

# Les mycorhizes: un atout pour l'agriculture

J. André Fortin  
DINER BOTANIQUE  
24 MARS 2016

Faculté des sciences  
de l'agriculture et de l'alimentation

# Les mycorhizes: un atout pour l'agriculture

La symbiose mycorhizienne  
un phénomène  
fondamental et universel  
dans l'évolution et le fonctionnement  
des plantes et des écosystèmes terrestres

# Les mycorhizes: un atout pour l'agriculture

Origine de la symbiose mycorhizienne

420 millions d'années

Cendres volcaniques

Sédiments dans les estuaires

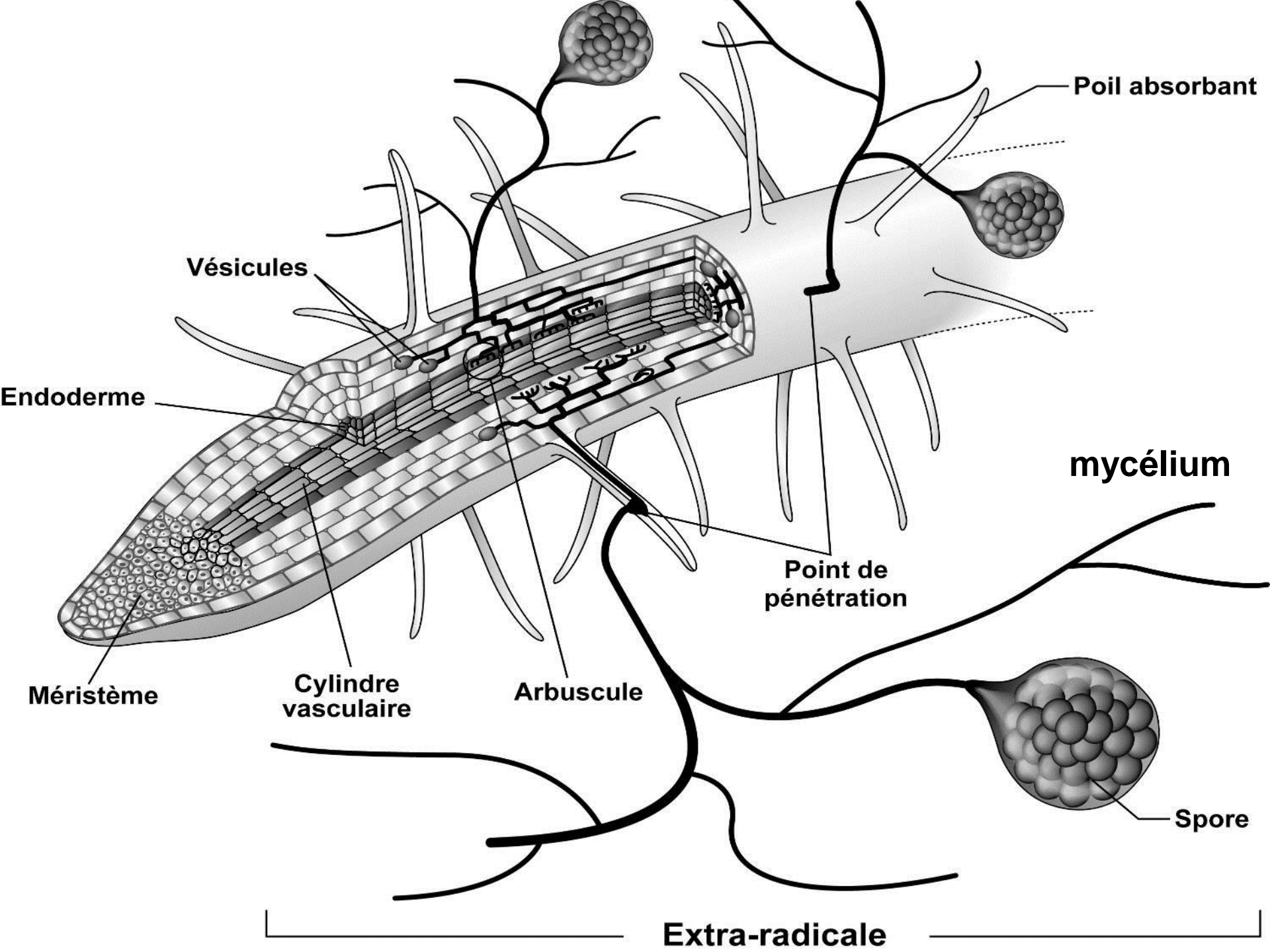
Phosphore sous forme d'apatite

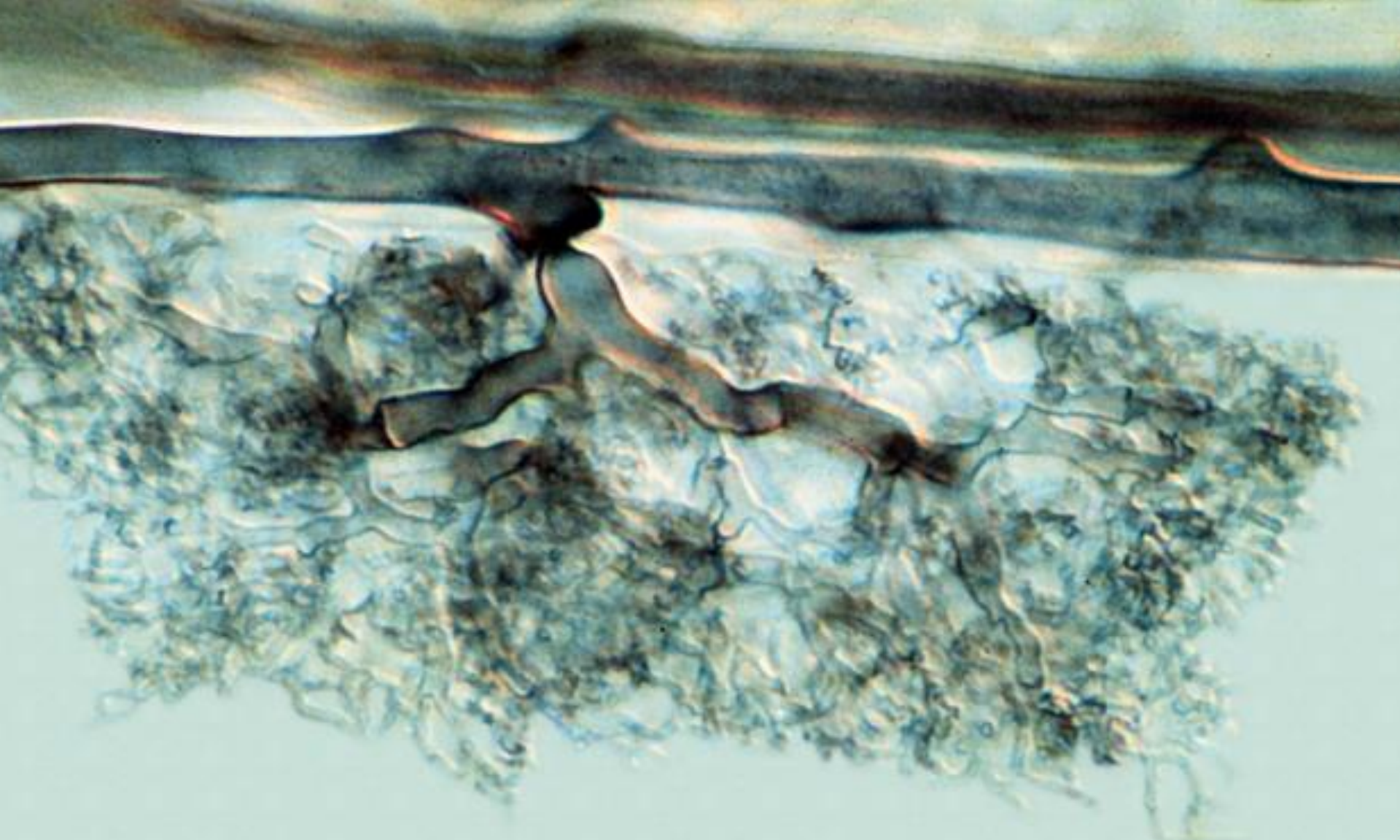
# Les mycorhizes: un atout pour l'agriculture

## Évolution des symbioses mycorhiziennes

Arbusculaires	250 000 espèces
Ectomycorhizes	12 000 espèces
Ericoïdes	3 000 espèces
Orchidées	30 000 espèces







Arbuscule





SOL NATUREL

DAUCUS CAROTA

1980 08 13

SOL STERILE

DAUCUS CAROTA

1980 08 13

SOL STERILE

DAUCUS CAROTA

1980 08 13

**SOL NATUREL**

**ALLIUM PORRUM**

**1980 08 13**

SOL STERILE

ALLIUM PORRUM

1980 08 13



AGE: 2 mo



SOL NON FUMIGÉ



SOL FUMIGÉ



SOL FUMIGÉ ET INOCULÉ





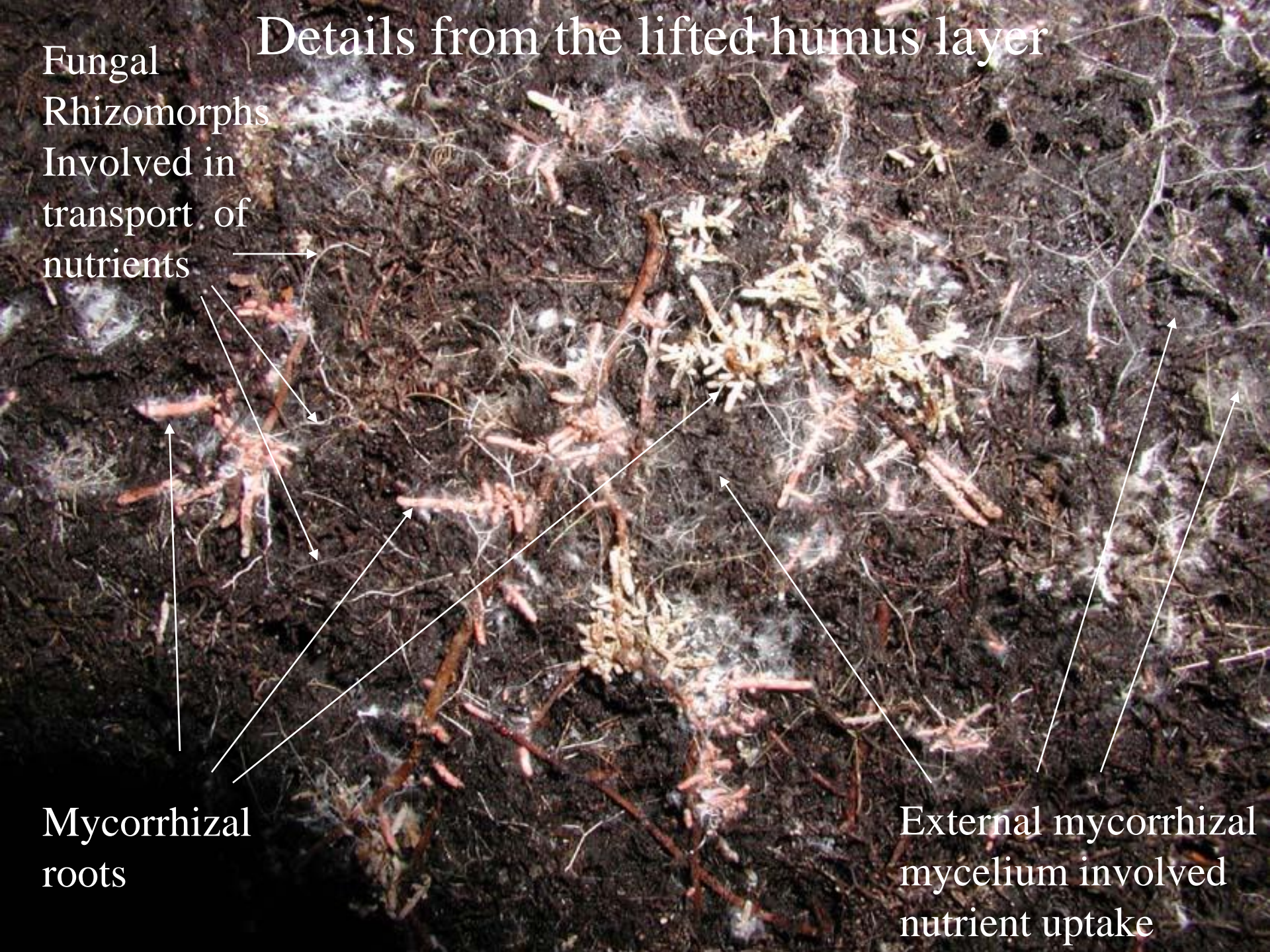


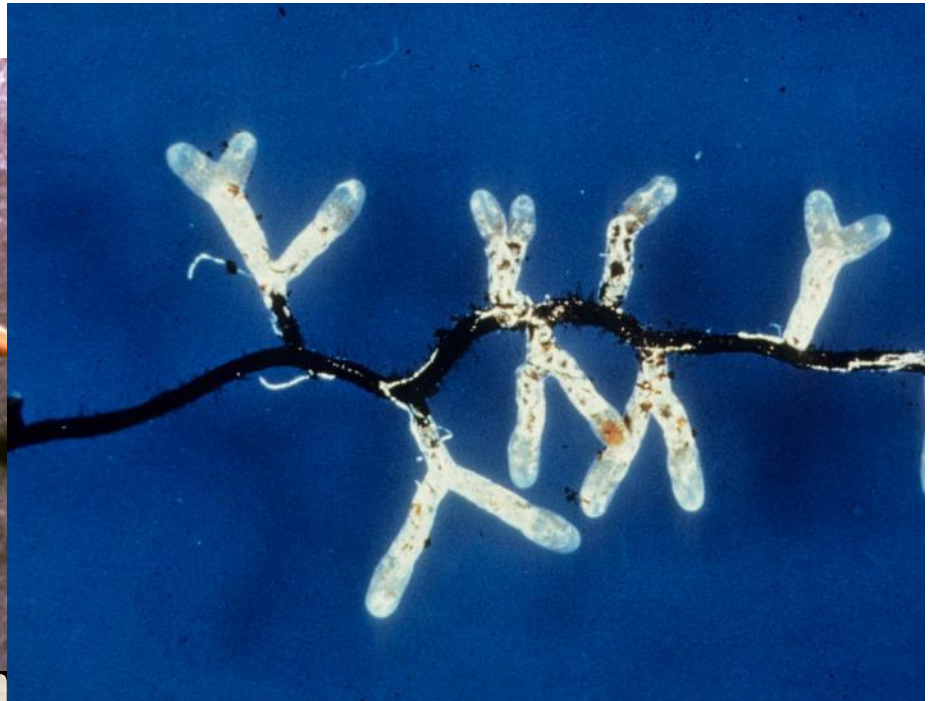
# Details from the lifted humus layer

Fungal  
Rhizomorphs  
Involved in  
transport of  
nutrients

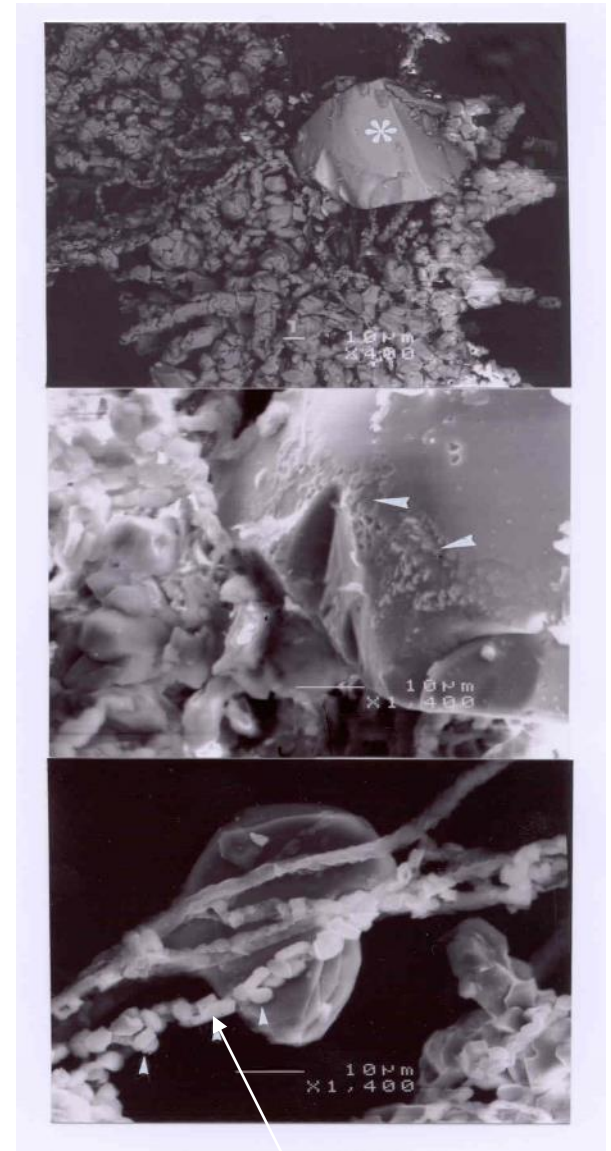
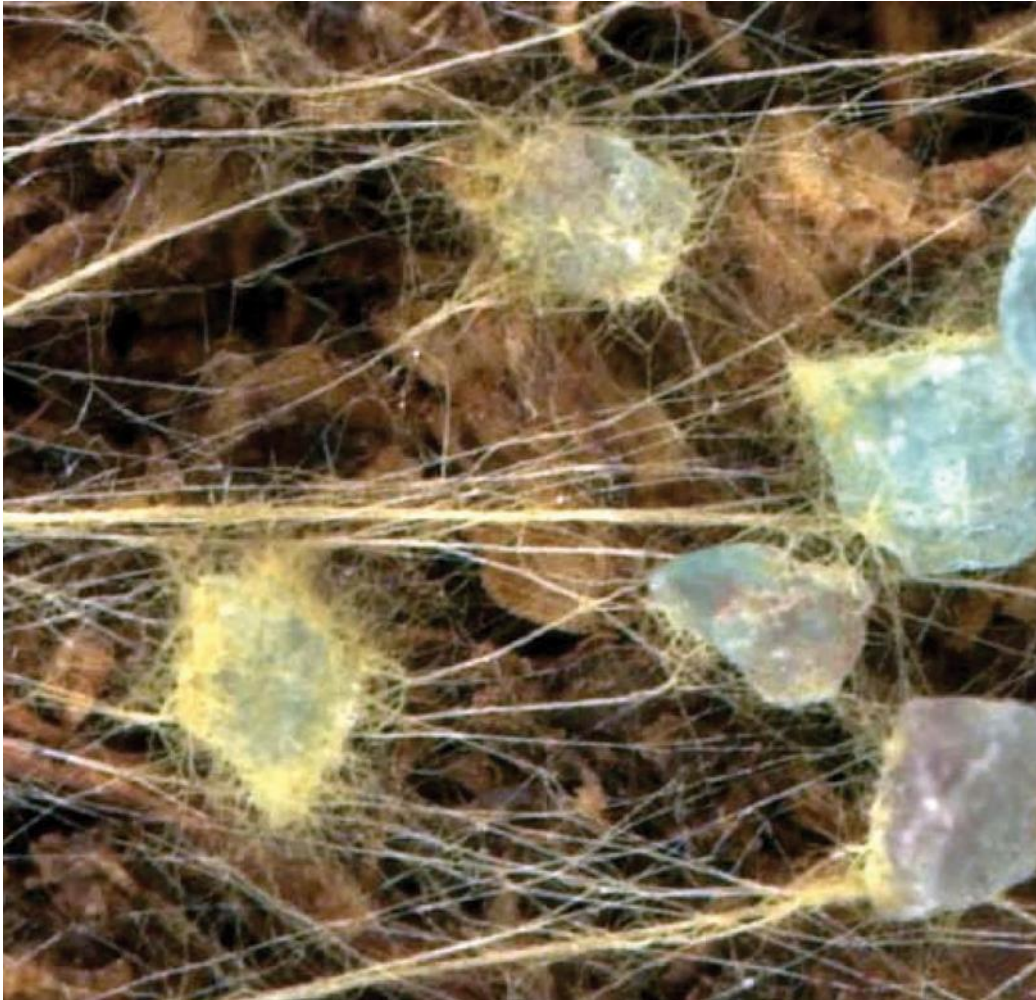
Mycorrhizal  
roots

External mycorrhizal  
mycelium involved  
nutrient uptake





# Growth of *Paxillus involutus* proliferates around apatite particles



Apatite particles become eroded after fungal colonization, oxalate crystals are formed.



# Influence de deux espèces de champignons mycorhiziens sur la survie de légumineuses, 3 ans après ensemencements en substrat non fertilisé

## NOMBRE DE FLEURS DE LÉGUMINEUSES / m<sup>2</sup>

Champignon mycorhizien	MÉLANGE 1 (phléole, agrostis, trèfle, lotier)				MÉLANGE 2 (trèfle, lotier)			
	Rép.1	Rép.2	Rép.3	Moy.	Rép.1	Rép.2	Rép.3	Moy.
Aucun (Témoin)	0	4	0	1	6	0	2	3
<i>Glomus intraradices</i>	58	31	28	39	6	36	73	38
<i>Glomus vesiculiferum</i>	38	64	39	47	24	8	103	45

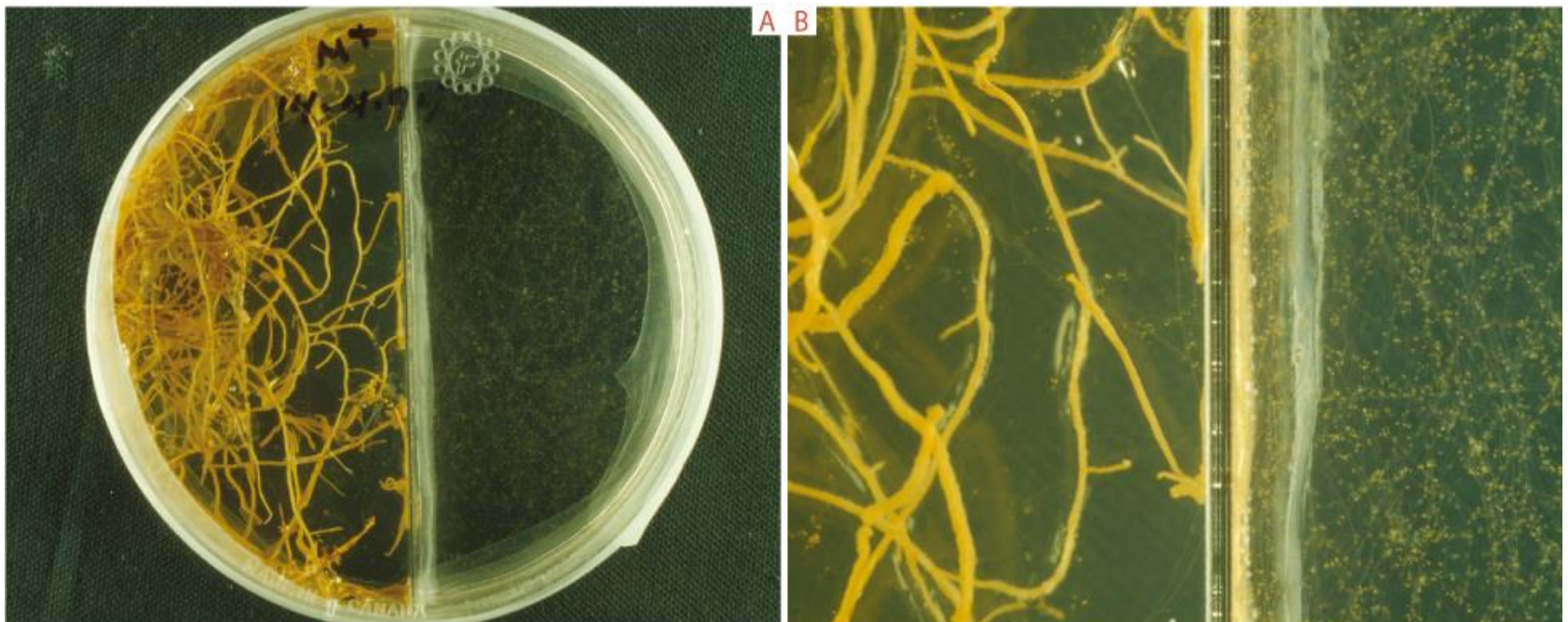
# Modifications physiologiques et écophysiologiques dues aux mycorhizes

- **Modification du métabolisme des plantes**
- **Absorption des nutriments**
- **Absorption de l'eau**
- **Activités hormonales et autorégulation**
- **Résistance aux stress**
- **Relation avec les insectes pollinisateurs**
- **Agrégation des sols**
- **Goût des aliments et parfum des fleurs**

# La symbiose mycorhizienne en agriculture

- Phénomène fondamental et universel dans l'évolution et le fonctionnement des plantes et des écosystèmes terrestres
- Tous les principes et les techniques agricoles ont été conçus et sont appliqués comme si les mycorhizes n'existaient pas
- Pourtant elles existent depuis 400 millions d'années
- Il faut donc repenser les principes et les pratiques agricoles à la lumière de l'activité mycorhizienne

# Culture des champignons mycorhiziens arbusculaires





# Production d'inoculum Premier Tech



Superficie : 1 800 m<sup>2</sup>



Équipe : 11 personnes



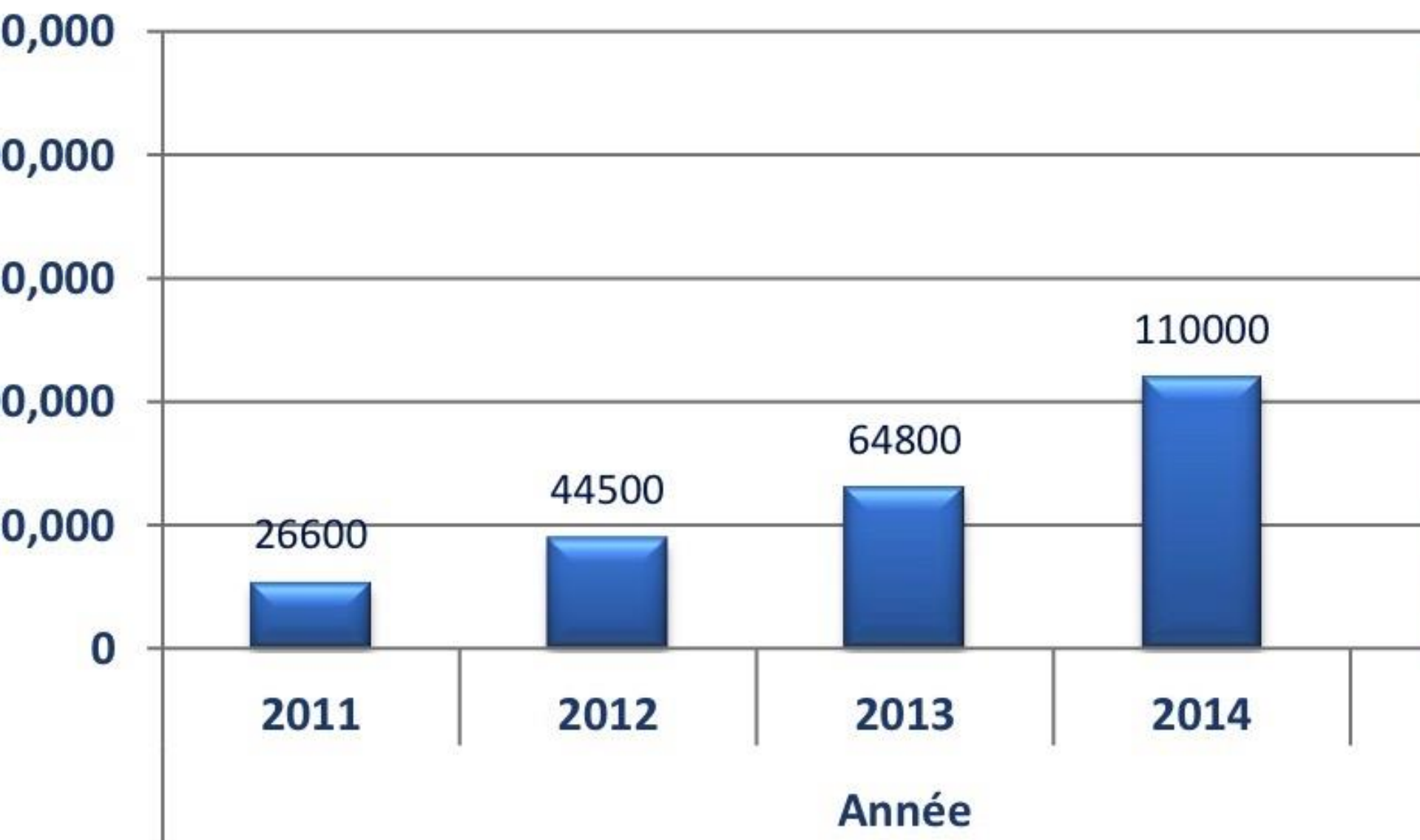
Production annuelle : 520 milliards de spores



# Application des inoculants mycorrhiziens



# Superficies inoculées au Canada



Corn, QC



Oignon, QC



# Effets des mycorhizes dans les différentes cultures: Céréales

## 10- Épis plus uniformes



Blé, 2014  
Côte-du-Sud



Blé, 2014  
Bas-du-Fleuve

# Potato, QC



MYKE Pro

# Les mycorhizes: un atout pour l'agriculture

Repenser la façon de produire  
les grilles de fertilisation







**Figure 4.7** – Tous ces plants ont été inoculés avec le champignon pathogène *Pythium* sp. Ceux du bas, inoculés avec le *Glomus intraradices* ont résisté à la maladie alors que ceux du haut, sans mycorhizes, montrent les symptômes de la maladie.

Photo : Susan Parent, PremierTech

Avec mycorhize  
+ **Pythium**

Sans mycorhize  
+ **Pythium**



Sans mycorhize  
+ Rhizoctonia

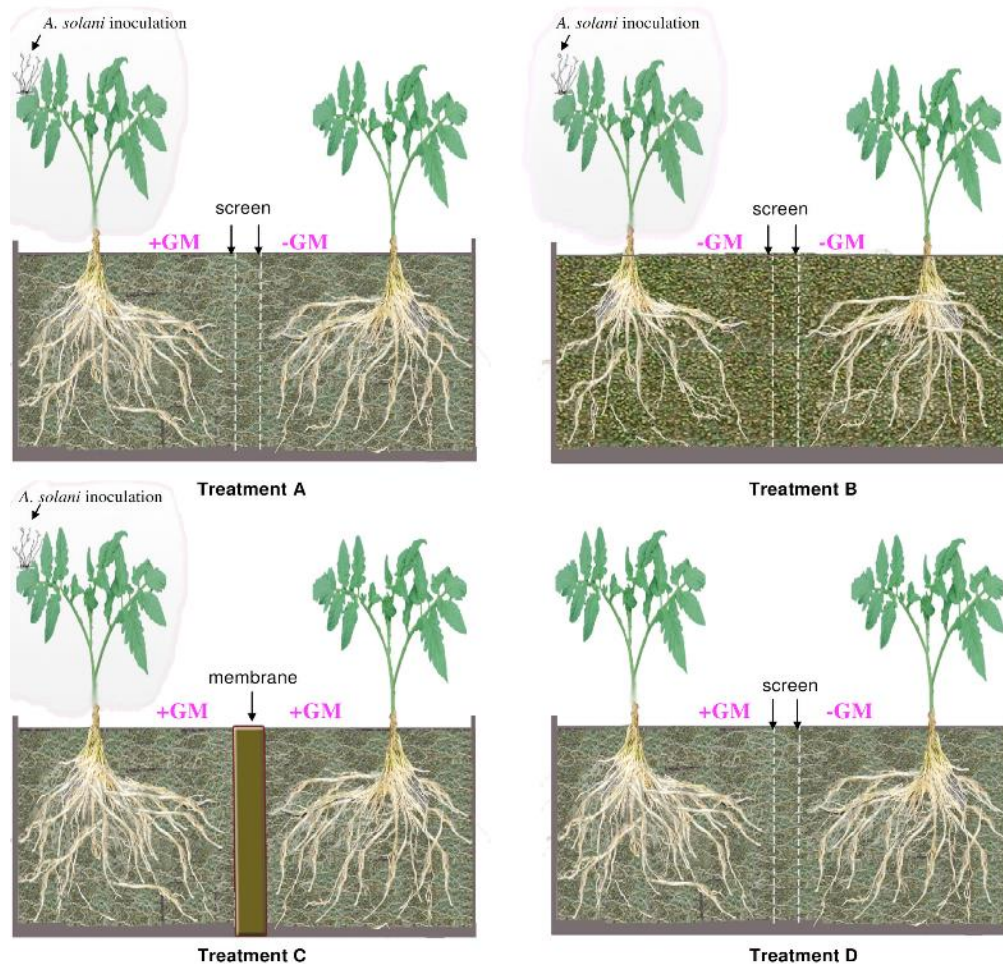
Avec mycorhize  
+ Rhizoctonia



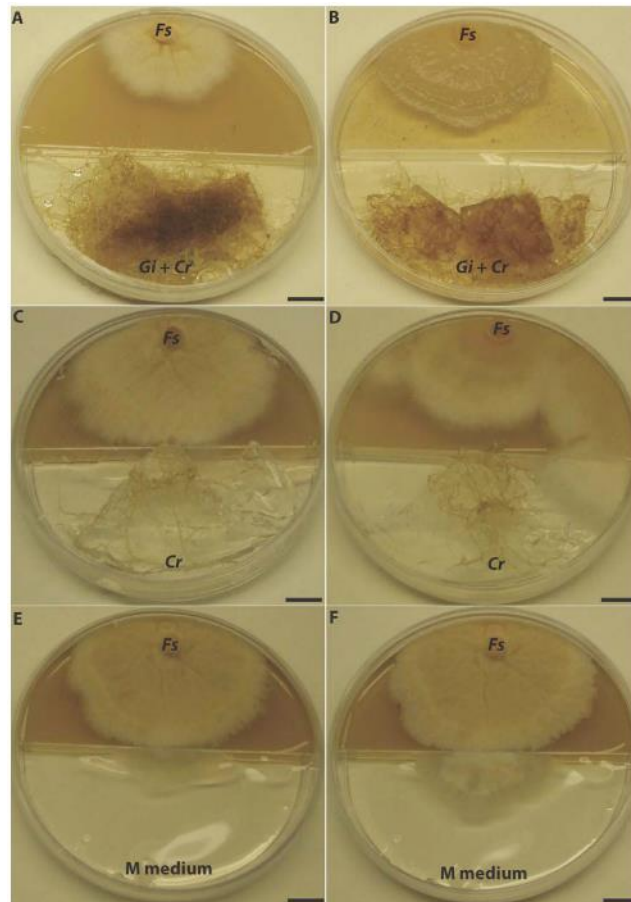
Pomme de terre; réduction de la galle



(a) Four treatments setup



Ismail Y, McCormick S, Hijri M (2011) A Fungal Symbiont of Plant-Roots Modulates Mycotoxin Gene Expression in the Pathogen *Fusarium sambucinum*  
PLoS ONE 6(3): e17990. doi:10.1371/journal.pone.0017990





19/05/2011





19/05/2011

# Les mycorhizes: un atout pour l'agriculture

- \*Étudier l'effet de l'inoculation mycorhizienne sur les ravageurs sous conditions contrôlées
- \*Faire le suivi des maladies lors des inoculations mycorhiziennes à grande échelle
- \*Comprendre les mécanismes biochimiques impliqués dans la résistance aux pathogènes.

Villegas J. et J. A. Fortin, 2002. Phosphorus solubilisation and pH changes as a result of the interaction between soil bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi, on a medium containing NO<sub>3</sub><sup>-</sup> as nitrogen source. Can. J. Bot. 80 :571-576

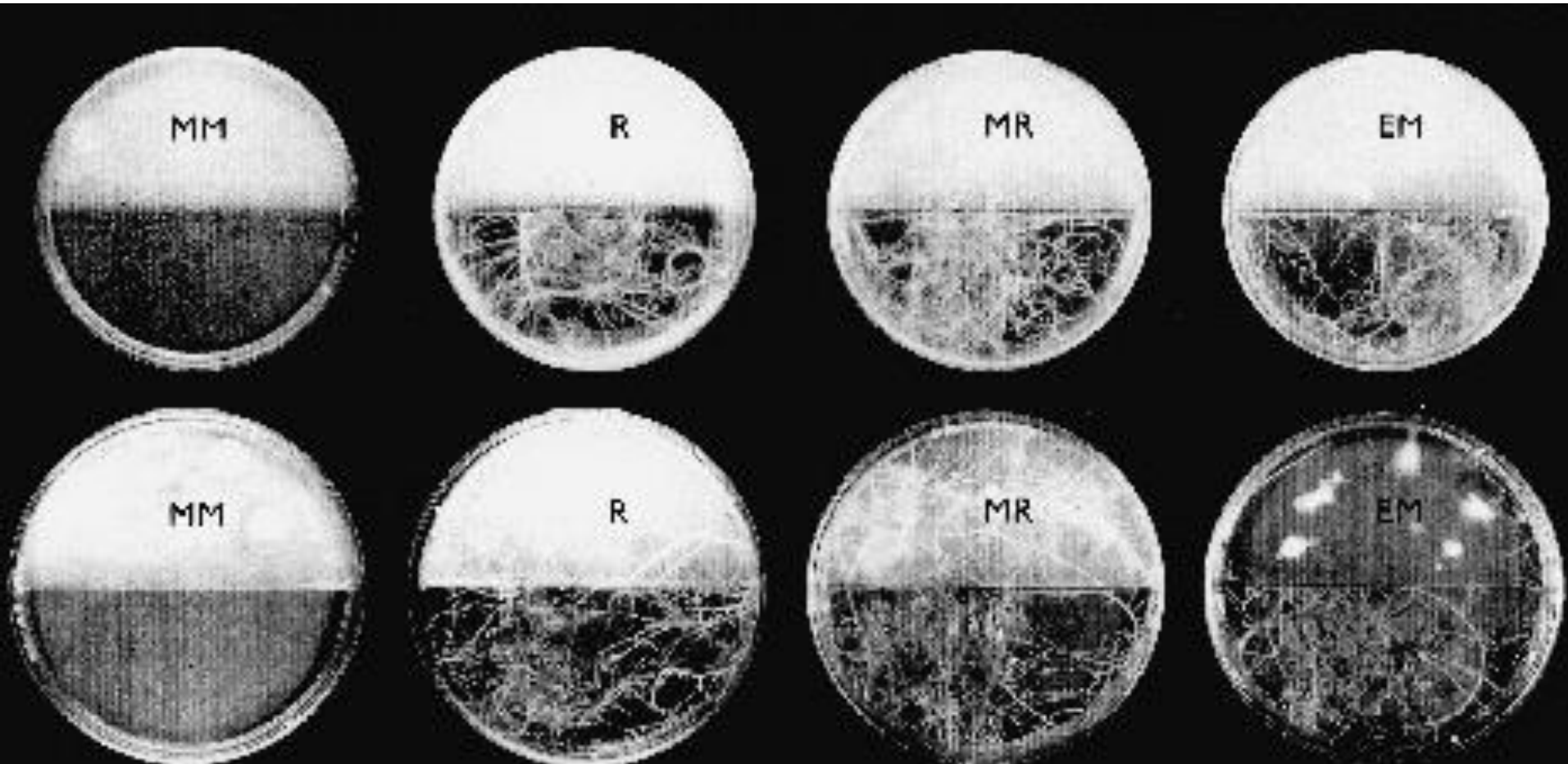
En haut, absence du *Pseudomonas aeruginosa*; en bas, présence du *P. aeruginosa*

MM = milieu sans racine, sans champignon AM, sans *P. aeruginosa*

R = racine seule

MR = racine mycorhizée dans les deux compartiments

EM = phase extramatricielle sans racine, avec *P. aeruginosa*



# Découverte de l'année

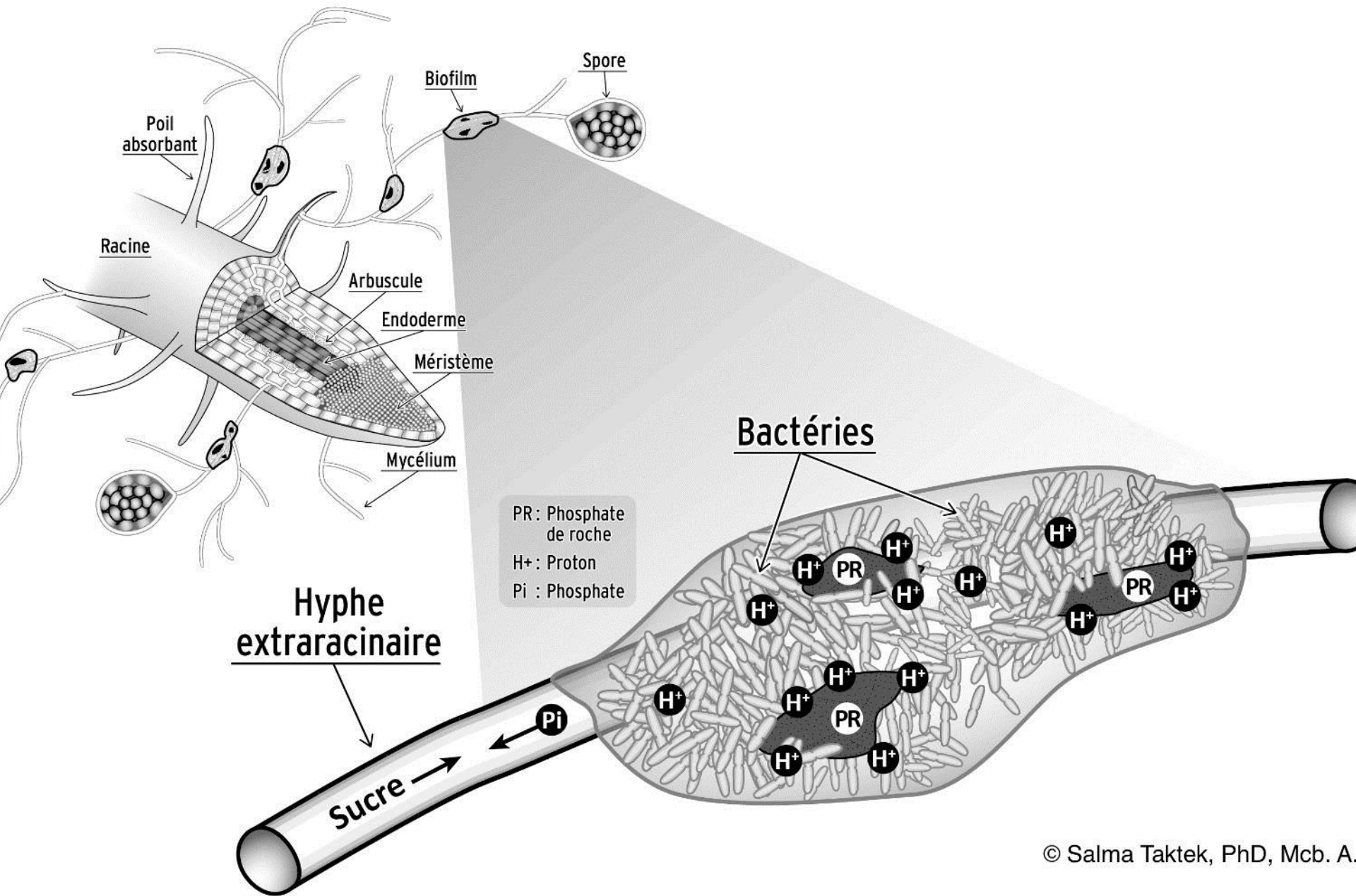
## Prémisse

- \*Il existe dans les sols de nombreuses bactéries capables de solubiliser les phosphates de roche
- \*Ces bactéries sont continuellement à la recherche d' énergie
- \*Les produits de la solubilisation arrivent rarement à rejoindre la plante

# Découverte de l'année

## L'hypothèse

- \* Des bactéries solubilisatrices de ces phosphates étroitement associées au mycélium des champignons mycorhiziens profiteraient d'une source d'énergie sûre.
- \* Les produits de la solubilisation iraient directement à la plante via le champignon, plutôt que de se perdre dans le sol.
- \* Le processus se passerait là où ça compte.





# L'avenir des mycorhizes en agriculture

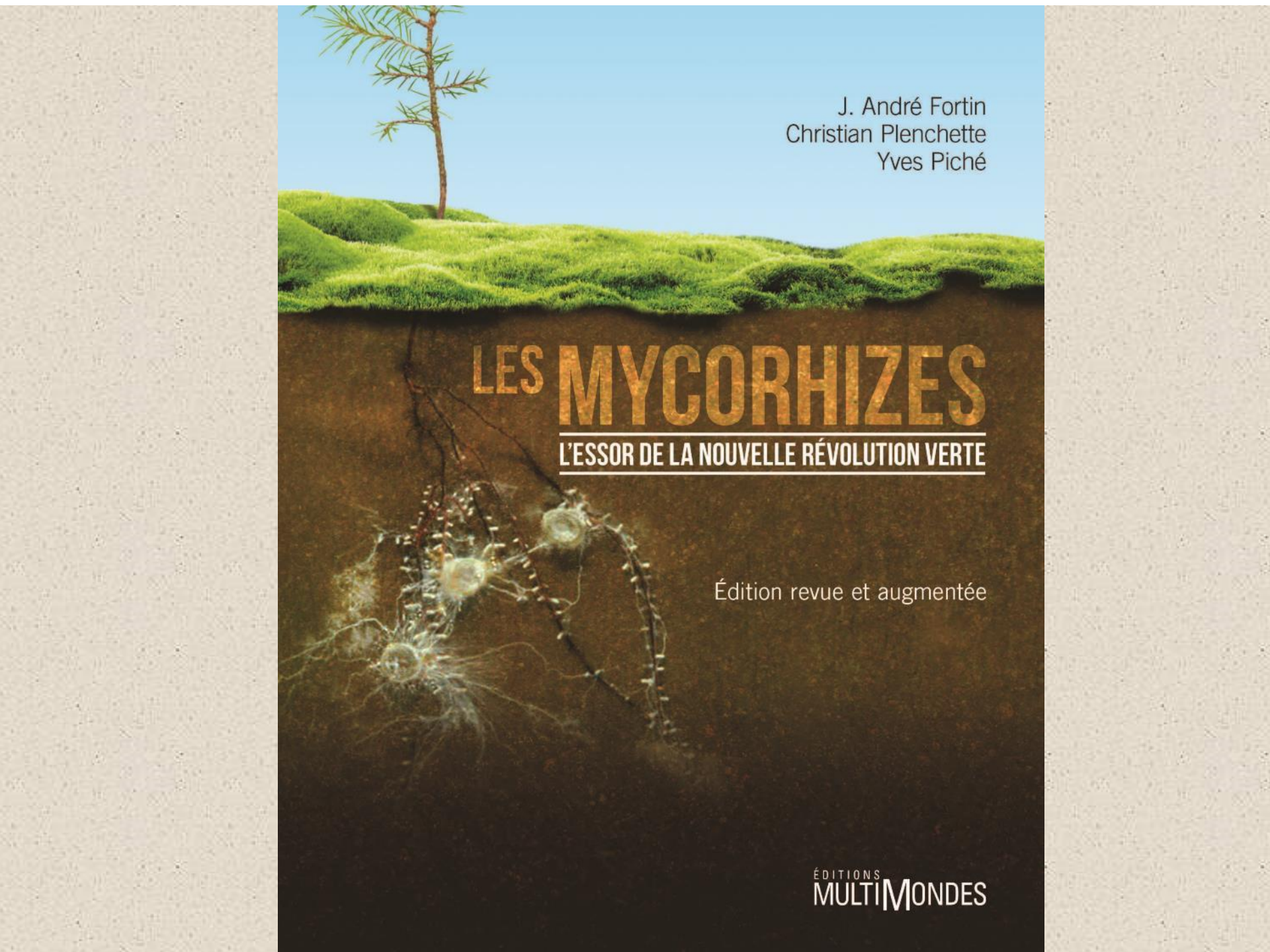
Toutes les pratiques agricoles ont été conçues et sont appliquées comme si les mycorhizes n'existaient pas.

Pourtant elles sont omniprésentes et jouent des rôles fondamentaux dans tous les aspects de la vie des plantes.



# Conclusion

Il faut repenser la presque  
totalité des pratiques agricoles  
à la lumière du rôle des  
mycorhizes.



J. André Fortin  
Christian Plenchette  
Yves Piché

# LES MYCORHIZES

L'ESSOR DE LA NOUVELLE RÉVOLUTION VERTE

Édition revue et augmentée

ÉDITIONS  
MULTIMONDES

# Pour en savoir plus

Cours à distance BIO-4902 (1<sup>er</sup> cycle) BIO-7904 (2 et 3<sup>èmes</sup> cycles) Université Laval

Écologie intégrative des symbioses végétales  
NRC 85234

Offert à l'automne