5.7 a	8.8 b	8.9 b	14.2 c
Lipase producer bacteria ($\times 10^4$ CFU g ⁻¹ 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 ⁻¹ g ⁻¹ de sol)	34.11 (7.13) a	52.26 (6.54) b	18.26 (2.66) c	12.85 (2.89) c
Activité phosphatasique en milieu acide (quantité de p-Nitrophénol phosphate hydrolysée h ⁻¹ g ⁻¹ de sol)	132.83 (48.07) ab	196.44 (32.39) a	103.46 (21.85) b	72.64 (18.72) b
Activité phosphatasique en milieu alcalin (quantité de p-Nitrophénol phosphate hydrolysée h ⁻¹ g ⁻¹ de sol)	274.21 (28.32) a	463.15 (47.78) b	189.83 (37.82) c	128.56 (32.34) d



- ✓ 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

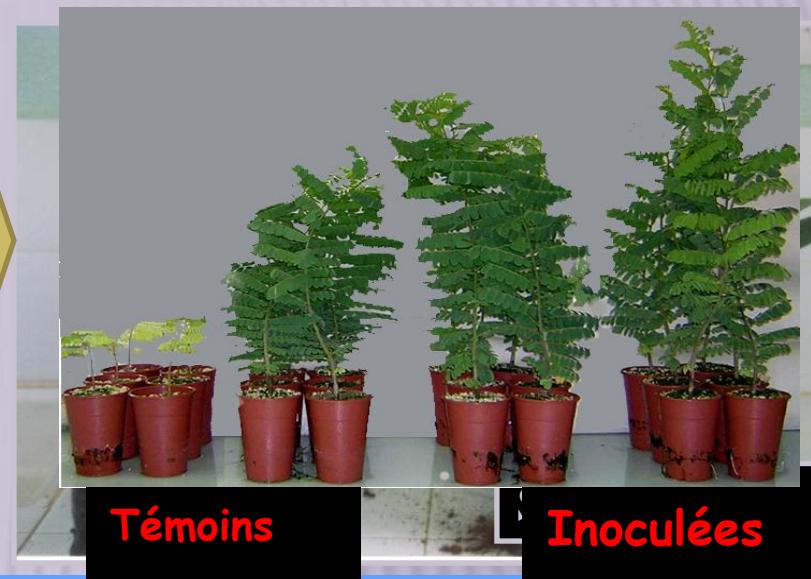
Champignons mycorhiziens et développement de la plante hôte

Etape III

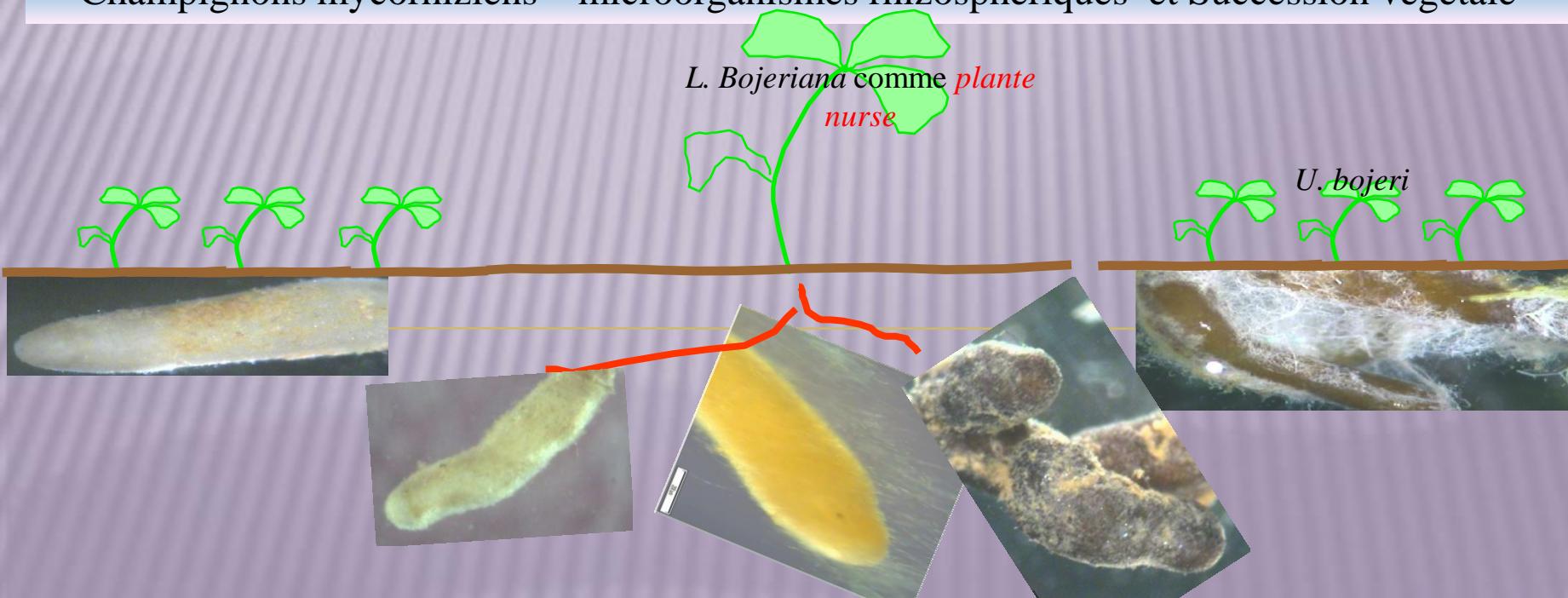
Dépendance mycorhizienne de *U. bojeri*

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

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

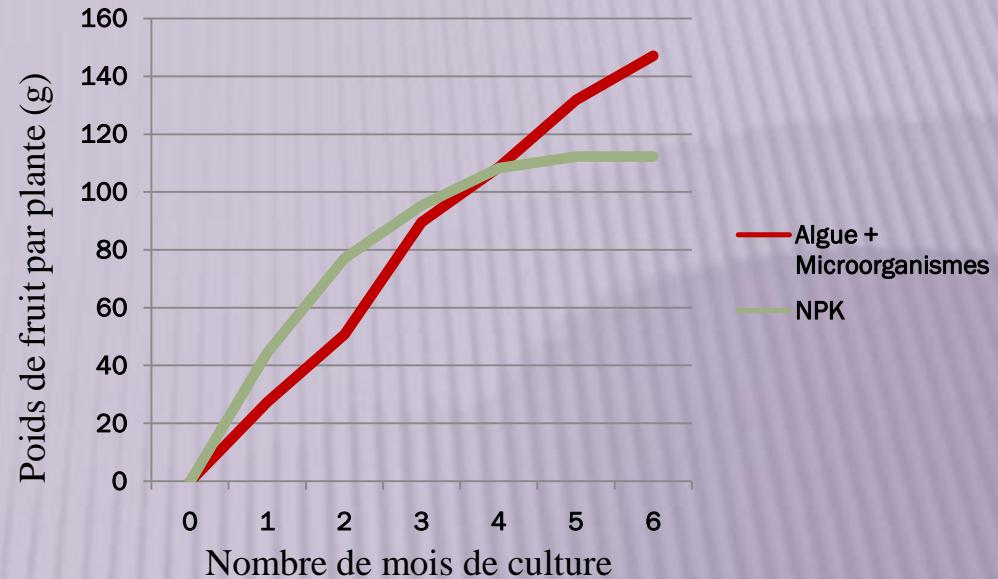


Champignons mycorhiziens – microorganismes rhizosphériques et Succession végétale



Champignons mycorhiziens – microorganismes rhizosphériques et Production maraîchère

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



... Et la suite

Bioremédiation

Phytoremédiation

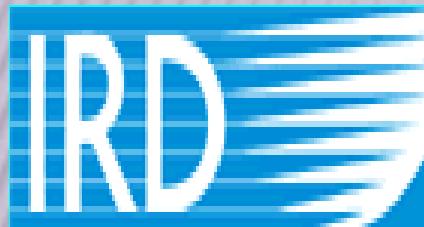
Mycorhizoremédiation

Pb

Co

Cr

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



Merci

