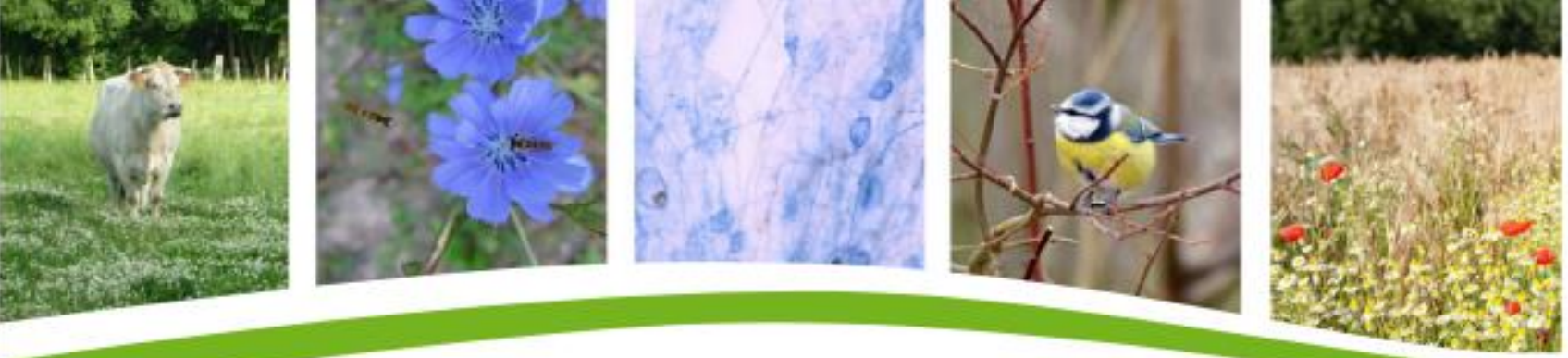


RELANCE AGRONOMIQUE

Mycoagra

Mycoagra - Promouvoir l'intérêt des symbioses mycorhiziennes dans les pratiques agricoles

François Hirissou, Daniel Wipf

CA Dordogne, Université de Bourgogne-INRAE

Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

INVESTIR DANS LA CONNAISSANCE ET TRANSMETTRE

Développer nos connaissances sur les symbioses mycorhiziennes…

Une séance de coloration des champignons mycorhiziens

… Et les transmettre au monde agricole

Deux cultures d'étude
noyer et maïs

Statut mycorhizien des sols

?

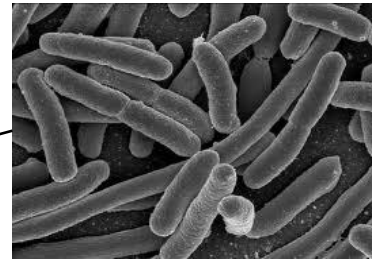
Pratiques culturales ⟷ Paramètres biologiques et physico-chimiques

25 % DE LA BIODIVERSITE MONDIALE EST DANS LES SOLS

Mycoagra

CHAMPIGNONS

(3,5 T / ha)



(2,5 T / ha)

BACTERIES

VERS DE TERRE

(1 A 3 T /ha)

ARTHROPODES

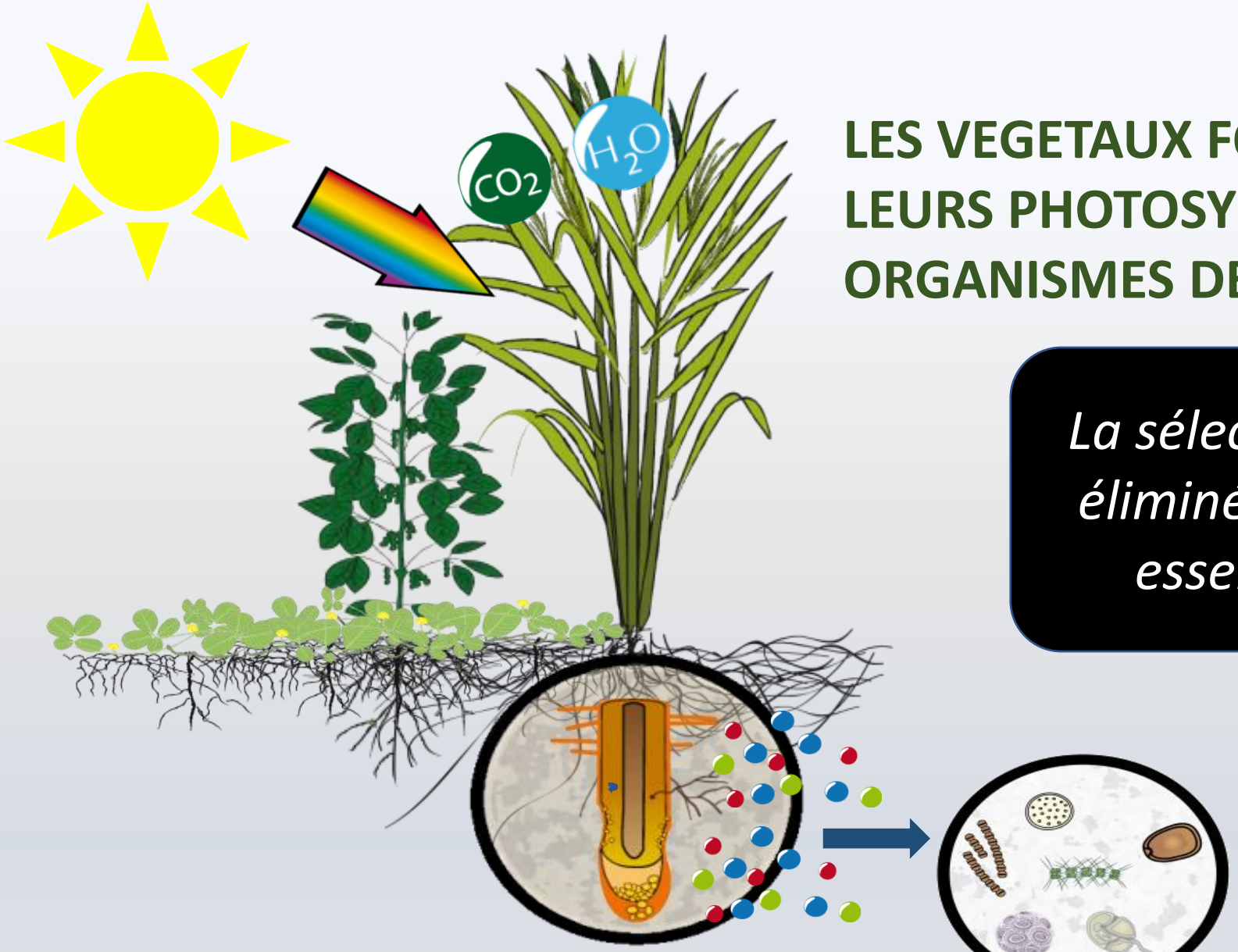
PROTOZOAIRES

NEMATODES

1 T / ha

Mycoagra

LES VEGETAUX FOURNISSENT 20 A 50% DE LEURS PHOTOSYNTHESE AUX MICRO-ORGANISMES DE LEUR RHIZOSPHERE



20 à 50%

MICRO-ORGANISMES

La sélection naturelle n'a pas éliminée ce coût ..il est donc essentiel pour la plante

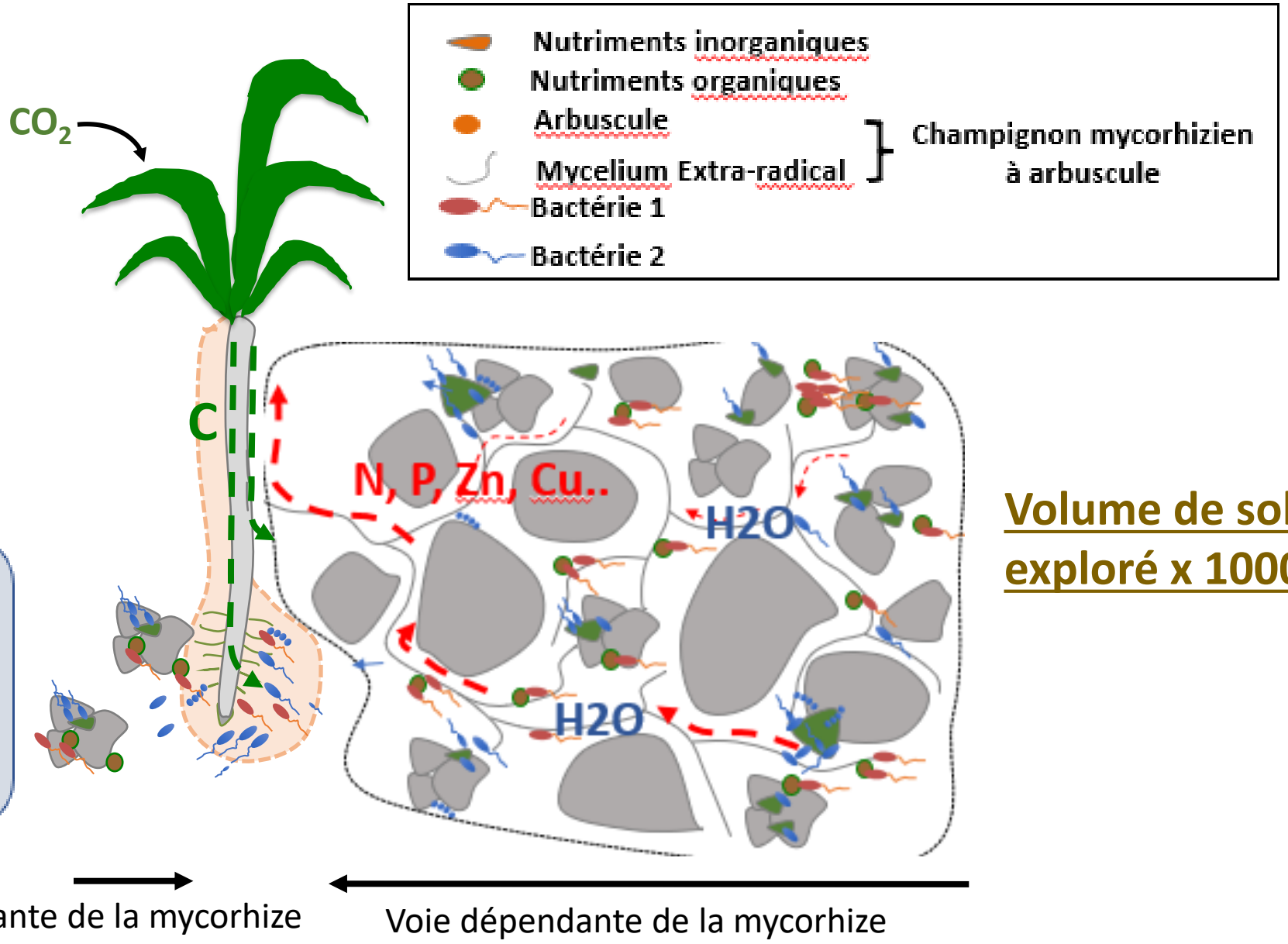
1 à 3 T de carbones/ha/an

François HIRISSOU 2022

L'ENDOMYCORHIZE A ARBUSCULES

- 450 Millions d'années
- 80% des plantes terrestres
- Symbiose obligatoire
- Arbuscules : surface d'échange

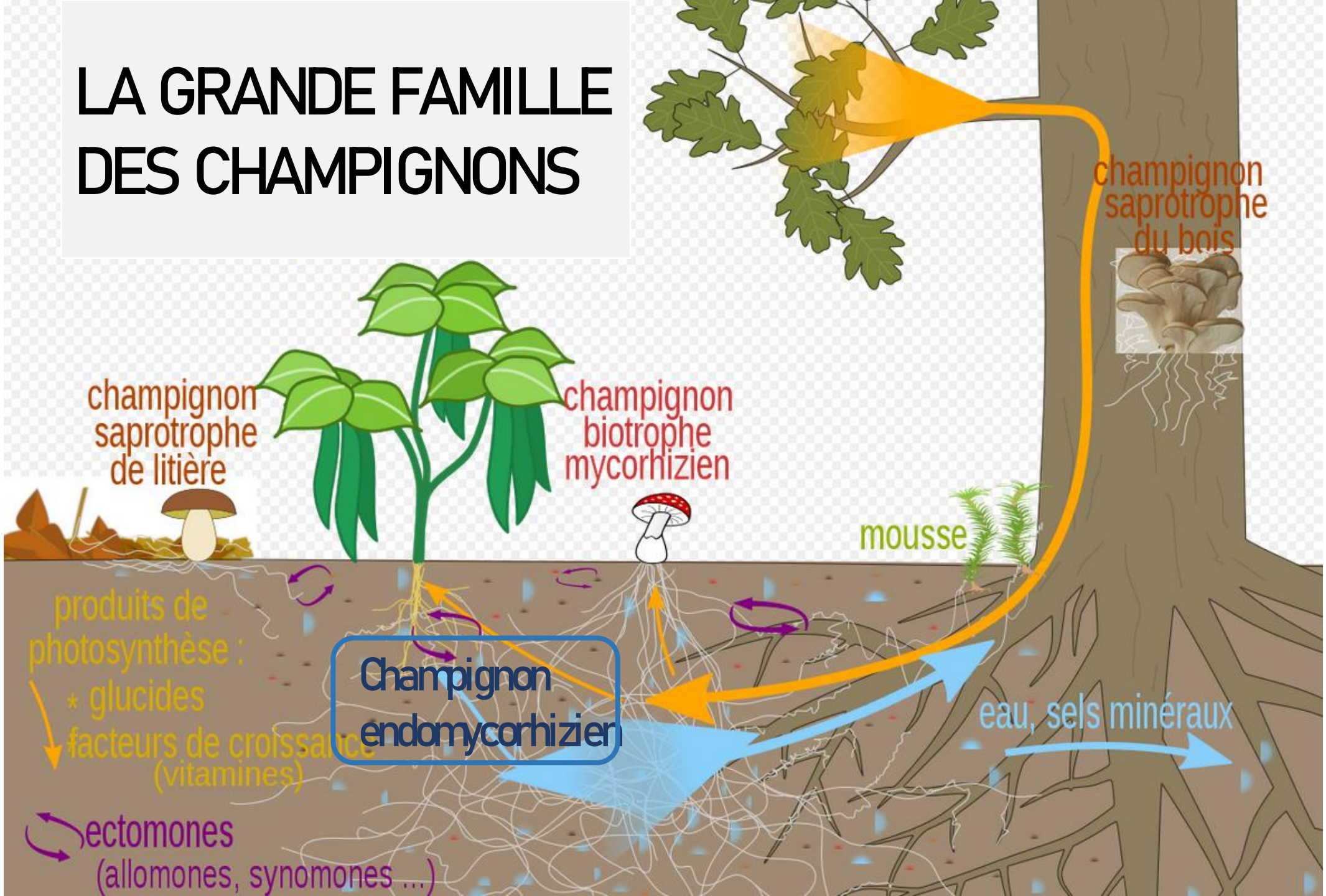
L'étude des plantes sans leurs mycorhizes est incomplète; la majorité des plantes n'ont pas de racines, elles ont des mycorhizes



Volume de sol exploré x 1000

© PE. Courty – INRA Dijon

LA GRANDE FAMILLE DES CHAMPIGNONS



WIKIPEDIA

80 % DES PLANTES SONT DEPENDANTES DES MYCORHYZES A ARBUSCULES

LEGUMES - CULTURES – VITICULTURE - ARBORICULTURE

EFFETS DE LA MYCORRHIZATION SUR DES VARIETES DE BLE MISES SUR LE MARCHE *AVANT* ET *APRES* 1975 (HETRICK et al. 1995)

ORGANISATION ANATOMIQUE D'UNE ENDOMYCORHIZE

Spores

Formes de résistance
Reproduction végétative
Dans tous les milieux terrestres

Mycélium

- *Filaments très fins*
- *Réseau très dense*
- *Exploration maximale du sol*

Arbuscules

- *Zone d'échange du champignon avec la plante*

Vésicules

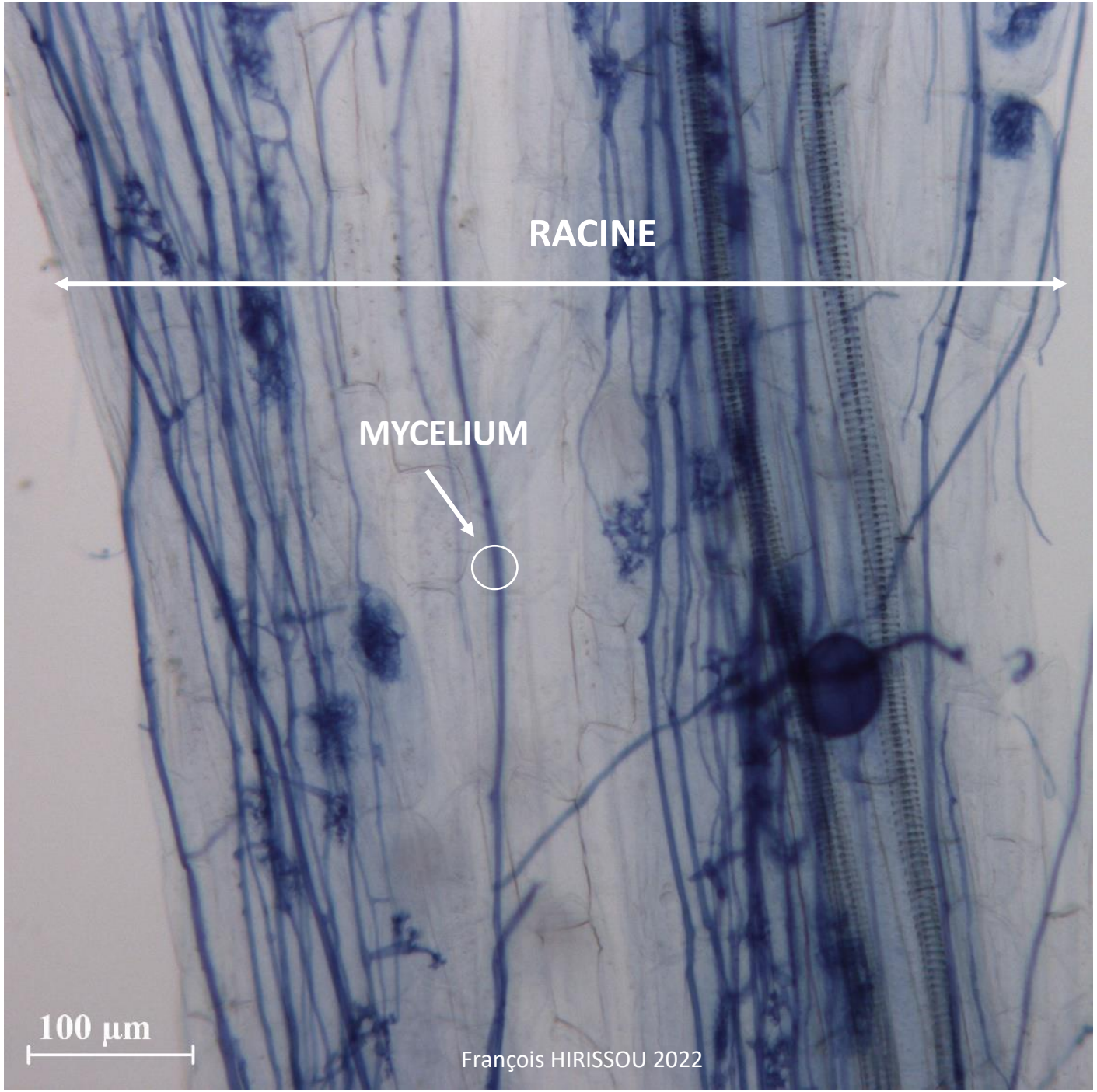
- *Réserves lipidiques du champignon*
- *Formes de propagation*

François HIRISSOU 2022

Mycoagra

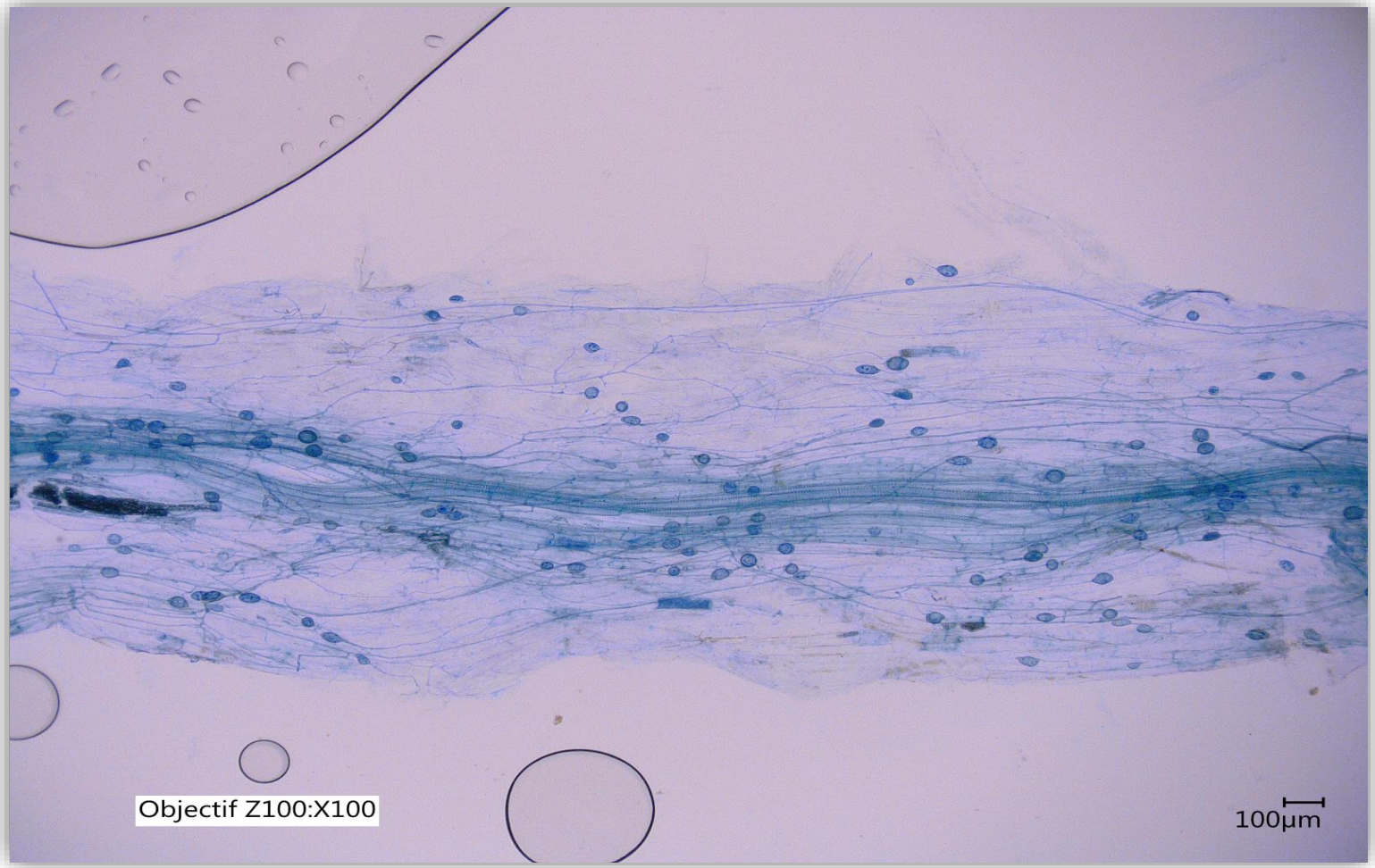
LES SPORES : FORMES DE CONSERVATION DES ENDO-MYCORHIZES

N’importe quel sol de la planète
N’importe quel écosystème terrestre
N’importe où (désert..)



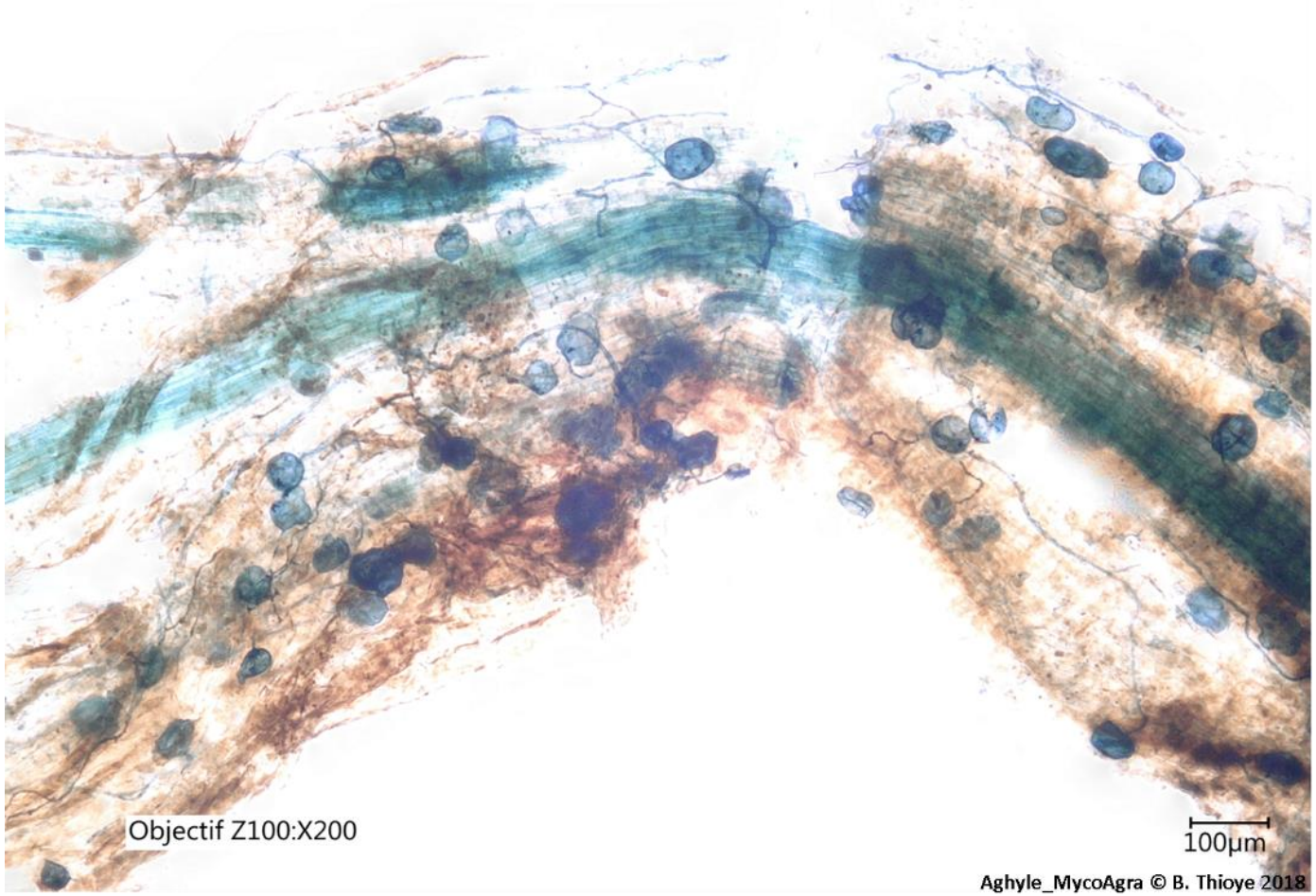
© INRA Dijon

MYCORHIZES SUR RACINES DE FEVEROLE

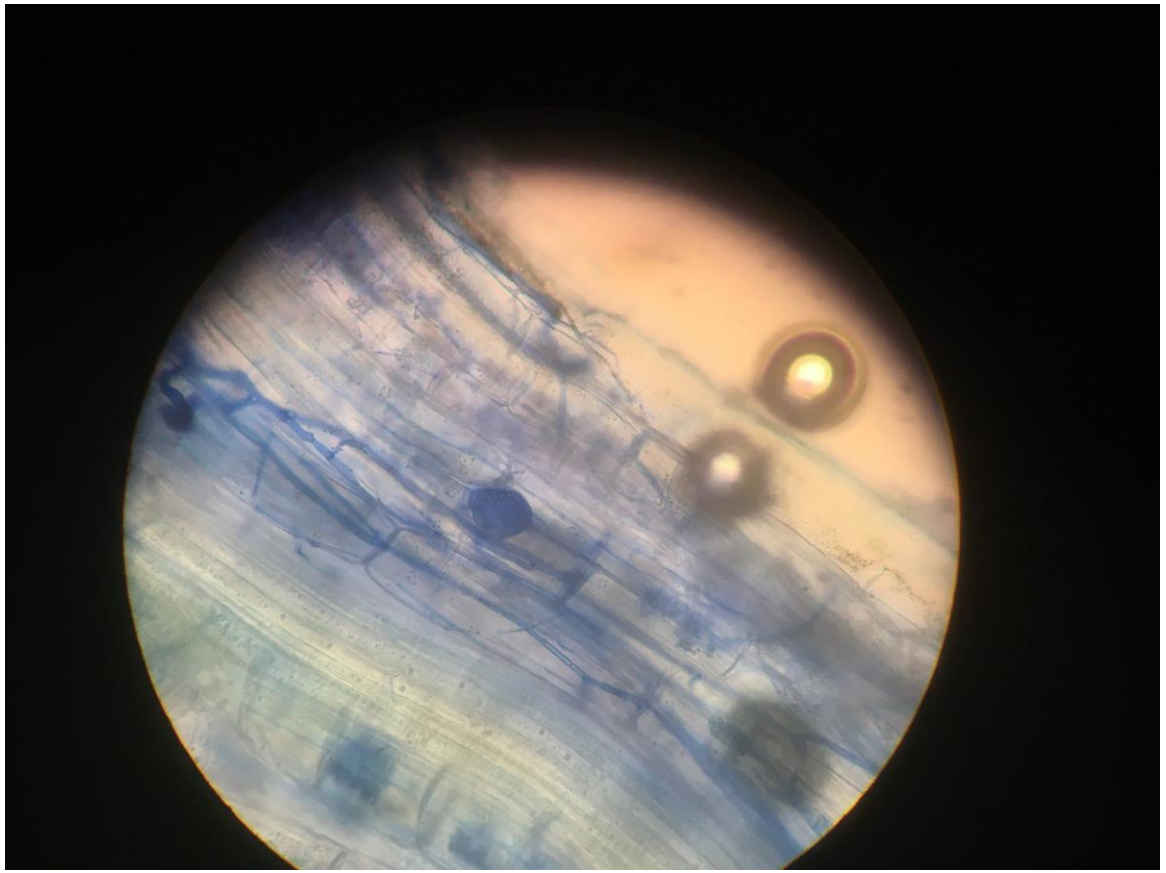


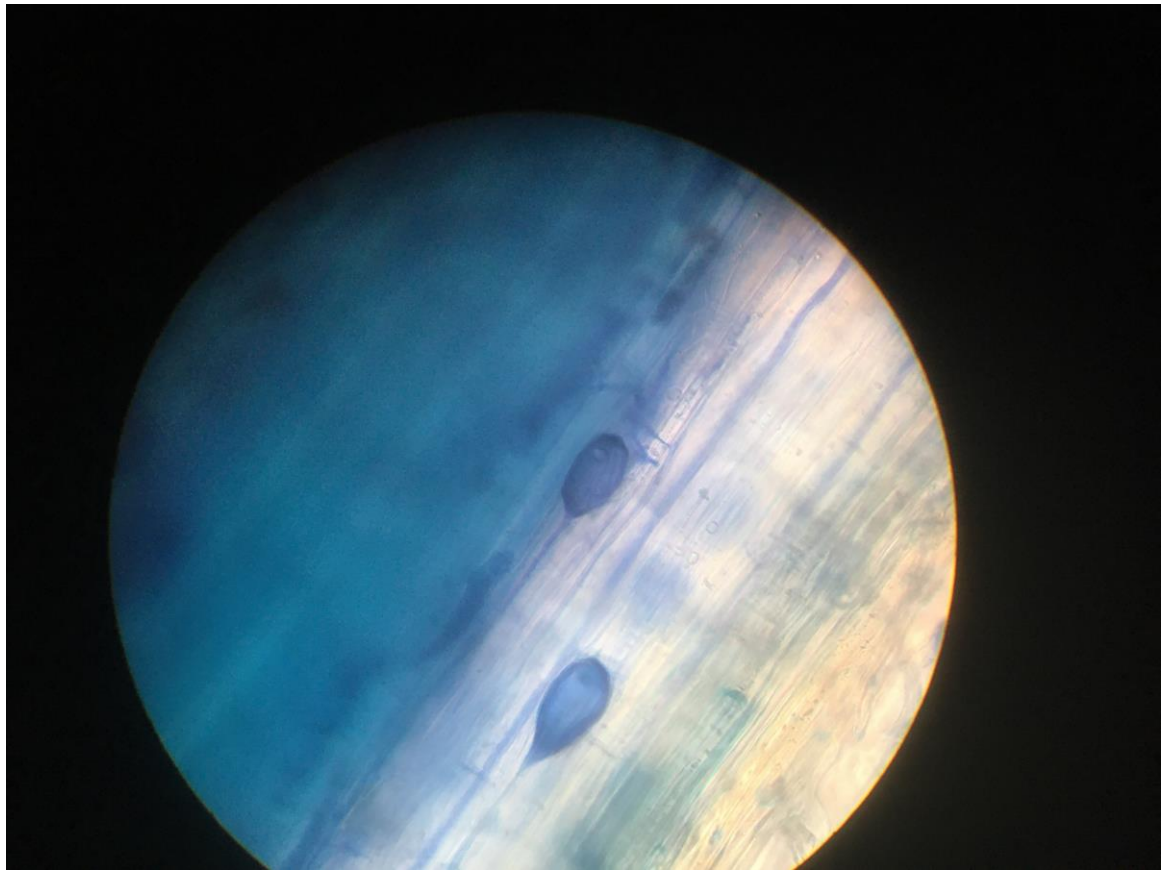
François HIRISSOU 2022

MYCORHIZES SUR RACINES DE NOYERS



Mycorhizes dans racines de blé (station) au stade fin montaison (20/05/2022)

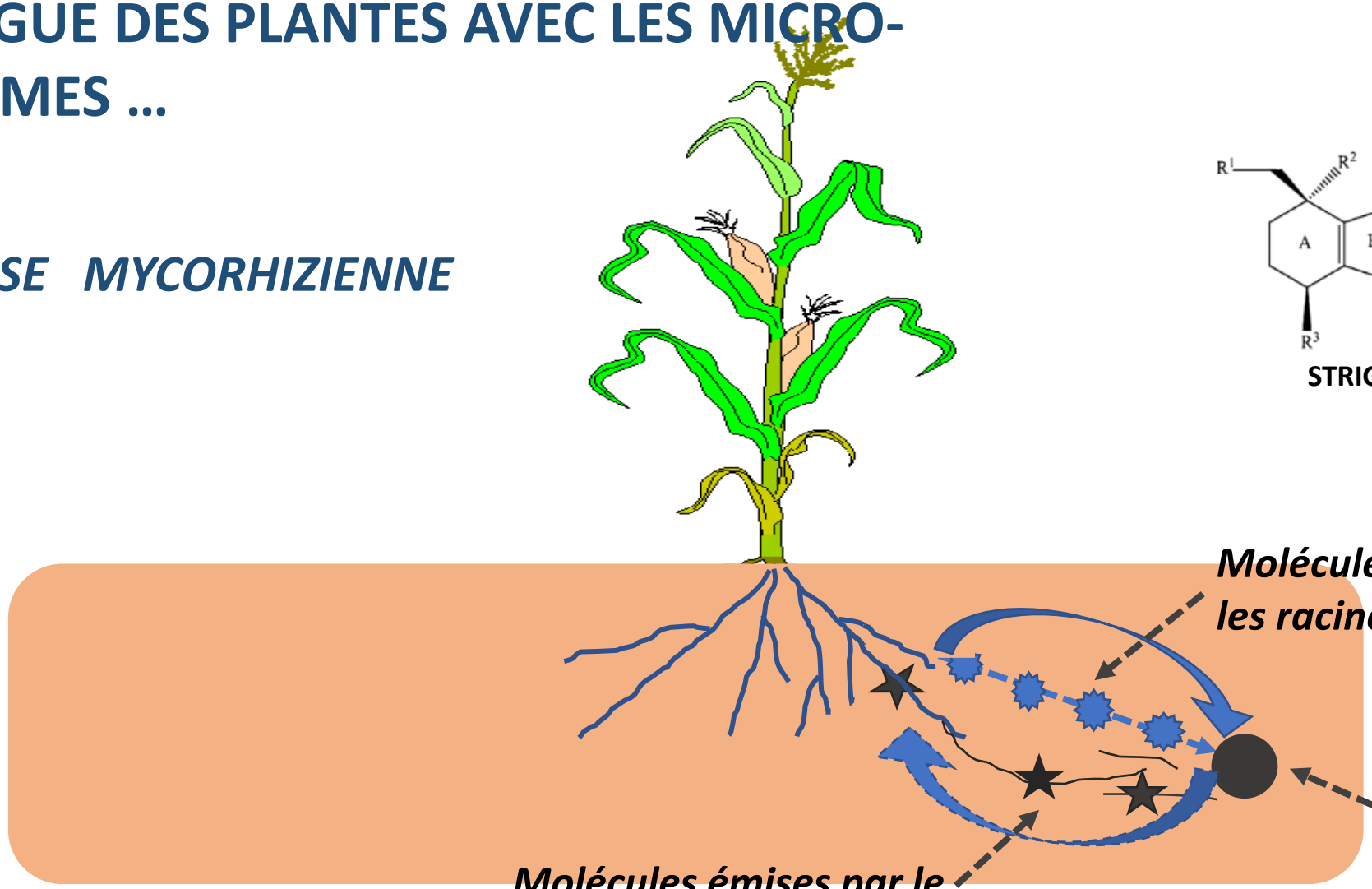


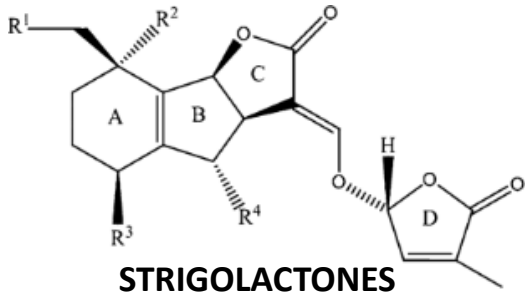


LE DIALOGUE DES PLANTES AVEC LES MICRO-ORGANISMES …

Mycoagra

SYMBIOSE MYCORHIZIENNE





STRIGOLACTONES

Molécules signal émises par les racines de la plante

Déclenchent la germination de la spore et la ramification du mycélium

Molécules émises par le champignon en retour qui permet la pénétration du mycélium dans les racines

LES CHAMPIGNONS MYCORHIZIENS SONT DES SYMBIOTES OBLIGATOIRES

Mycoagra

[Gloméromycothèque de L'INRA de Dijon]

Agroécologie Dijon Unité de Recherche

INRA SCIENCE & IMPACT

François HIRISSOU 2022

INTERETS AGRONOMIQUES DES SYMBIOSES MYCORHIZIENNES

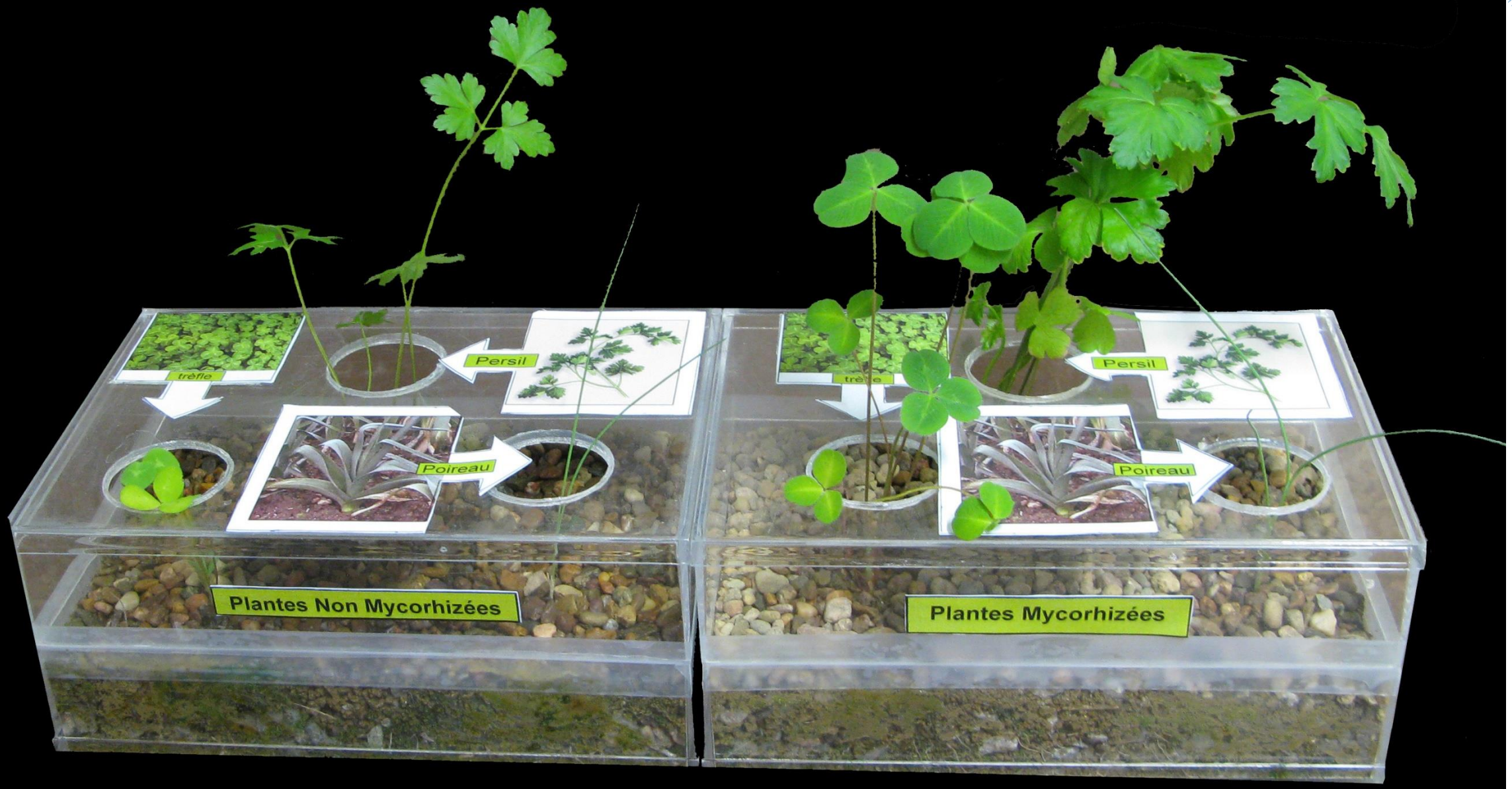
ASSURENT LA NUTRITION DES PLANTES

RENFORCENT L'ALIMENTATION EN EAU ET DIMINUENT LE STRESS HYDRIQUE

PROTEGENT CONTRE LES AGENTS PATHOGENES

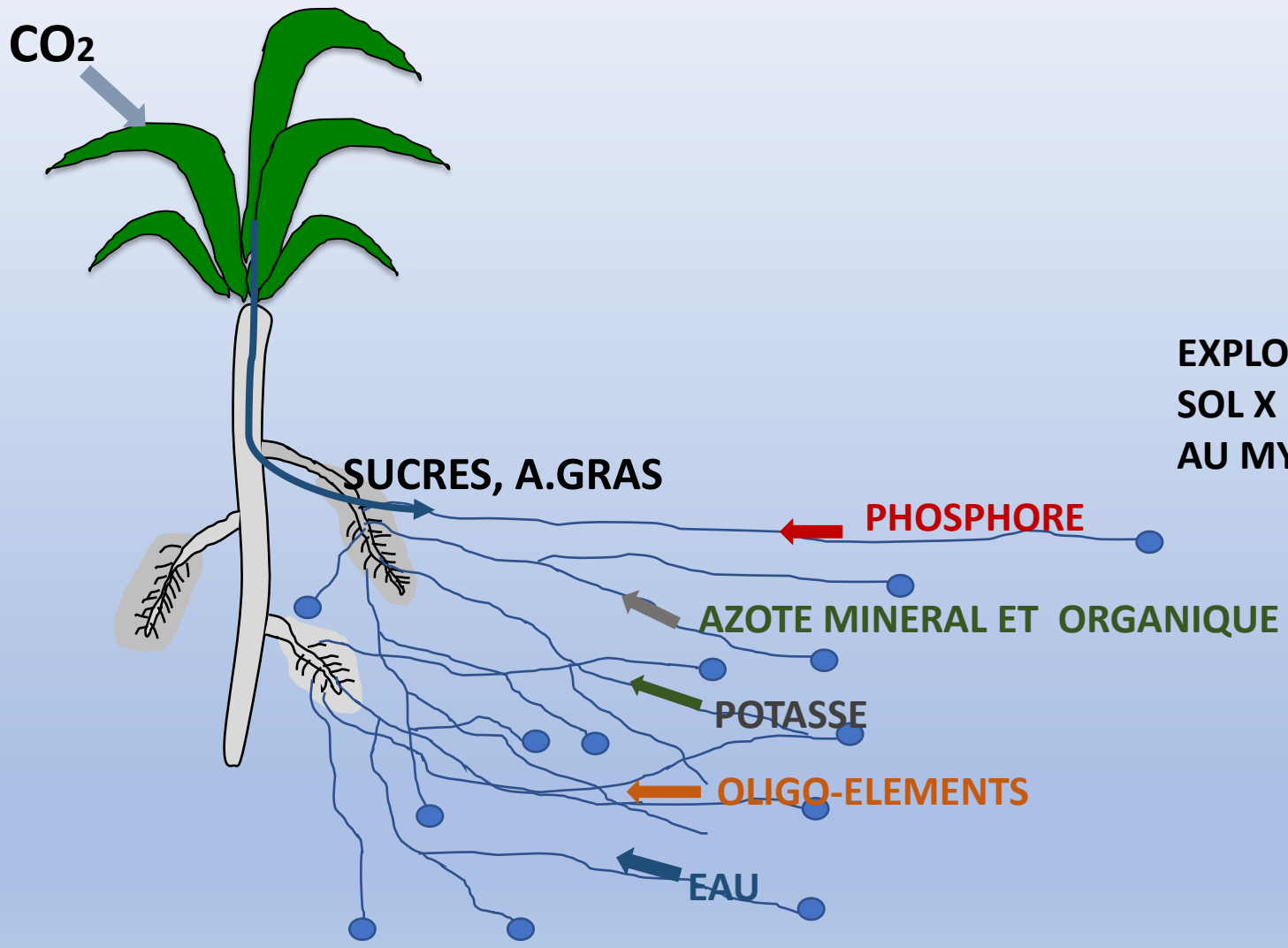
SONT ESSENTIELLES AUX AGREGATS DES SOLS ET AU STOCKAGE DU CARBONE

ASSURENT LA NUTRITION DES PLANTES

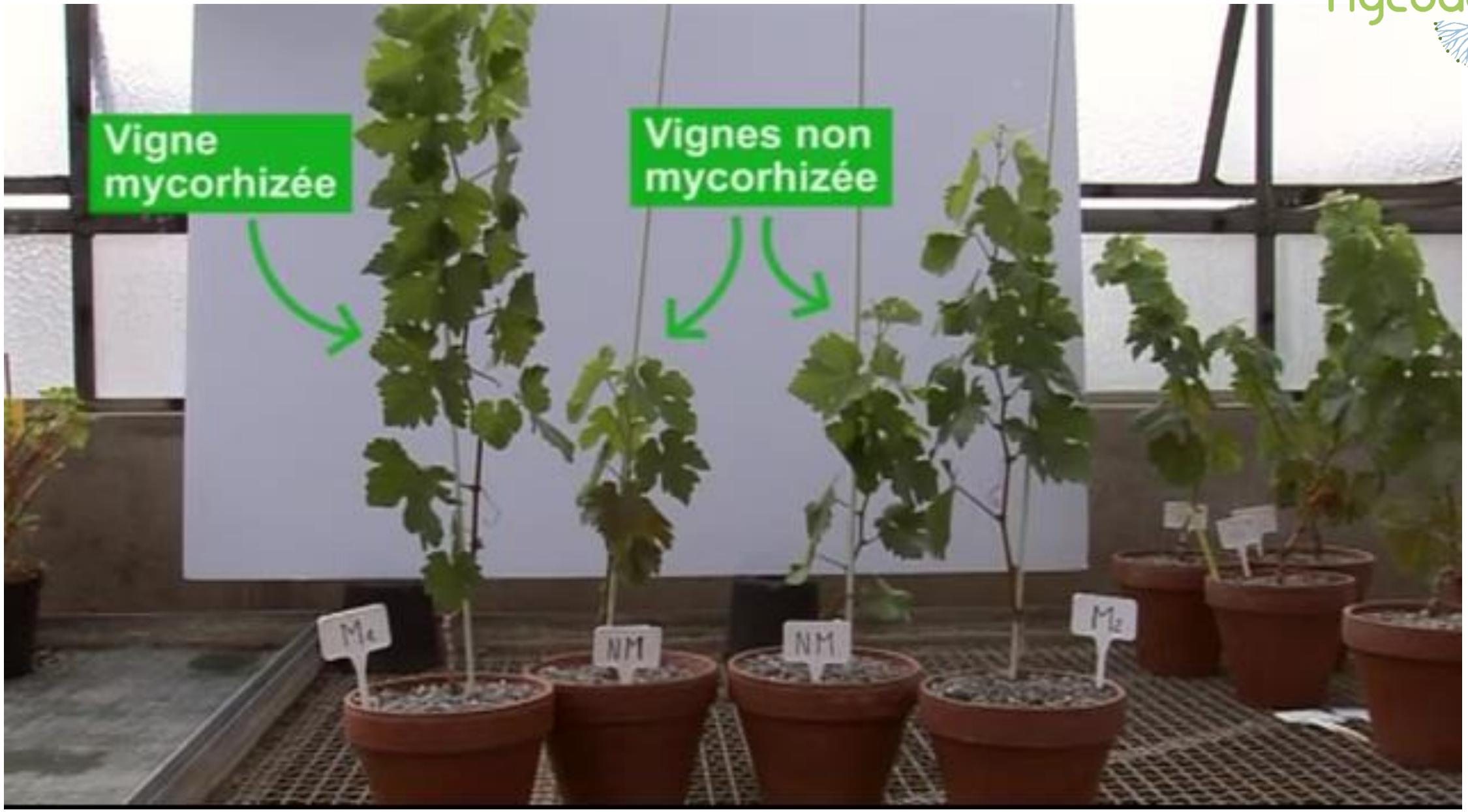


François HIRISSOU 2022

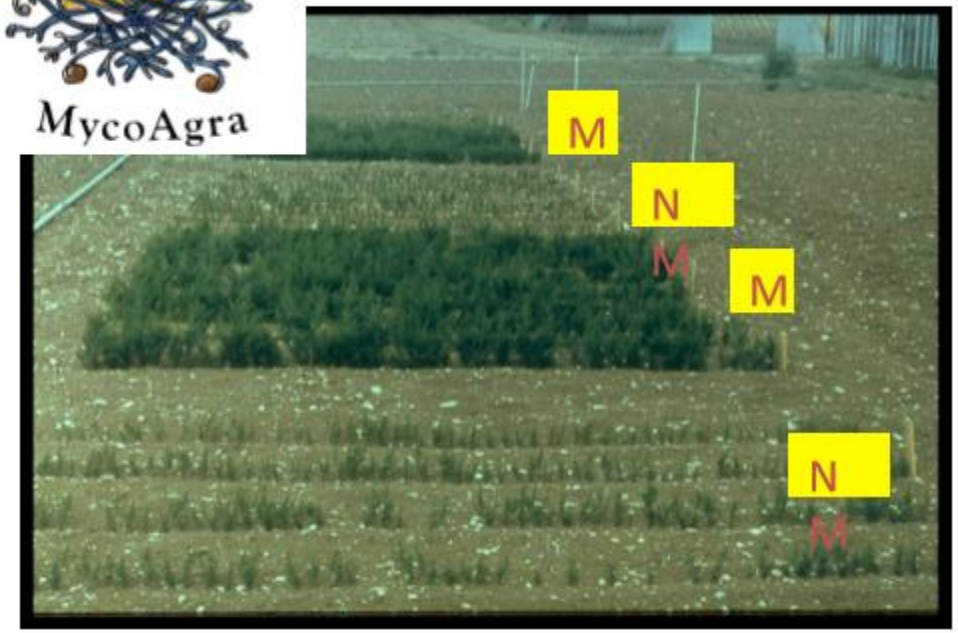
Mycoagra



EXPLORATION DU SOL X 1000 GRACE AU MYCORHIZES


Vigne mycorhizée
Vignes non mycorhizée
NM
NM

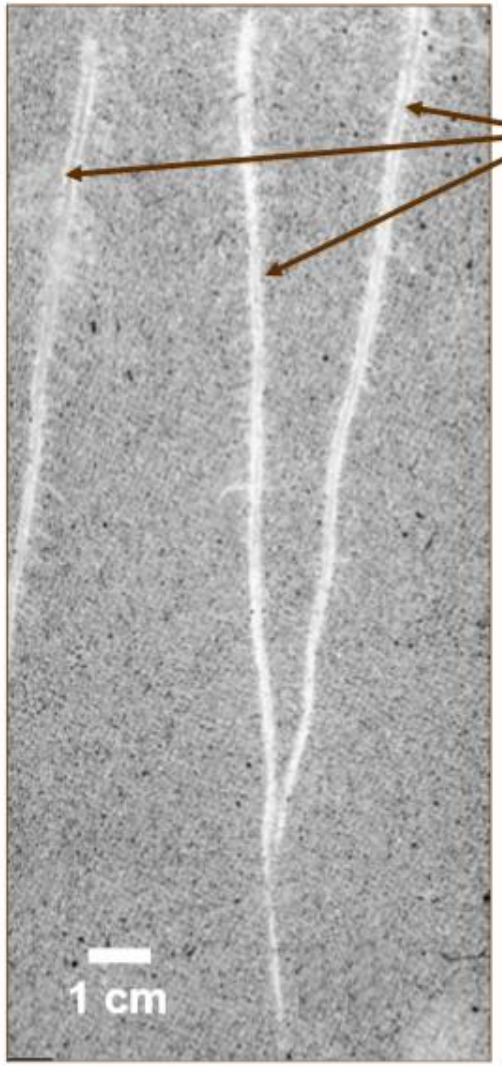
Effets bénéfiques pour la croissance de la plante



Endomycorhization de l'Asperge (*Glomus monosporum*). Parcelles désinfectées

Pommiers issus de cultures *in vitro* et transplantés dans un sol désinfecté. Plants inoculés (ou non) par *Glomus fasciculatum*

LE PHOSPHORE EST TRES PEU DISPONIBLE POUR LES RACINES DES PLANTES



zones d'appauvrissement

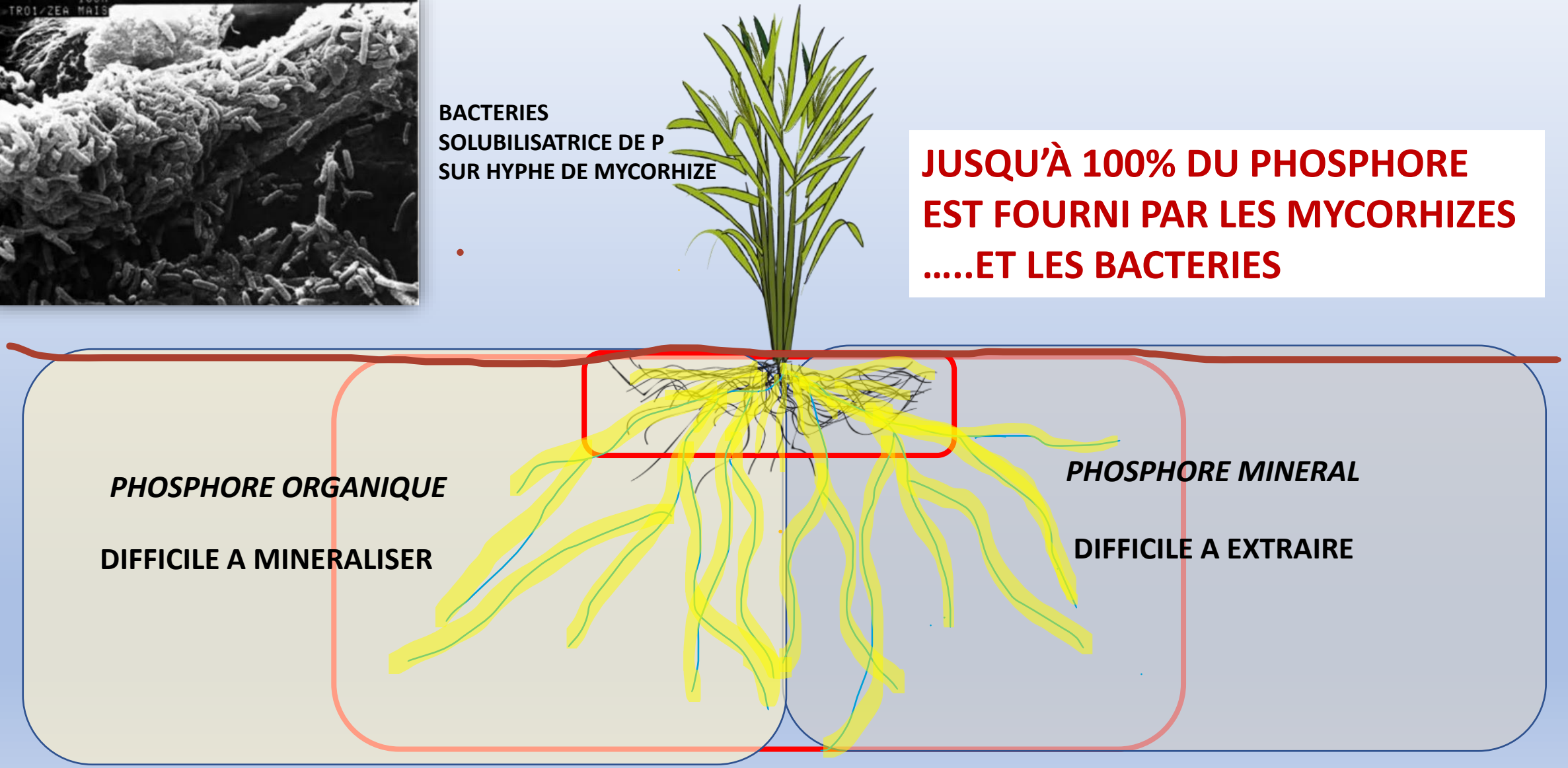
Autoradiographie de racines de maïs dans un sol marqué avec du P radioactif (^{33}P) ***(Jungk, 1996)***

voir aussi Lewis & Quirk (1967) , Bhat & Nye (1973), Hendriks et al. (1981), Kraus et al. (1987), Hübel & Beck (1993)

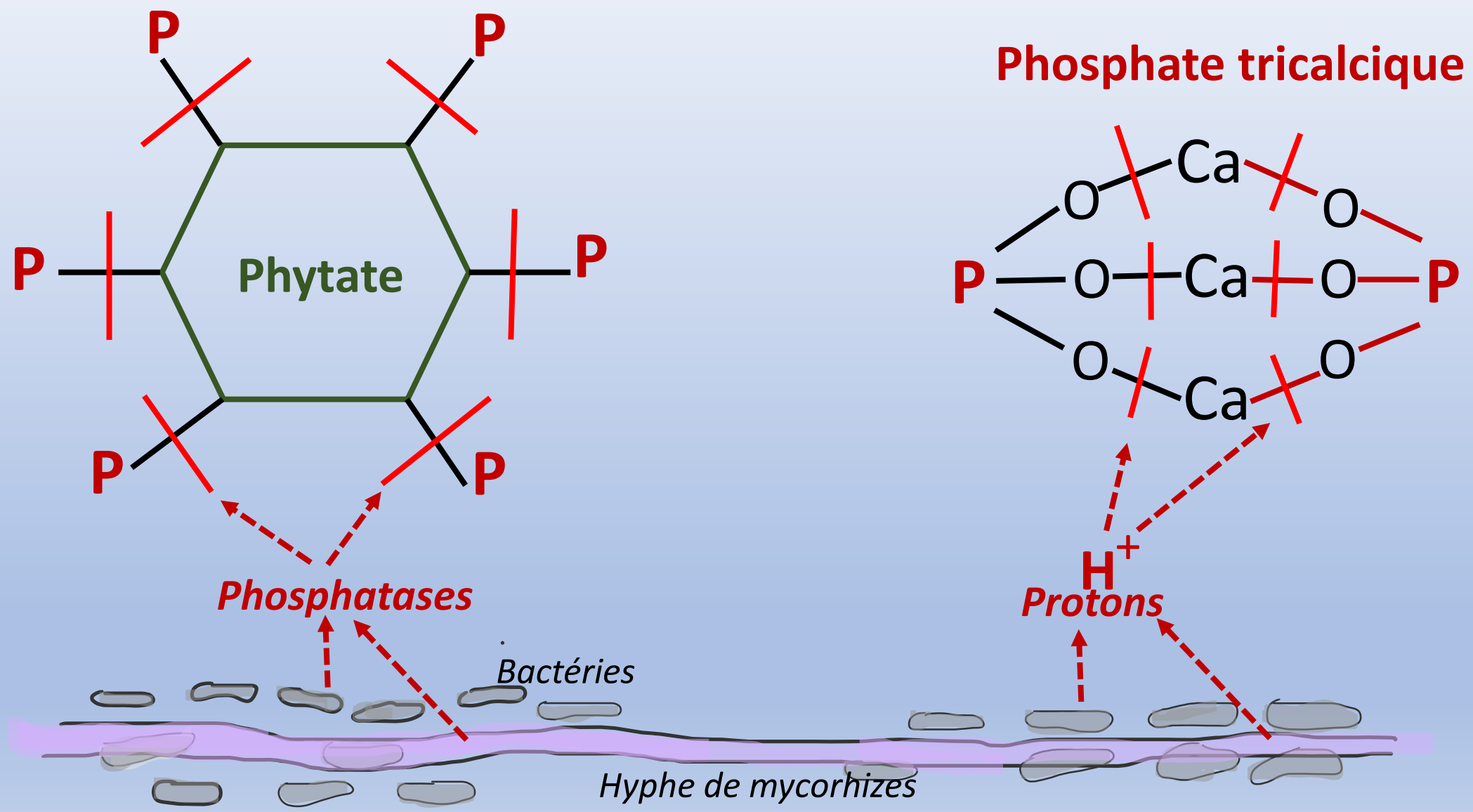
LE PHOSPHORE EST TRES PEU DISPONIBLE POUR LES RACINES DES PLANTES

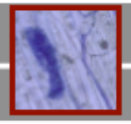
BACTERIES
SOLUBILISATRICE DE P
SUR HYPHE DE MYCORHIZE

JUSQU'À 100% DU PHOSPHORE EST FOURNI PAR LES MYCORHIZES .....ET LES BACTERIES



LES DEUX MODES DE MINERALISATION DU PHOSPHORE

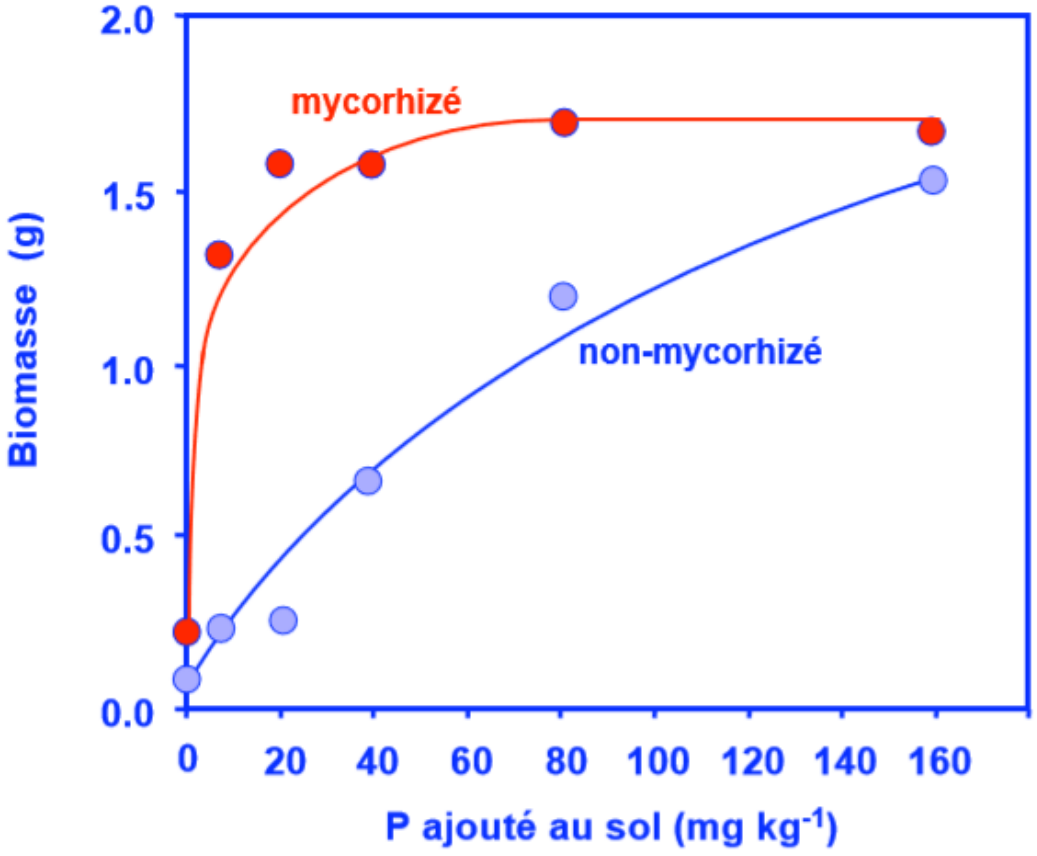




Fonctionnement des symbioses endomycorhiziennes

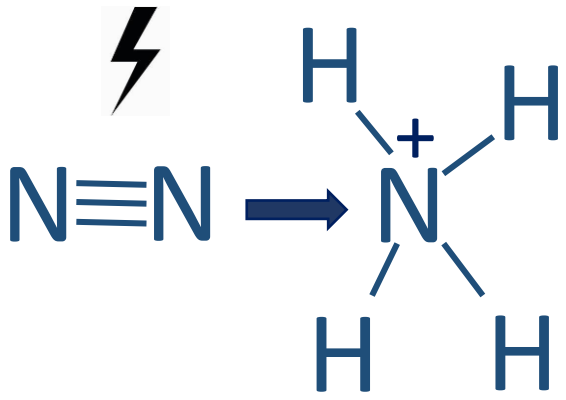
Les échanges plante-champignon : cas du P

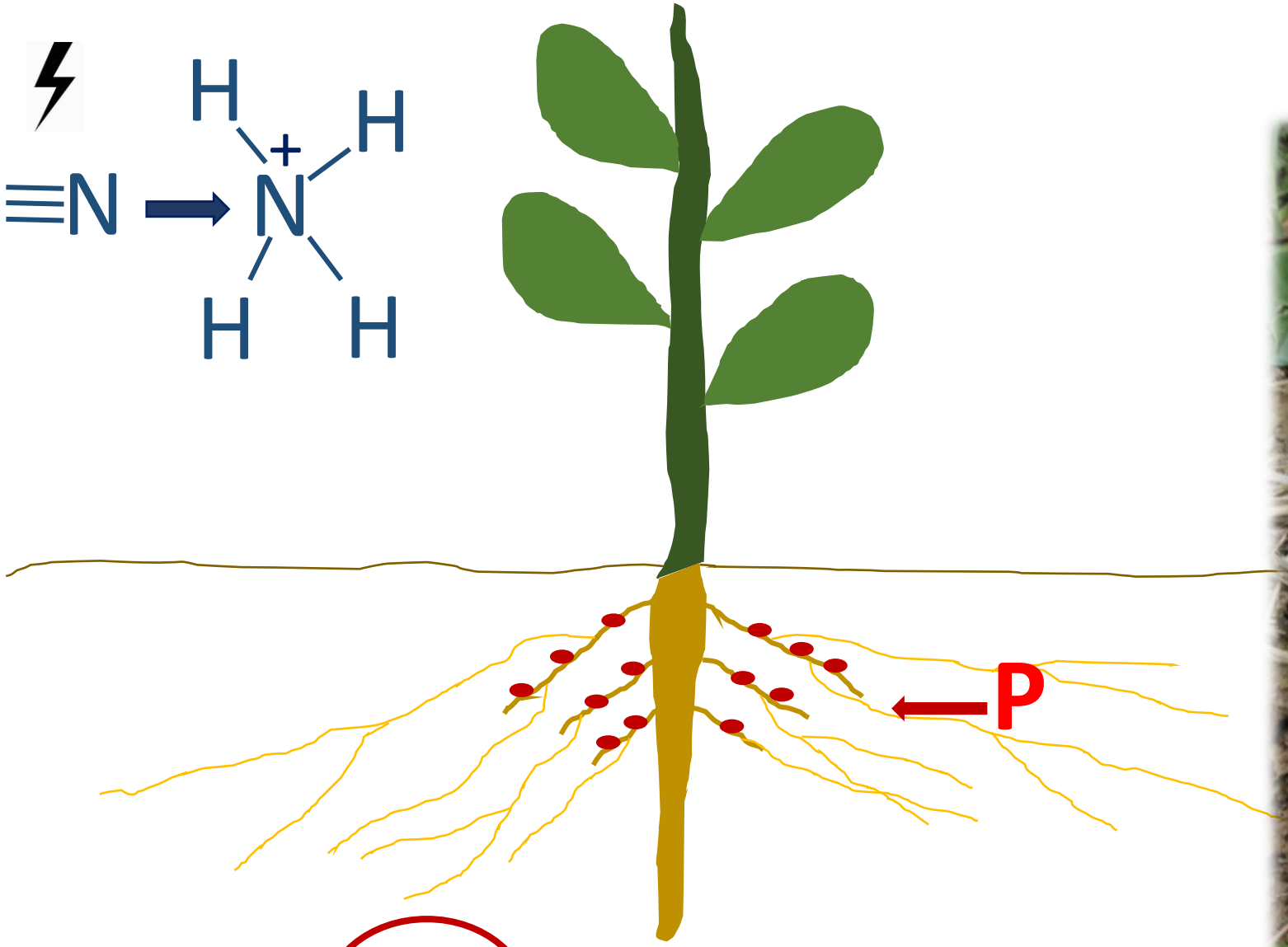
LES SOLS RICHES EN PHOSPHORE SONT DEFAVORABLES A LA MYCORHIZATION



Courbes de réponse à l'apport de P chez une espèce endémique d'Australie *(Cassia pruinosa)* endomycorhizée ou non *(Jasper et al. 1994)*

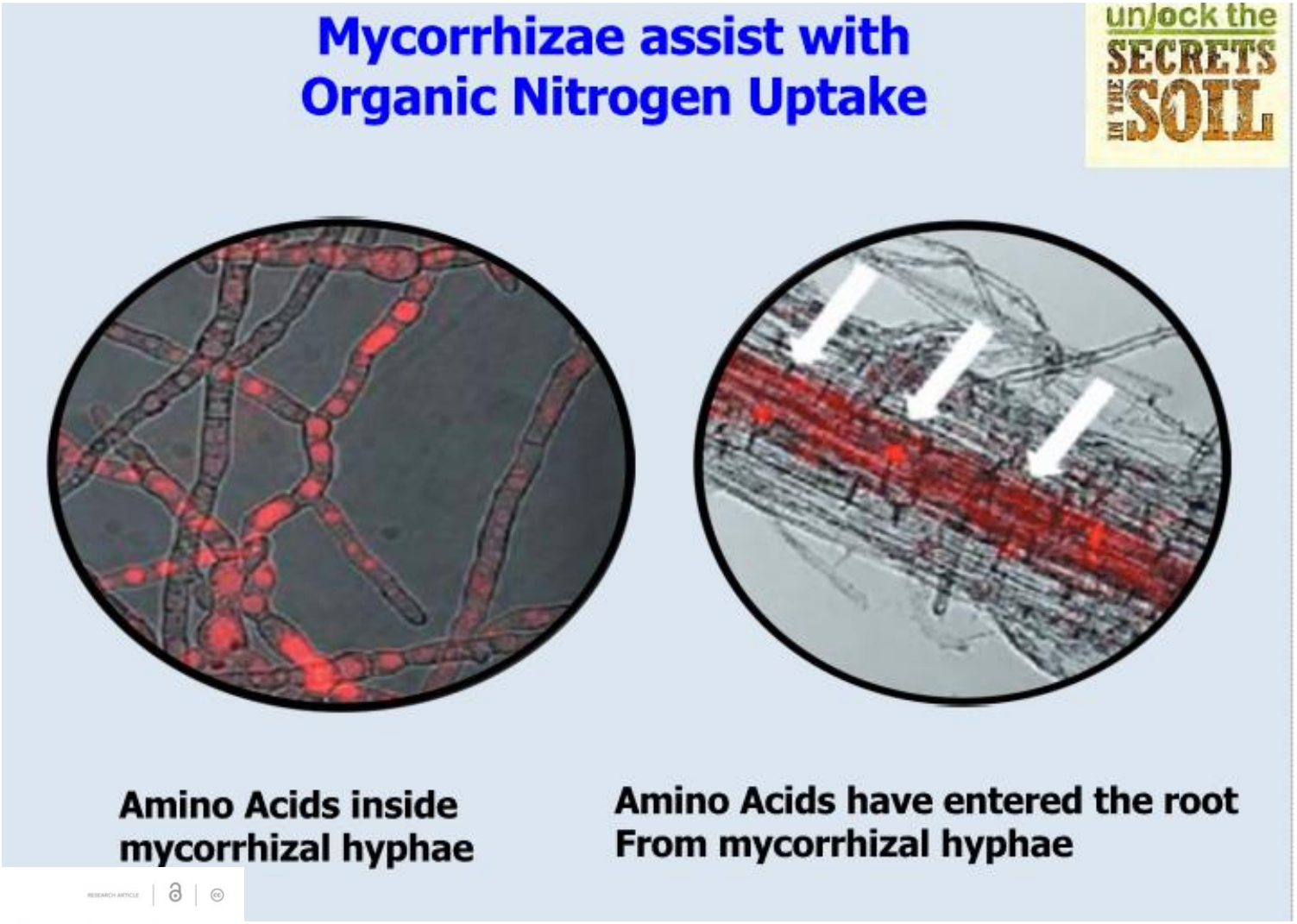
LES LEGUMINEUSES SONT TRES DEPENDANTES DES MYCORHIZES !





$$N_2 + 8\,H^+ + 8\,e^- + 16\,ATP \rightarrow 2\,NH_3 + H_2 + 16\,ADP + 16\,Pi$$

TRANSFERT D'AZOTE PAR LES MYCORHIZES : ACIDES AMINES



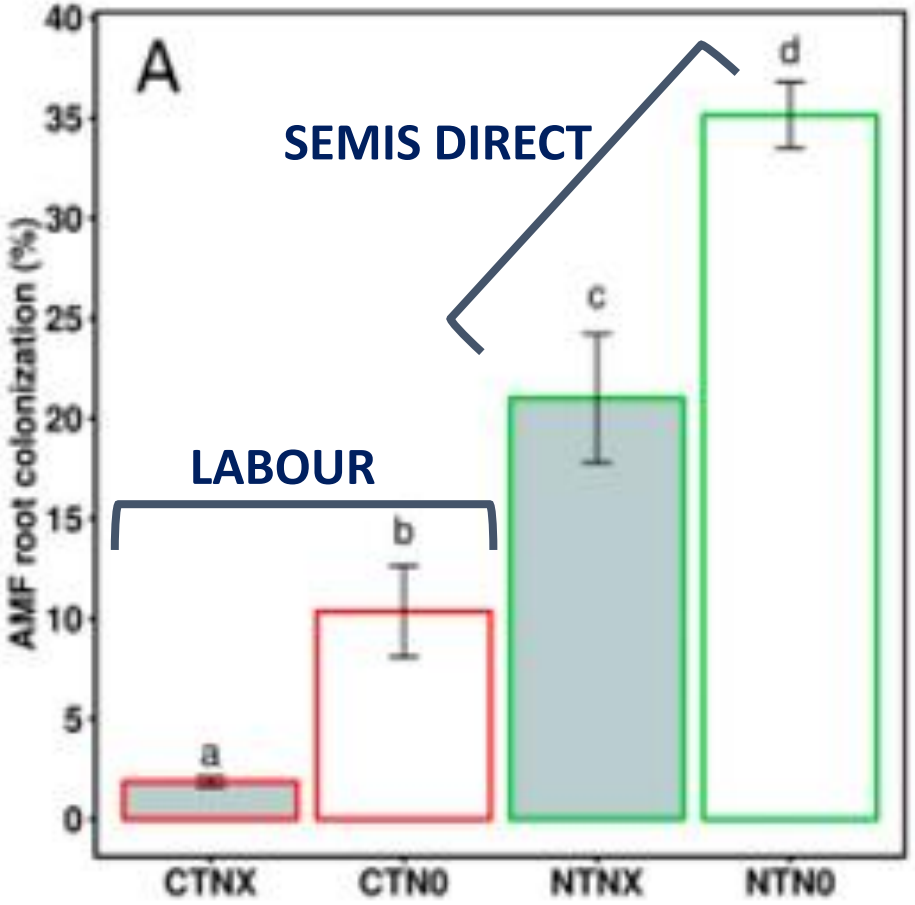
eLIFE

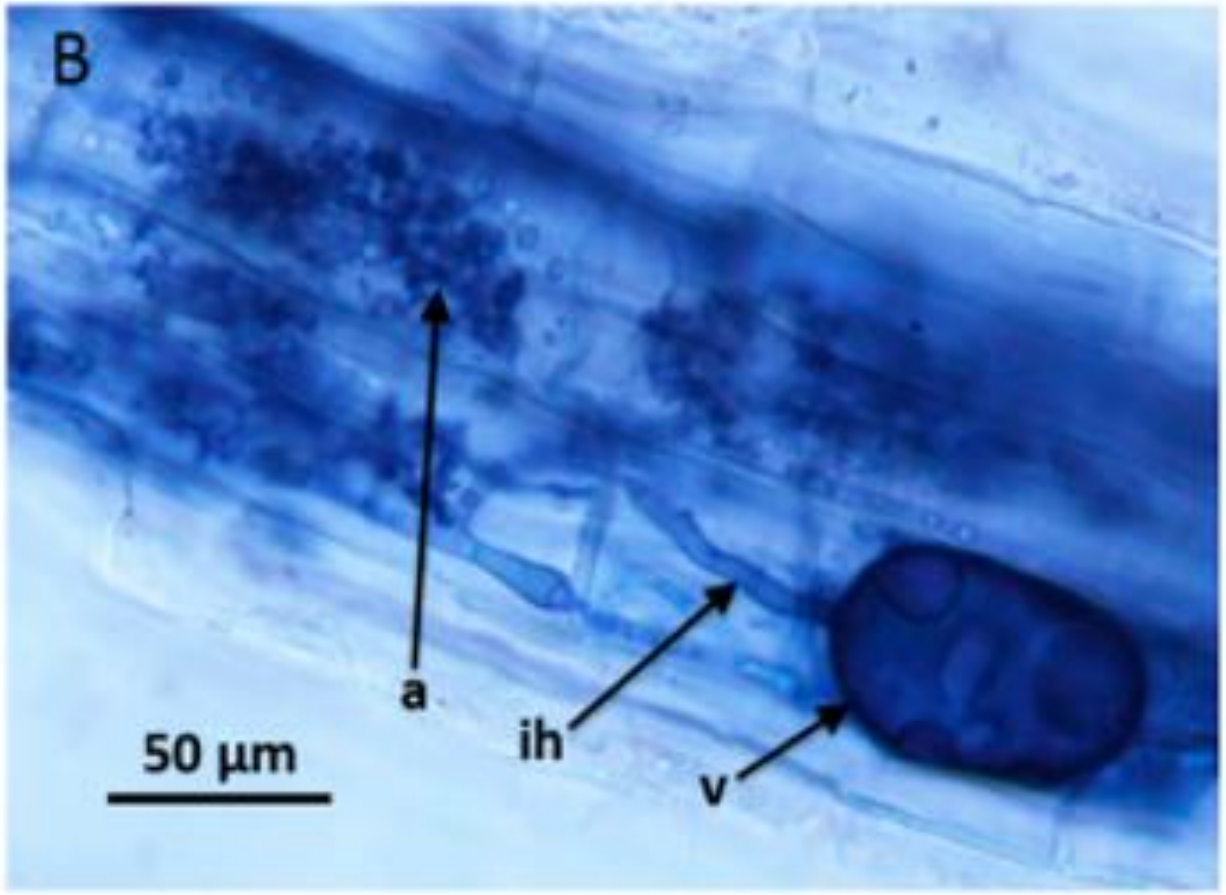
RESEARCH ARTICLE

Lipid transfer from plants to arbuscular mycorrhiza fungi

Andreas Keymer[1†], Priya Pimprikar[1†], Vera Wewer[2†], Claudia Huber[3], Mathias Brands[2], Simone L Bucerius[1], Pierre-Marc Delaux[4], Verena Klingl[1], Edda von Röpenack-Lahaye[5†], Trevor L Wang[6], Wolfgang Eisenreich[3], Peter Dörmann[2], Martin Parniske[1], Caroline Gutjahr[1*]

[1]Faculty of Biology, Genetics, LMU Munich, Biocenter Martinsried, Munich, Germany; [2]Institute of Molecular Physiology and Biotechnology of Plants, University of Bonn, Bonn, Germany; [3]Biochemistry, Technical University Munich, Garching, Germany; [4]Laboratoire de Recherche en Sciences Végétale, Centre National de la Recherche Scientifique, Toulouse, France; [5]Faculty of Biology, Plant Sciences, LMU Munich, Biocenter Martinsried, Munich, Germany; [6]John Innes Centre, Norwich Research Park, Norwich, United Kingdom





Sur blé d'hiver, le semis direct augmente la colonisation mycorhizienne et diminue les besoins en azote

agronomy

MDPI

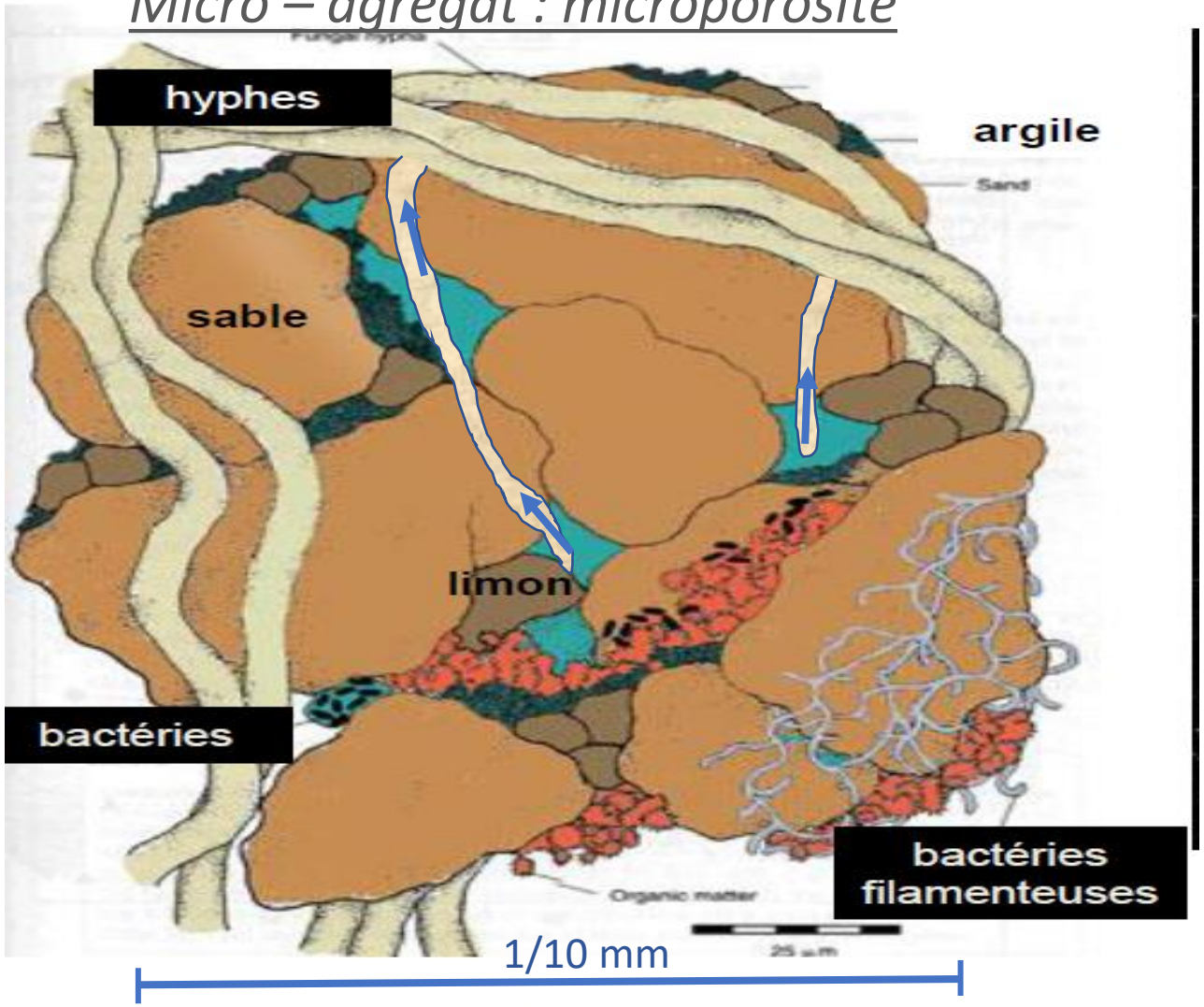
Short Note

In Winter Wheat, No-Till Increases Mycorrhizal Colonization thus Reducing the Need for Nitrogen Fertilization **2016**

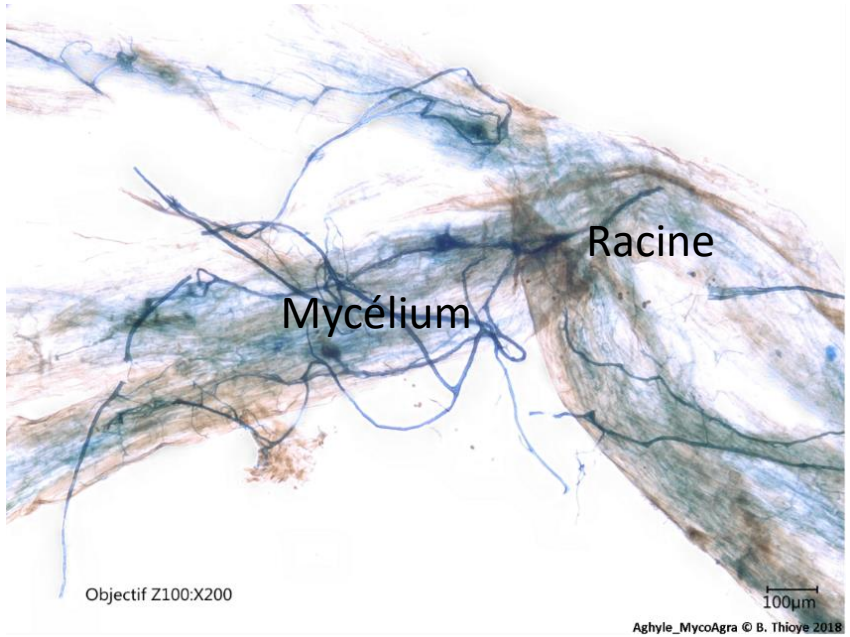
Julien Verzeaux [1], David Roger [1], Jérôme Lacoux [1], Elodie Nivelle [1], Clément Adam [1], Hazzar Habbib [1], Bertrand Hirel [2,*], Frédéric Dubois [1] and Thierry Tetu [1]

RENFORCENT L'ALIMENTATION EN EAU ET DIMINUENT LE STRESS HYDRIQUE

Micro – agrégat : microporosité



Sulzman, 2001, Univ Oregon



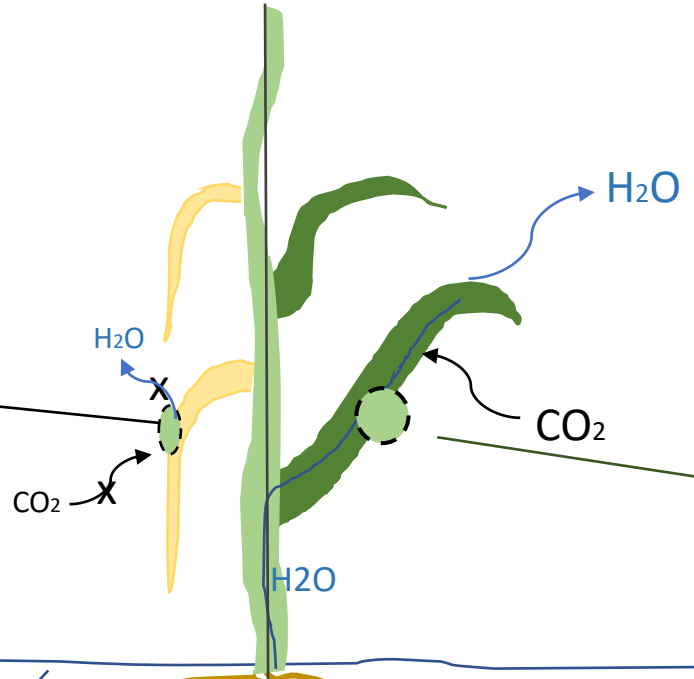
Les champignons ont une capacité de prélèvement de l'eau <u>100 à 200 fois plus élevé que les racines des plantes</u>

LES MECANISMES MYCORHIZIENS POUR REAGIR AU STRESS HYDRIQUE

Mycoagra

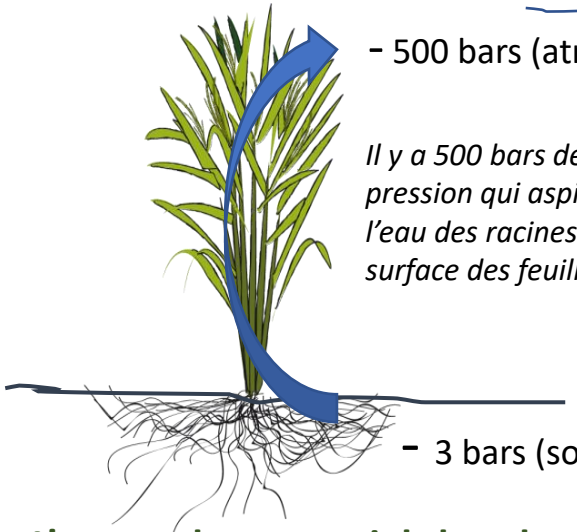
La transpiration consomme de l'énergie calorifique et donc refroidit la plante

Stomates fermés



(Wikipedia)

Stomates maintenus ouverts

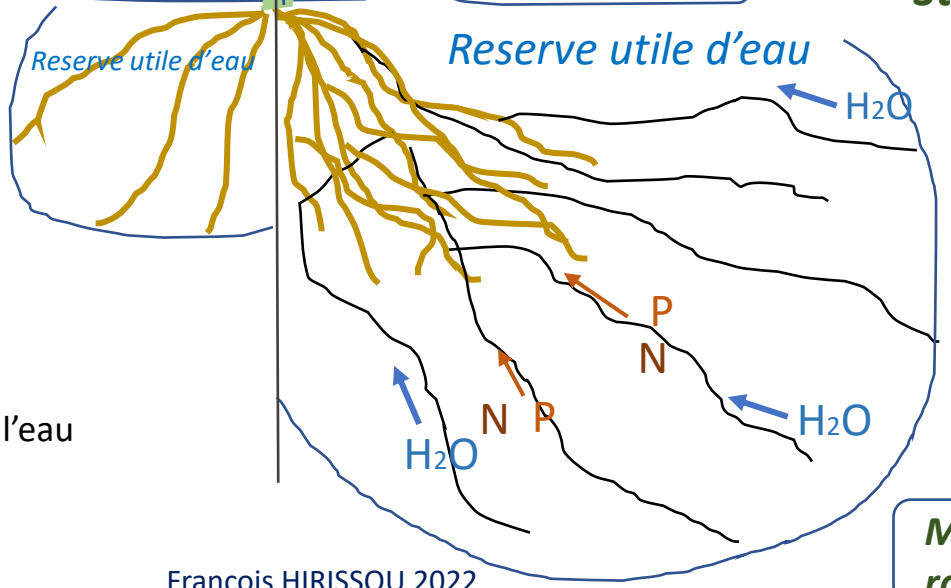


- 500 bars (atmosphère)

Il y a 500 bars de pression qui aspirent l'eau des racines vers la surface des feuilles !

- 3 bars (sols) = rétention de l'eau

L'eau va des potentiels les plus élevés vers les potentiels les plus bas



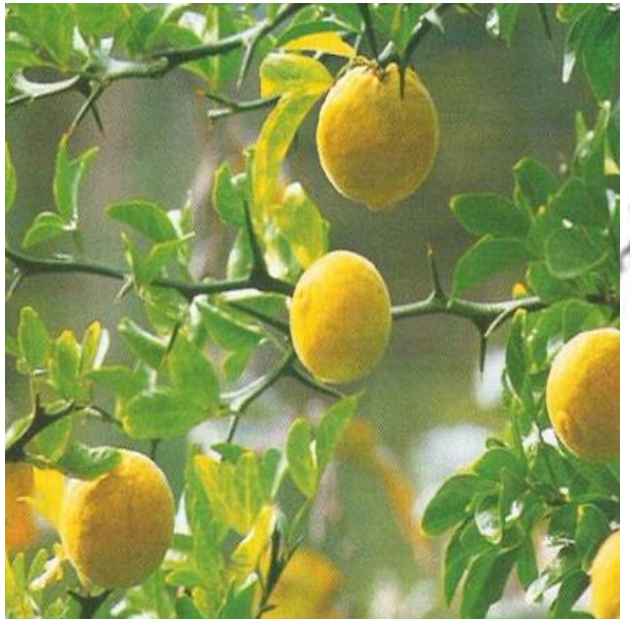
Mourir de soif … ou mourir de faim
Les Mycorhizes sont essentielles

Meilleure absorption de N et P qui permettent d'améliorer l'extraction de l'eau

Meilleure conductivité hydraulique des racines mycorhizées

François HIRISSOU 2022

LES RACINES SONT L'ORGANE CLEF DE LA PLANTE POUR L'ADAPTATION A LA SECHERESSE



ORANGER TRIFOLIE

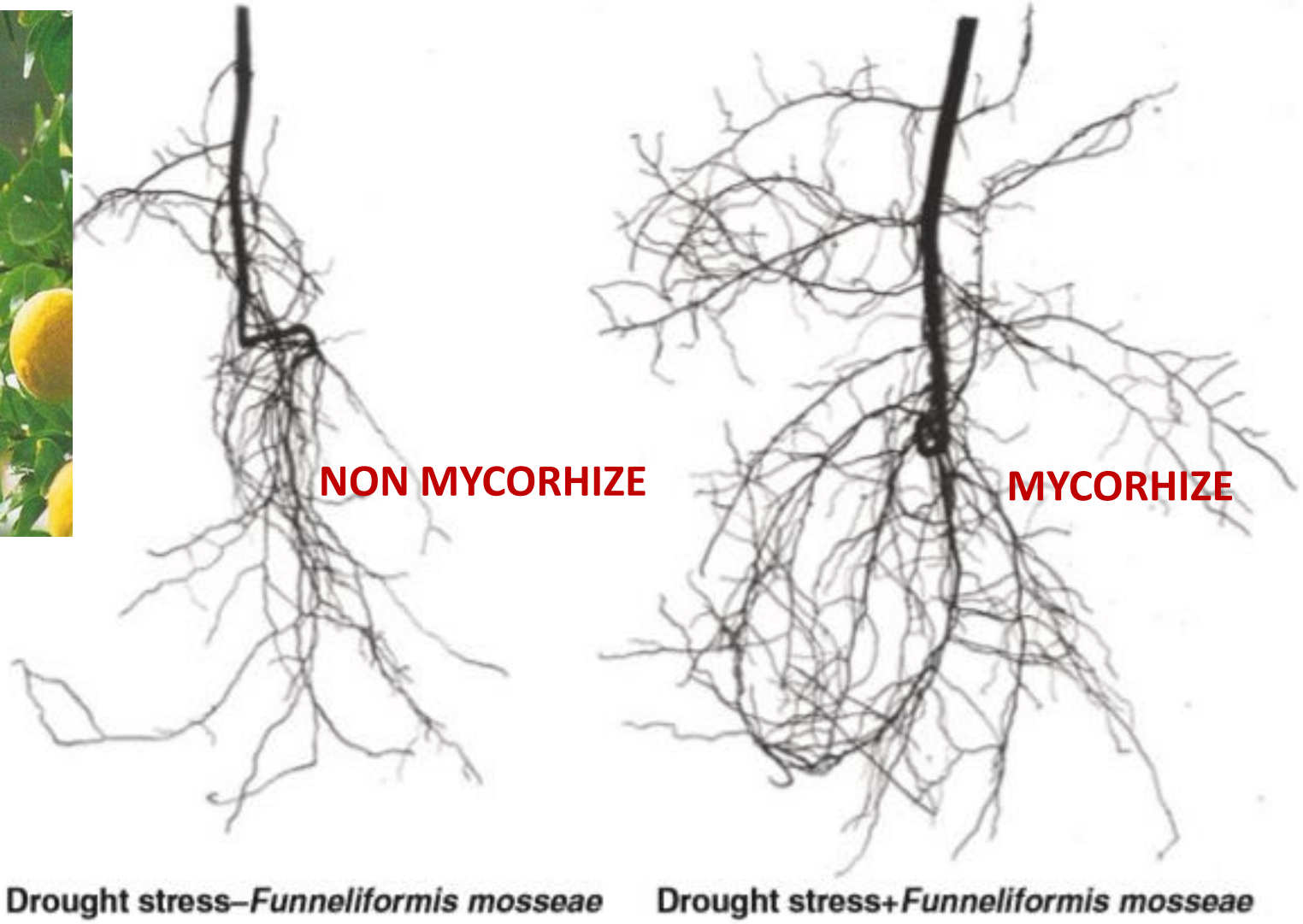


Fig. 2.3 Root morphology of trifoliate orange inoculated with *Funneliformis mosseae* under drought stress

RESISTANCE AU STRESS HYDRIQUE

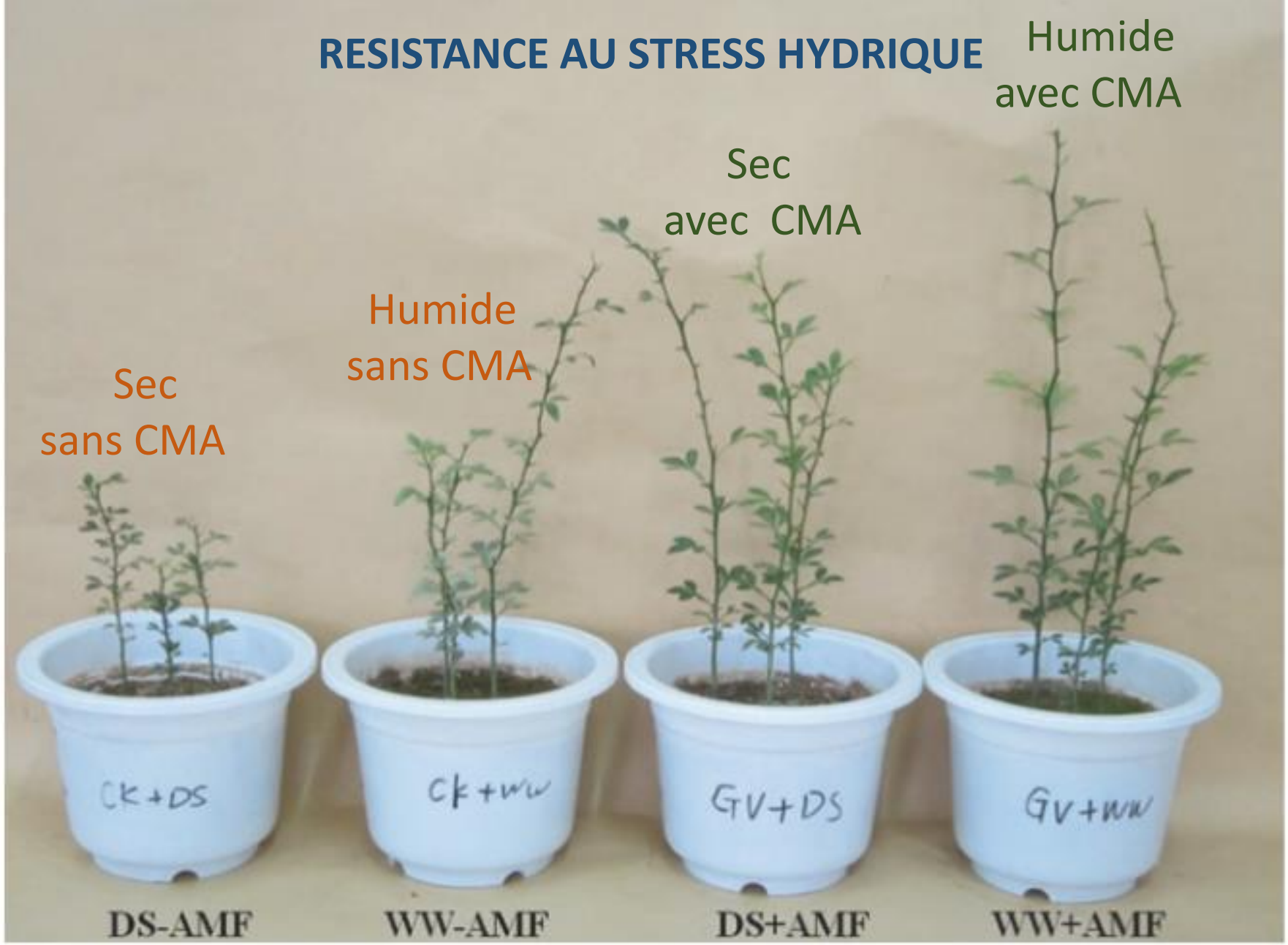


Fig. 2.2 Plant growth of trifoliate orange inoculated with *Diversispora versiformis* (AMF) under well-watered (WW) and drought stress (DS)

François HIRISSOU 2022

Témoin
MYC
MYC
Témoin

Effet global de la mycorhization sur le statut hydrique des plantes

Mycoagra

Symptômes

- Maintien de la transpiration
- Maintien de la conductance foliaire
- Augmentation de la conductivité hydraulique des racines
- Maintien du potentiel hydrique des feuilles et maintien de la turgescence

Causes

- Amélioration de la nutrition phosphatée
- Maintien de l'ouverture des stomates
- Modification des équilibres hormonaux
- Augmentation du potentiel osmotique
- Augmentation du rapport racines/parties aériennes
- Amélioration de la réserve utile en eau par renforcement des agrégats avec la glomaline

LA SYMBIOSE MYCORHIZIENNE : UN SYSTÈME TRES ANCIEN DE BIOPROTECTION DES PLANTES

Tolérance au *Phytophthora fragariae* chez des framboisiers

MYCORHIZES ET RESISTANCE AU PATHOGENES

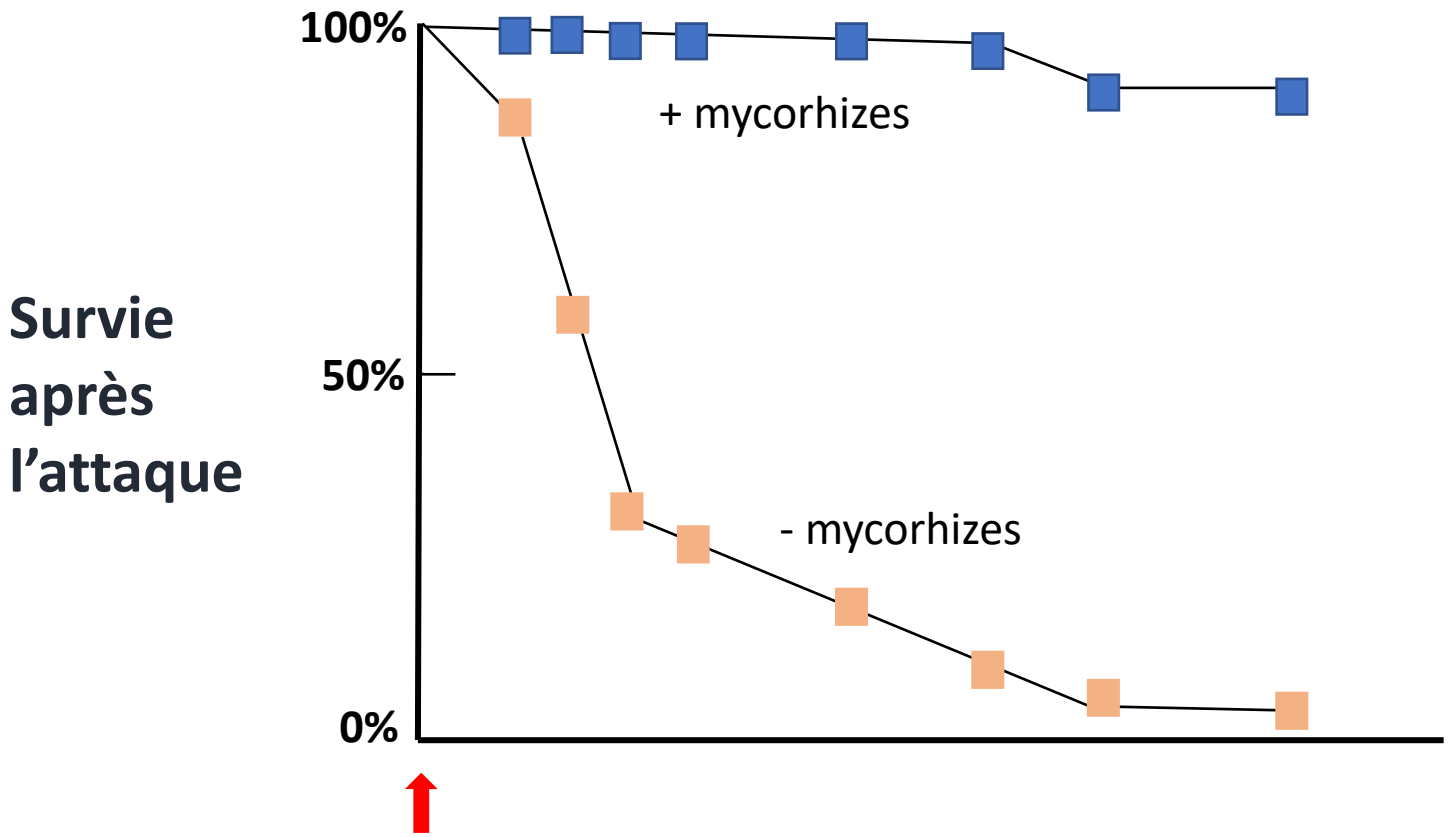
- De nombreux travaux montrent une atténuation des dommages des champignons pathogènes sur les racines des plantes mycorhizées / non mycorhizées

- Les mycorhizes réduisent l'incidence et/ou la sévérité des effets délétères des champignons racinaires suivant : Rhizoctonia , Fusarium, Verticilium, Phytophtora (oomycète) , Pythium, Aphanomyces et de la bactérie : Xanthomonas campestris (anthracnose)

MYCORHIZES

- Stimulation de la croissance des plantes par une meilleure nutrition et une meilleure santé végétale
- Compétition directe ou indirecte sur les sucres et les sites d'infection
- Renforcement de la défense des racines par :
  - Racines latérale plus épaisses
  - Dépôt de pectine et lignine
- Stimulation de bactéries associée (Pseudomonas) produisant des antibiotiques contre Piétin échaudage
- Induction du système immunitaire des plantes
  - Synthèse de protéines de défense
  - Synthèse d'espèces réactives de l'oxygène

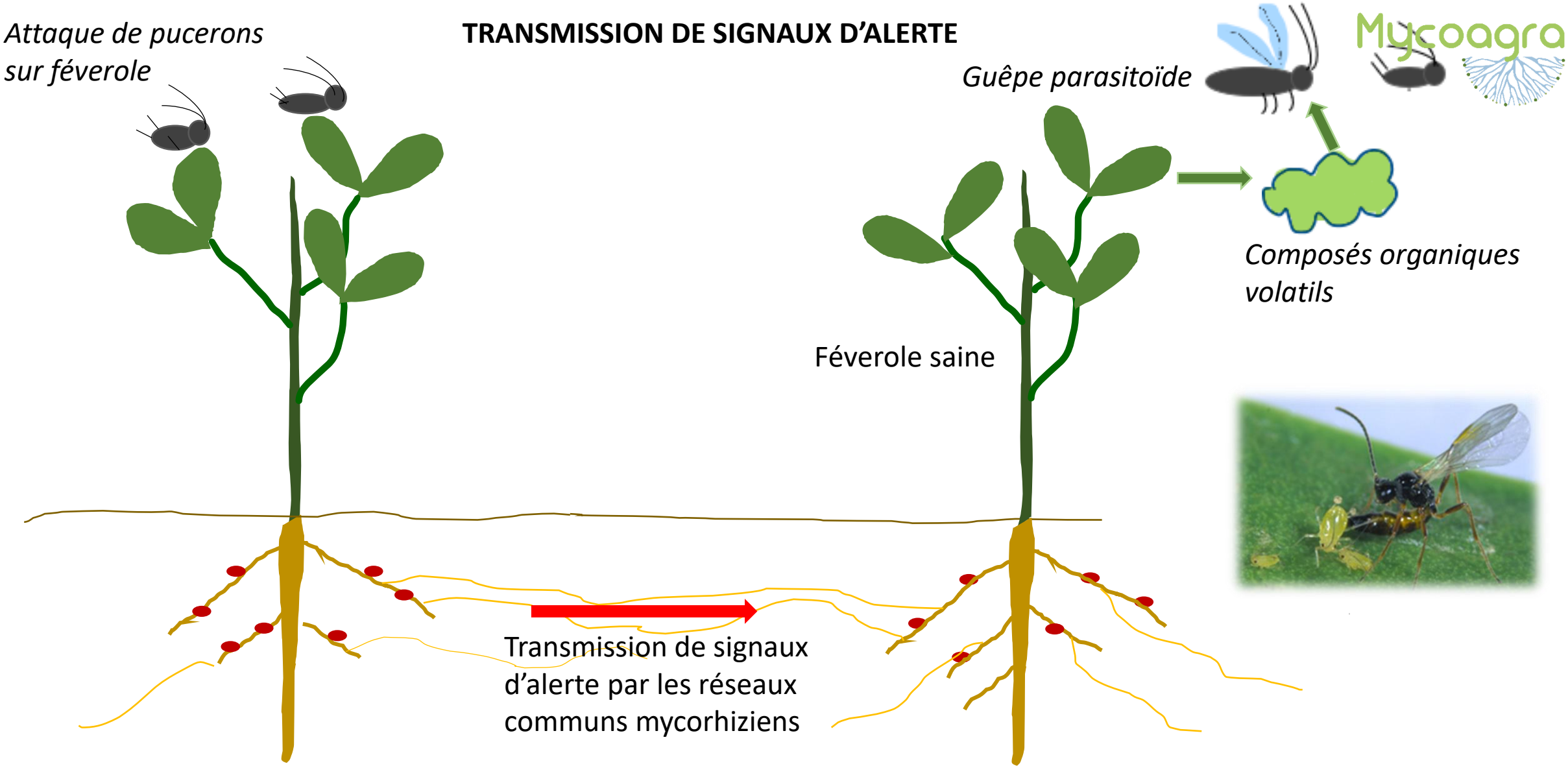
LA MYCORHIZE PROTECTRICE



M.A.Selosse 2018

Attaque de *Phytophthora cinnamomi* par inoculation sur *Cyprès de Lawson* avec ou sans mycorhizes ajoutés 6 mois avant

TRANSMISSION DE SIGNAUX D'ALERTE



Le champignon mycorhizien *Funneliformis mosseae* comme agent de biocontrôle de la septoriose du blé

Mycoagra

Septoriose du blé
(Zymoseptoria tritici)

Infection 6 semaines après

+ 6 semaines

Plantules de blé sensible à la Septoriose cultivée dans sols avec CMA *(Funneliformis mosseae)*

- Expression de gènes de défense et de transport de NH4, P, S
- Phenylpropanoïdes, Peroxydase

+ CMA

Protection de 78% à 87% de la plantule avec CMA

- CMA

Infection : Pycnides sur la plantule non mycorhizée

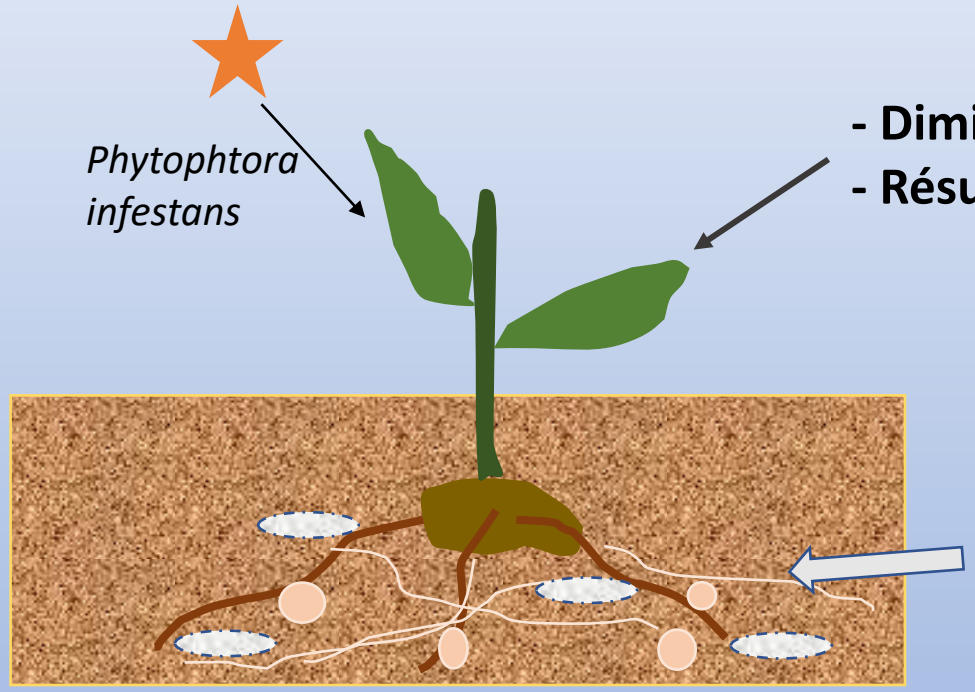
- Phase biotrophe : 5 à 10 j
- Phase nécrotrophe après : nécrose avec points noirs au milieu = pycnides

Essais au champ : Enrobage de semences par Funneliformis mosseae (alginate)

François HIRISSOU 2022

thierry.allario@univ-littoral.fr

La combinaison *Rhizophagus irregularis* et filtrat de *Trichoderma virens* réduit les symptômes du mildiou chez la pomme de terre



- Diminution de la progression de la maladie de 70 à 77%
- Résultats similaires à ceux obtenus avec le Mancozèbe

Infection par Phytophtora infestans sur plante inoculée avec *Rhizophagus irregularis* et billes d'alginate de filtrat de *Trichoderma virens*

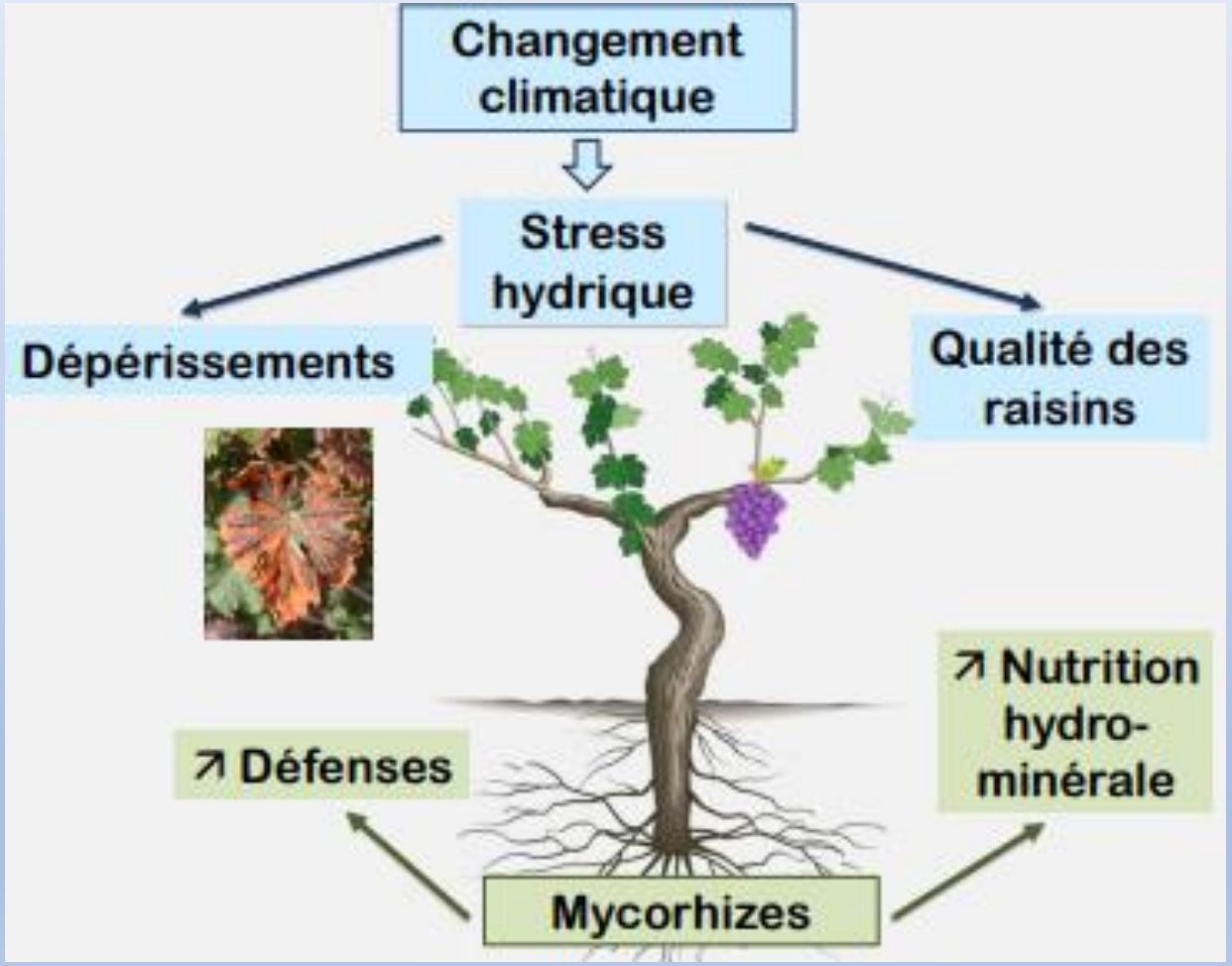
Filtrat de Trichoderma virens (levure) encapsulé dans billes d'alginate

François HIRISSOU 2022

maryline.calonne@uclouvain.be

La mycorhization de la vigne : impact sur la croissance, la résistance au stress hydrique et aux maladies en contexte alsacien

1 E.A. 3991, Unité de Recherche Universitaire Vigne et Œnologie Colmar-Reims, Université de Haute Alsace, 33, rue de Herrlisheim - 68000 Colmar 2 Laboratoire d'Innovation Moléculaire et Applications, Université de Haute-Alsace, Université de Strasbourg, CNRS, LIMA, UMR 7042, Mulhouse 3 Conseil Interprofessionnel des Vins d'Alsace, Maison des Vins d'Alsace, 12 avenue de la Foire aux Vins, 68012 Colmar *Contact: laure.valat@uha.fr



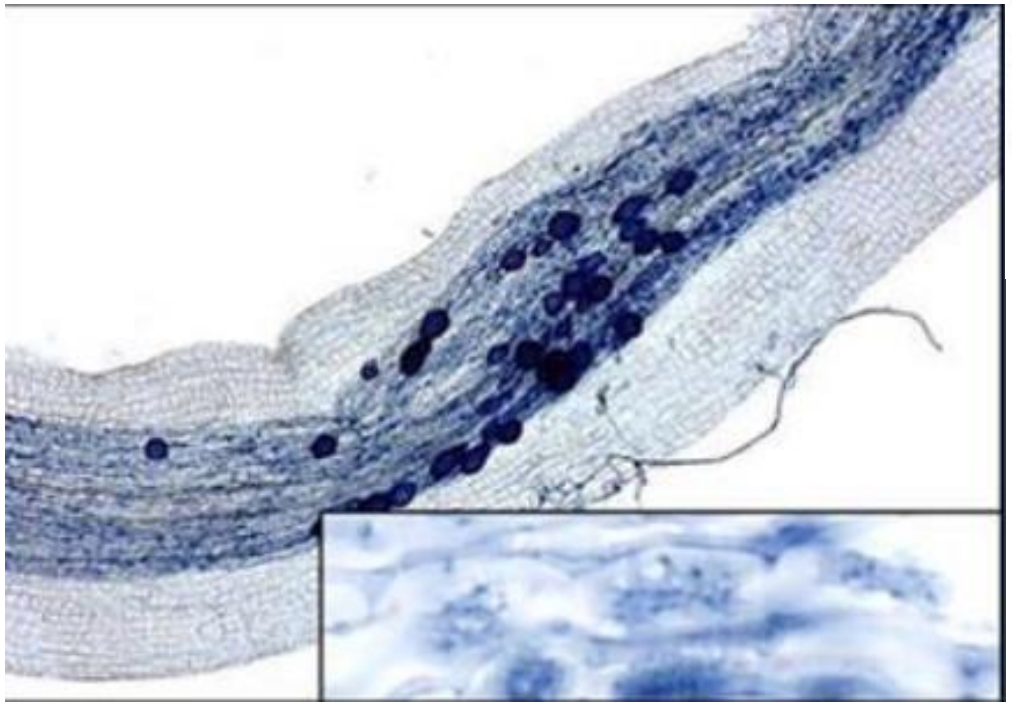
La physiologie du système racinaire de la vigne (faible densité, racines épaisses) la rend fortement dépendante des micro-organismes du sol , dont les champignons mycorhiziens pour sa croissance et son développement (Schreiner, 2005)

La mycorhization est un atout pour la résistance de la vigne aux stress

- Amélioration de la nutrition hydrique,
- Amélioration de la nutrition minérale (phosphore, azote, etc.),
- Stimulation des défenses contre différents agents pathogènes.

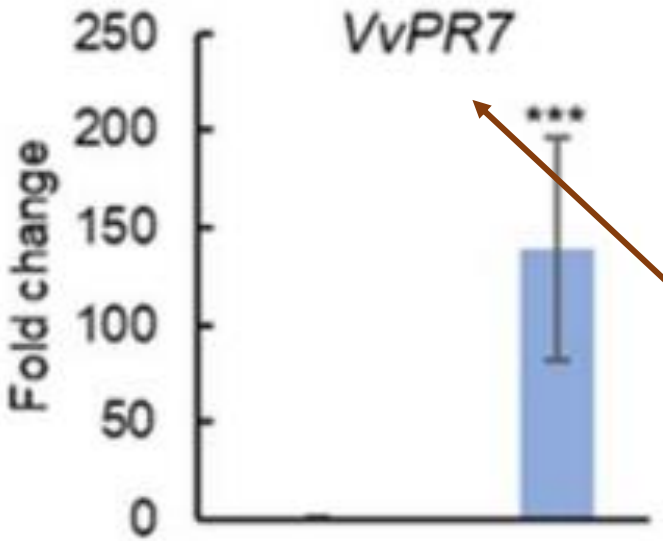
(Trouvelot et al., 2015. Arbuscular mycorrhiza symbiosis in viticulture: a review. Agron. Sustain. Dev., 9, 897).

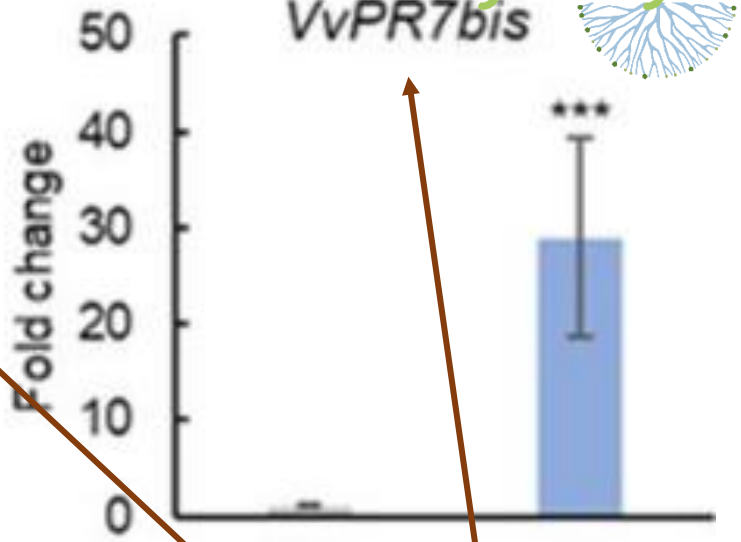
La mycorhization induit l'expression de gènes de défense dans les racines de la vigne

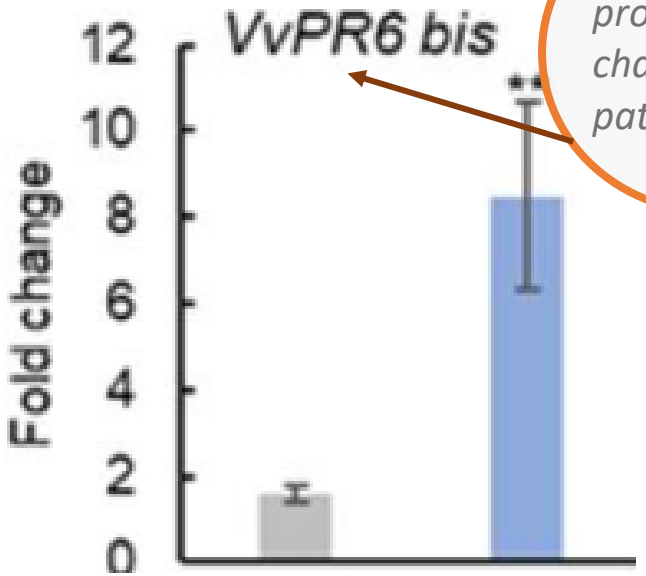


Racines de Gewurztraminer colonisées par R. irregularis

(Goddard et al., 2021. Arbuscular mycorrhizal symbiosis triggers major changes in primary metabolism together with modification of defense)







Inhibiteurs des protéinases de champignons pathogènes

MYCORHIZES ET STABILISATION DU SOL

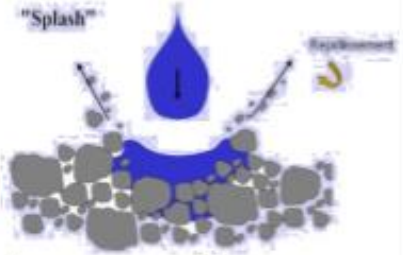
LA GLOMALINE : GLYCOPROTEINE SECRETEE PAR LES CHAMPIGNONS ENDOMYCORHIZIENS = 1/3 DU CARBONE DES SOLS

- La glomaline est hydrophobe = liaisons aux particules de sol non affaiblies par l'eau
- La glomaline est thermotolérante = résiste aux hautes températures dans les sols superficiels en été
- La glomaline est très peu biodégradable par les bactéries et champignons décomposeurs

Au niveau mondial, les champignons mycorhiziens régulent le flux d'environ 5 milliards de tonnes de carbone par an, ce qui constitue une part importante du cycle du carbone (Bago et al. 2000).

Comportement hydrique du sol

Stabilité structurale des agrégats et infiltration de l'eau



mulch ('effet anti-splash')

+

forte biomasse fongique

(dont mycorhizes => glomalines

= colles biologiques)

Macroporosité de surface préservée

⇒ ↗ vitesse infiltration des pluies

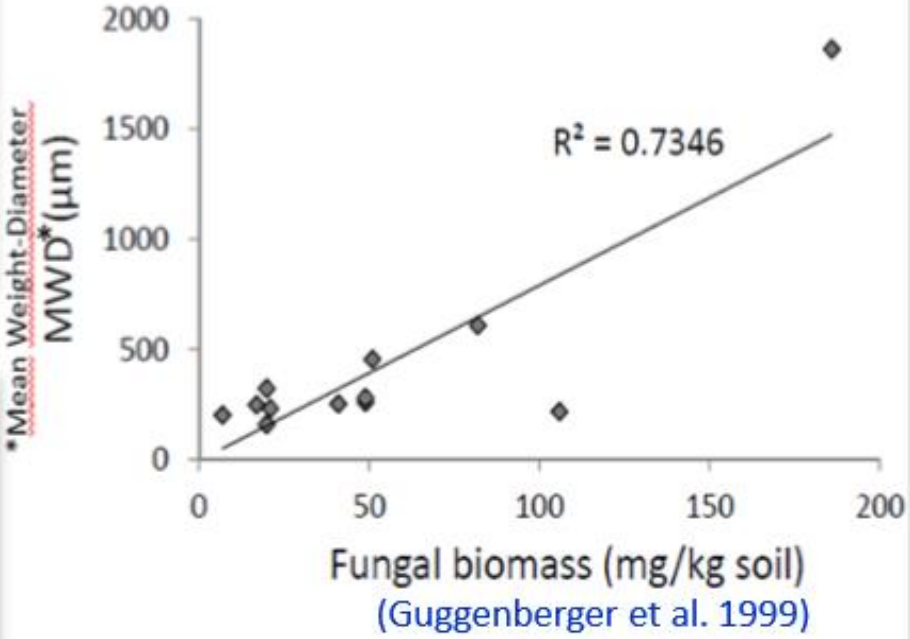
(jq 80 mm/h, soit 3,7 fois celle de AConv)

⇒ ↘ ruissellement & érosion

(Rhoton et al. 2002, Silburn and Glanville 2002)

ACS

AConv.



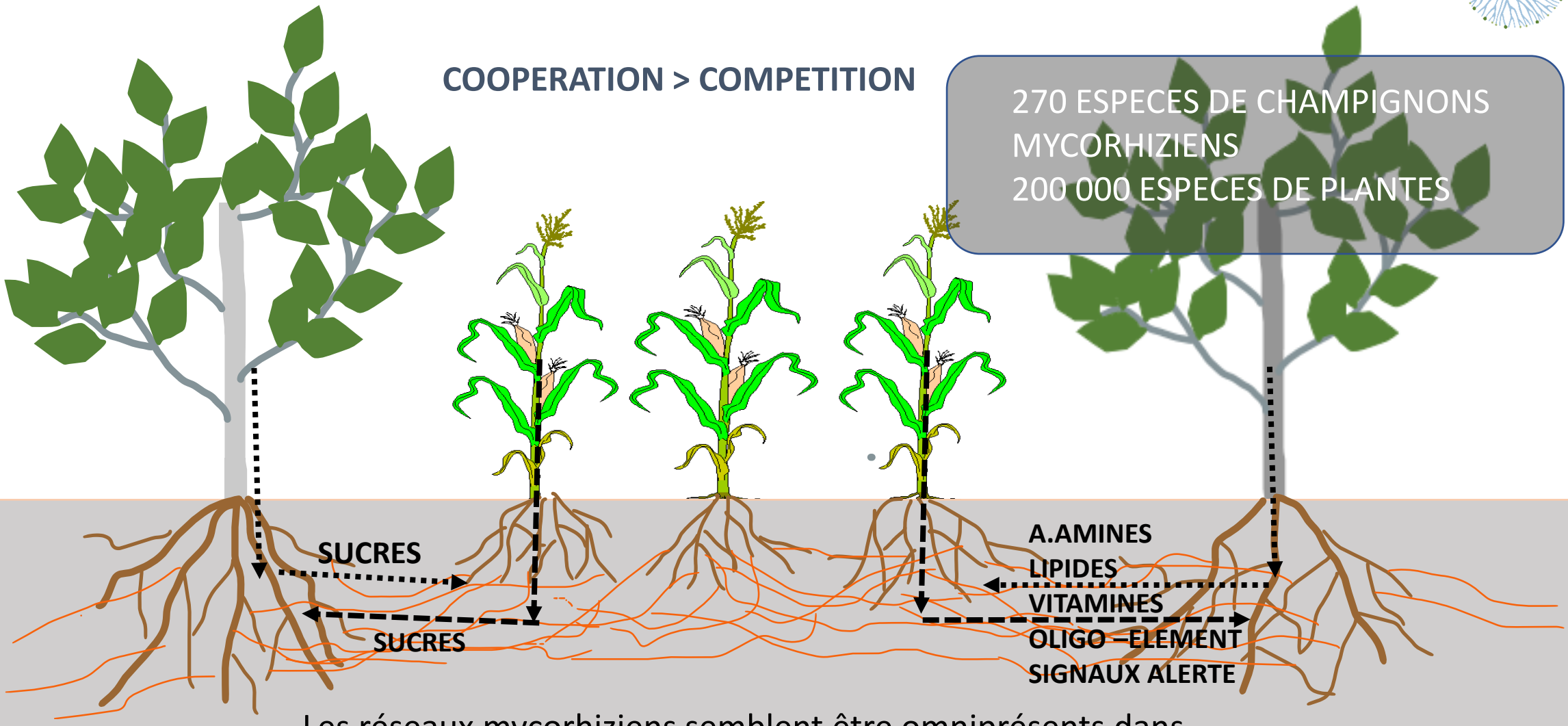
(Guggenberger et al. 1999)

LES RESEAUX COMMUNS MYCORHIZIENS

Mycoagra

COOPERATION > COMPETITION

270 ESPECES DE CHAMPIGNONS MYCORHIZIENS
200 000 ESPECES DE PLANTES



Les réseaux mycorhiziens semblent être omniprésents dans la nature, ce qui soulève la possibilité que **<u>la facilitation</u> via les réseaux puisse être aussi importante que la compétition**

LES RESEAUX MYCORHIZIENS PERMETTENT LES ECHANGES D'AZOTE DES LEGUMINEUSES AU NON LEGUMINEUSES

François HIRISSOU 2022

PRATIQUES FAVORABLES AUX BACTERIES ET MYCORHIZES

Mycoagra

François HIRISSOU 2022

© AFAF Dessins David Dellas

MYCORHIZES ET MECANISATION DU SOL

Mycoagra

Labour

Destruction des réseaux mycorhiziens
par le travail du sol

Déchaumage

Semis direct : pas d'impact sur les
réseaux mycorhiziens

François HIRISSOU 2022

MYCORHIZATION ET FONGICIDES

Effet des fongicides systémiques ou non systémiques (Hernandez-Dorrego & Mestre-Parres, Spanish J Hort Research, 2010, 8: 543-550)

	Pourcentage de racines mycorhizées	
Matière active	Application foliaire	Application au sol
Témoin sans fongicide	85%	85%
Fosethyl-aluminium 80	70.2	50.9
Ciproconazole 10	49.8	38.1
Azoxystrobin 25	65.3	15.8
Propamocarb 60.5	87.5	90.4
Fenarimole 12 *	8.1	0.0
Miclobutamil 24	8.4	4.3
Kresoxim-methyl 50	52.7	9.3
Hymexazole 36	55.2	50.5
Fenhexamide 50	73,0	30.4
Penconazole 10	40.4	14,0
Chlorothalonil 75	85.5	50.2
Mancozebe 80	65.9	0.0
Dichlofluanide 50	60.5	38.4
Oxychlorure de cuivre	87,0	81.4
Prochloraz 45	30.2	10.4
Iprodione 50 *	58.7	0.0
Etridiazole 48 *	60.4	30.9
Tetramethylthiuram	50.7	2.7
Dimetomorph + Folpel	73.0	1.1

(Arbo, grandes cultures, large spectre contre tous champignons pathogènes ..fusa.,mildiou, : *Amistar*

(Arbo, Gdes cultures, Oïdium, rouille, tavelure.. *Licorne, Systhane*..)

(Arbo, viti, fusa., helmintho.rouilles, *Stroby, Alliage)*

(Arbo,viti,légumes , oïdium *Topaze..)*

(Arbo, viti, légumes, botrytis,mildiou, pourriture..*Dithane,Micozebe..)*

(Gdes cultures, helmintho. Septo…)

(Viticulture , mildiou, *Forum, Folpec Diméo..)*

François HIRISSOU 2022

- INRA Dijon – UMR Agroécologie
- Muséum National d’histoire naturelle
- Institut Lasalle – Beauvais
- Station de la noix Creysse
- CTIFL
- 3 Lycées agricoles
- Frédéric Thomas

EXPLORER LE ROLE DE LA COUVERTURE VEGETALE DANS LE DEVELOPPEMENT DES MYCORHIZES

François HIRISSOU 2022

LES MODALITES ETUDIEES

M1 : noyer conventionnel

M2 : noyer en agriculture biologique

M3 : noyer avec couvert végétal

M4 : agroforesterie noyer + maïs

Maïs en agriculture de conservation des sols

M5 : semences non enrobées
M6 : semences enrobées avec fongicide Thirame

Sources photos : personnelles

Mycoagra

François HIRISSOU 2022

François HIRISSOU 2022

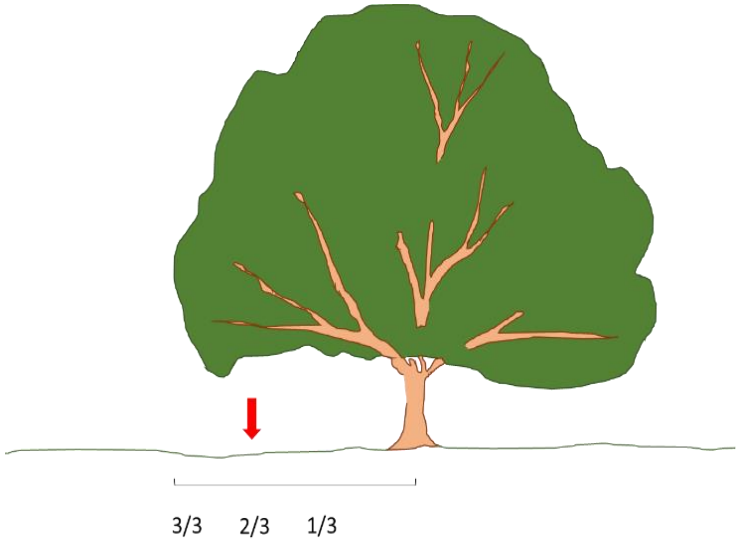
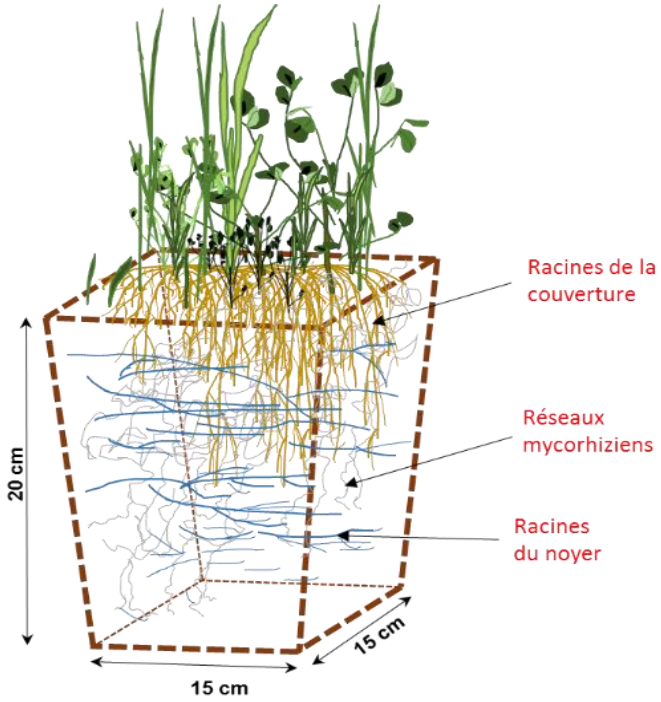


Figure : Positionnement d'un prélèvement sous un noyer



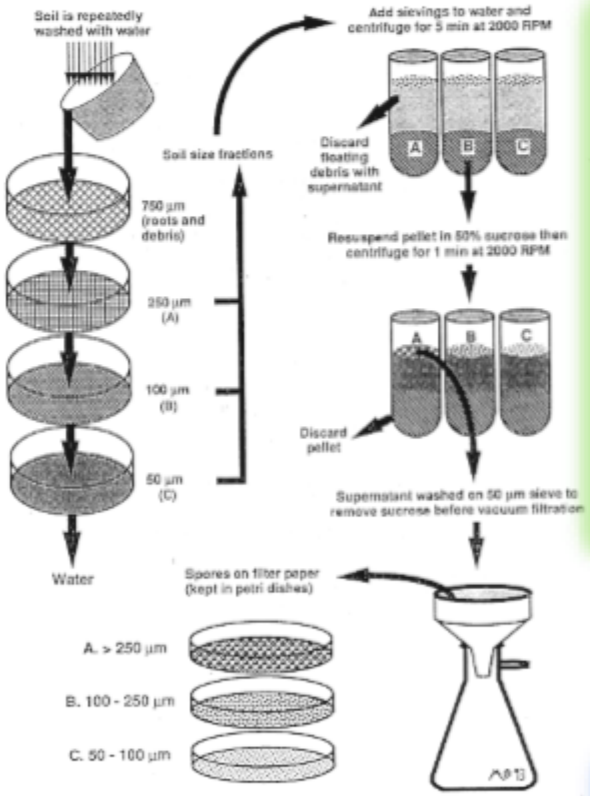
François HIRISSOU 2022

280 blocs en juin 2017
152 blocs en juin 2018

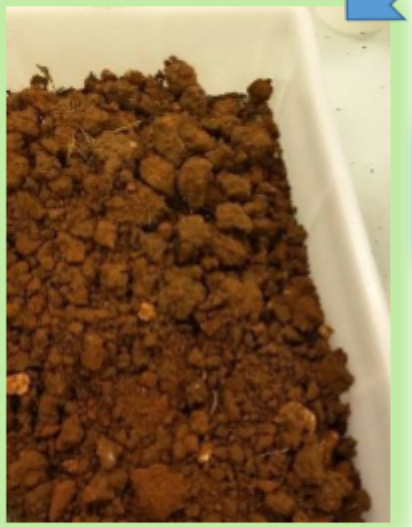
Détection et identification des CMA à partir des racines et du sol

Mycoagra

Extraction des spores

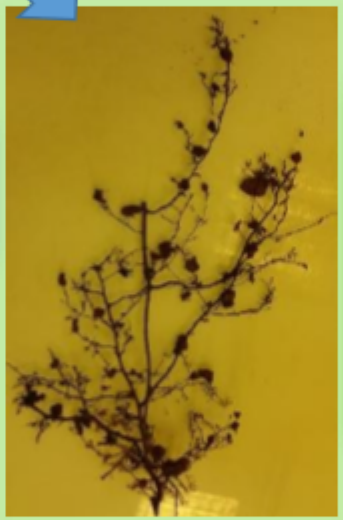


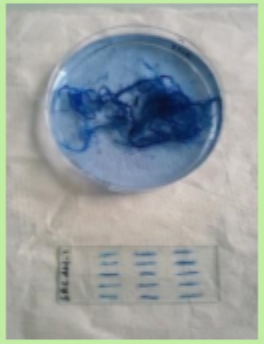
Brundrett et al. 1994



Caractérisation morphologique

Coloration des racines





Caractérisation moléculaire basée sur l'ADN (sol, plante, spore)

- Séquençage Sanger ou Nouvelle Génération de Séquençage (NGS)
- Caractérisation des espèces
- Caractérisation des communautés

François HIRISSOU 2022

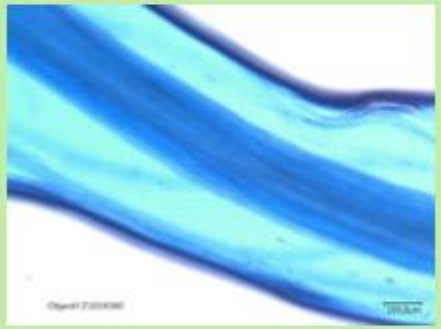
UniLaSalle Terre & Sciences

Taux de mycorhization: observations qualitatives de la colonisation endomycorhizienne

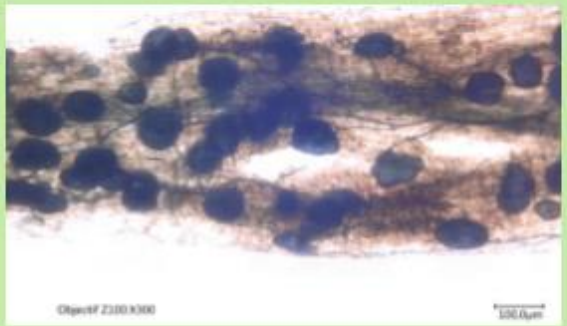
Racines de noyer et agrégats de sol rhizosphérique

Racines décolorées dans une solution de KOH (10%)

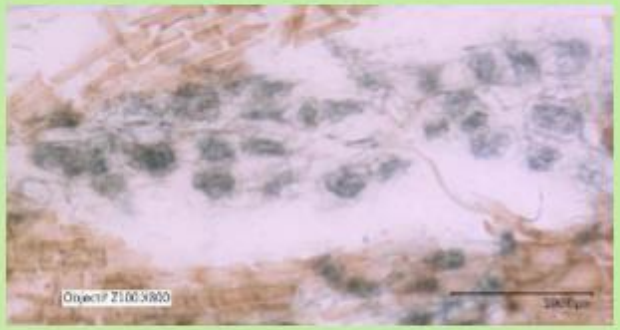
Racines de noyer colorées et montage sur lames



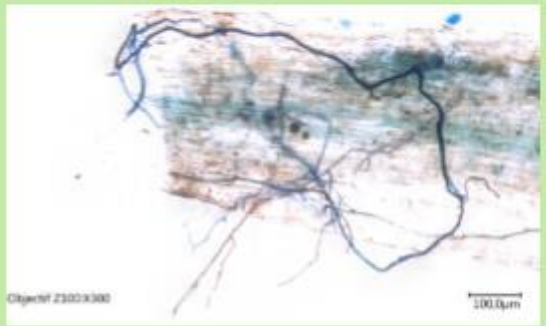
Racine non mycorhizée



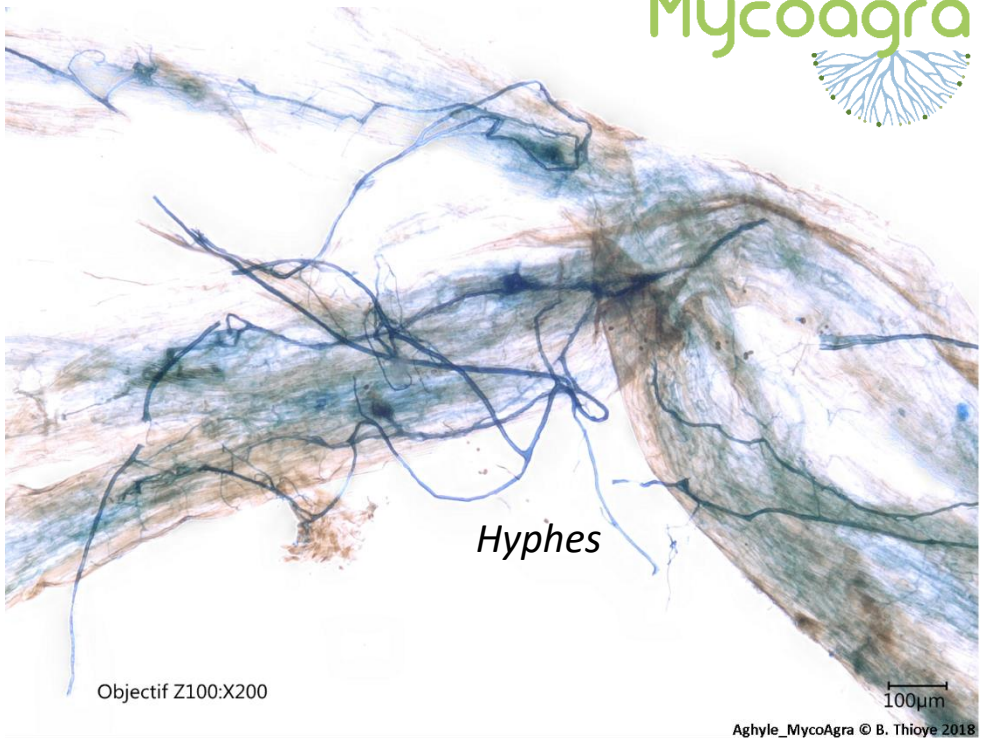
Vésicules et hyphes observés dans les racines de noyer en Agriculture biologique



Arbuscules observés dans les racines de noyer en Agriculture conventionnelle



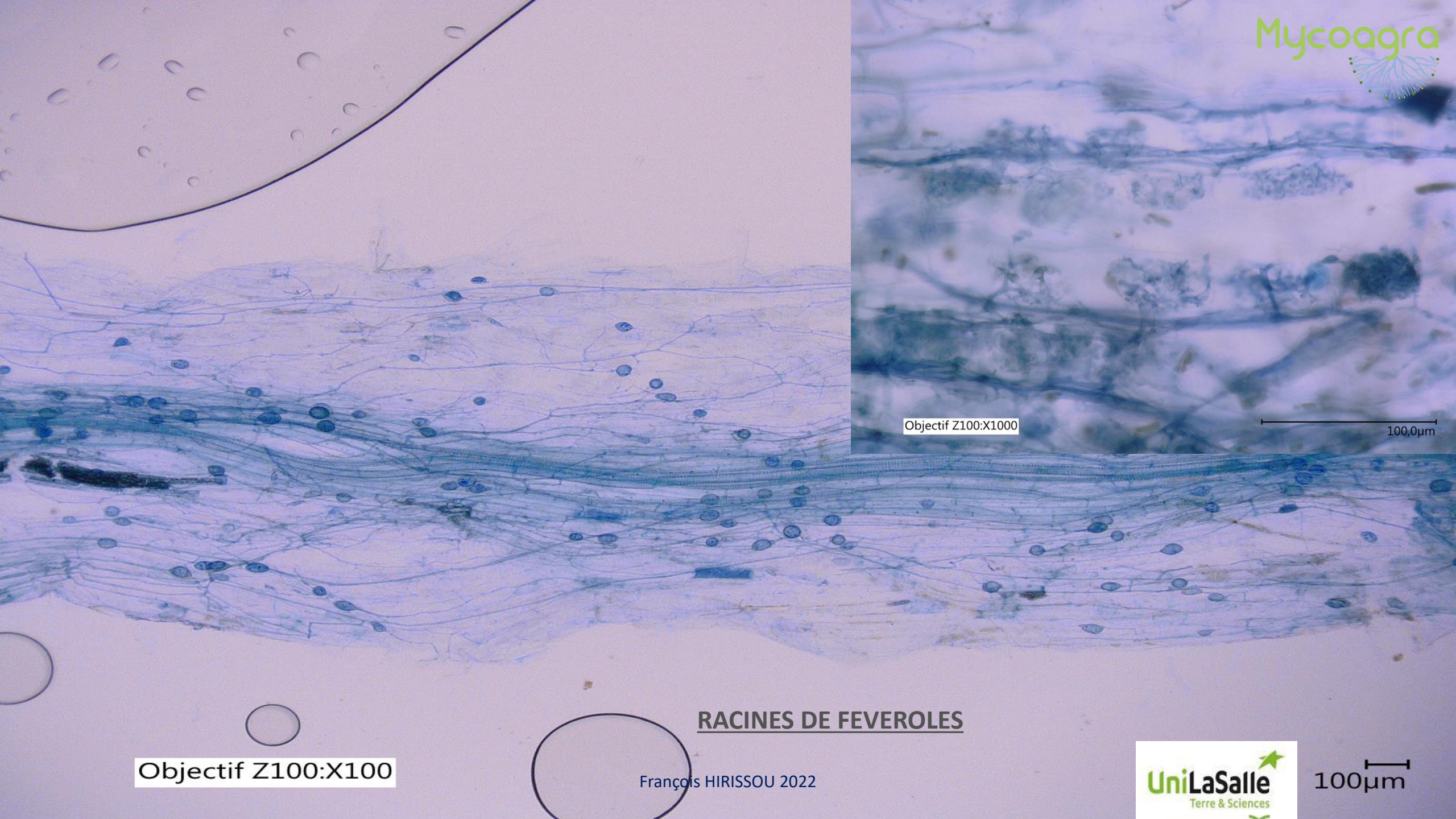
Hyphes observées dans les racines de noyer en Agriculture conventionnelle



Vésicules

RACINES DE NOYERS

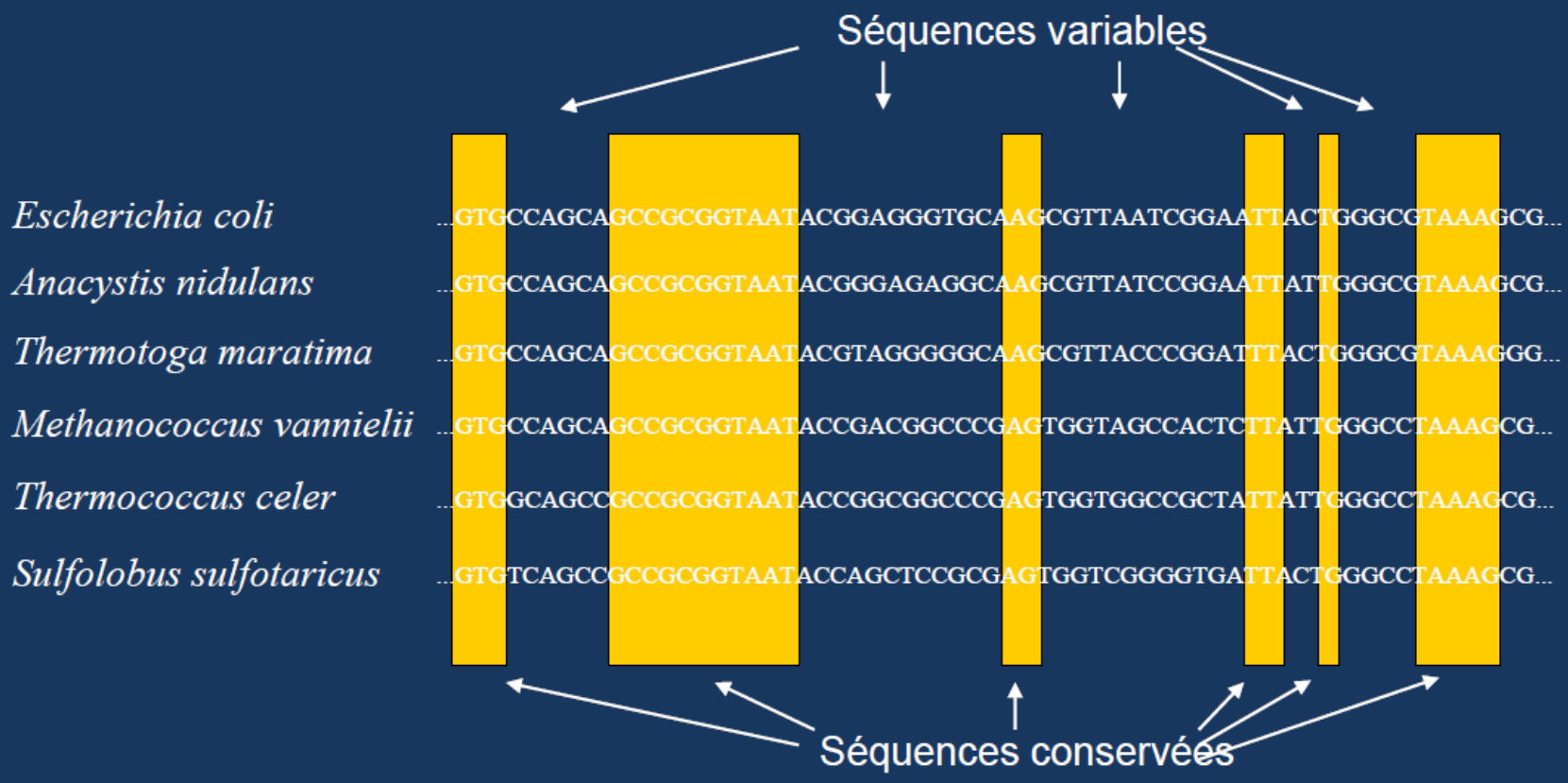
François HIRISSOU 2022



RACINES DE FEVEROLES

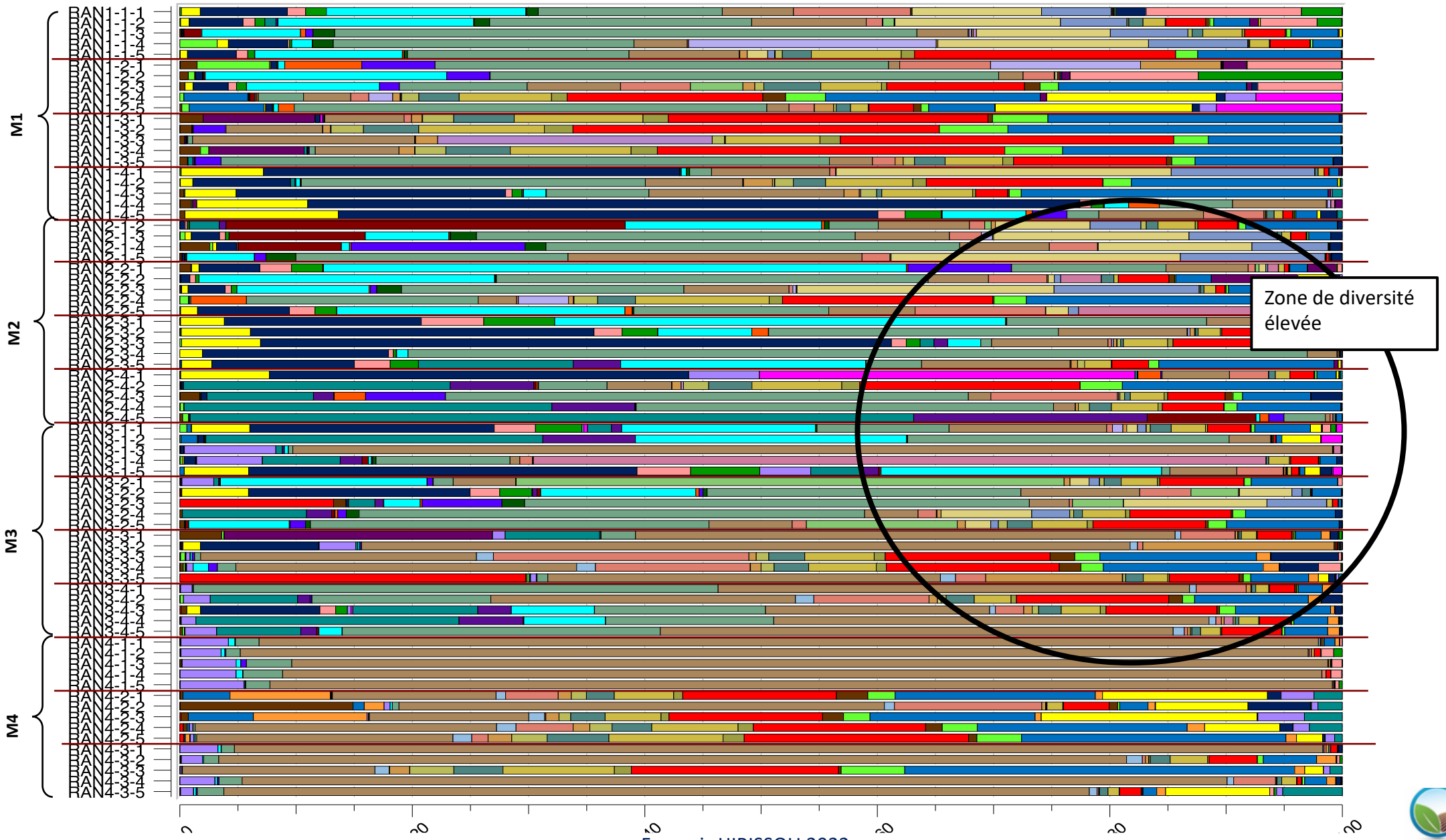
François HIRISSOU 2022

ANALYSE BIO-MOLECULAIRE (LABORATOIRE AGROECOLOGIE - INRA DIJON)



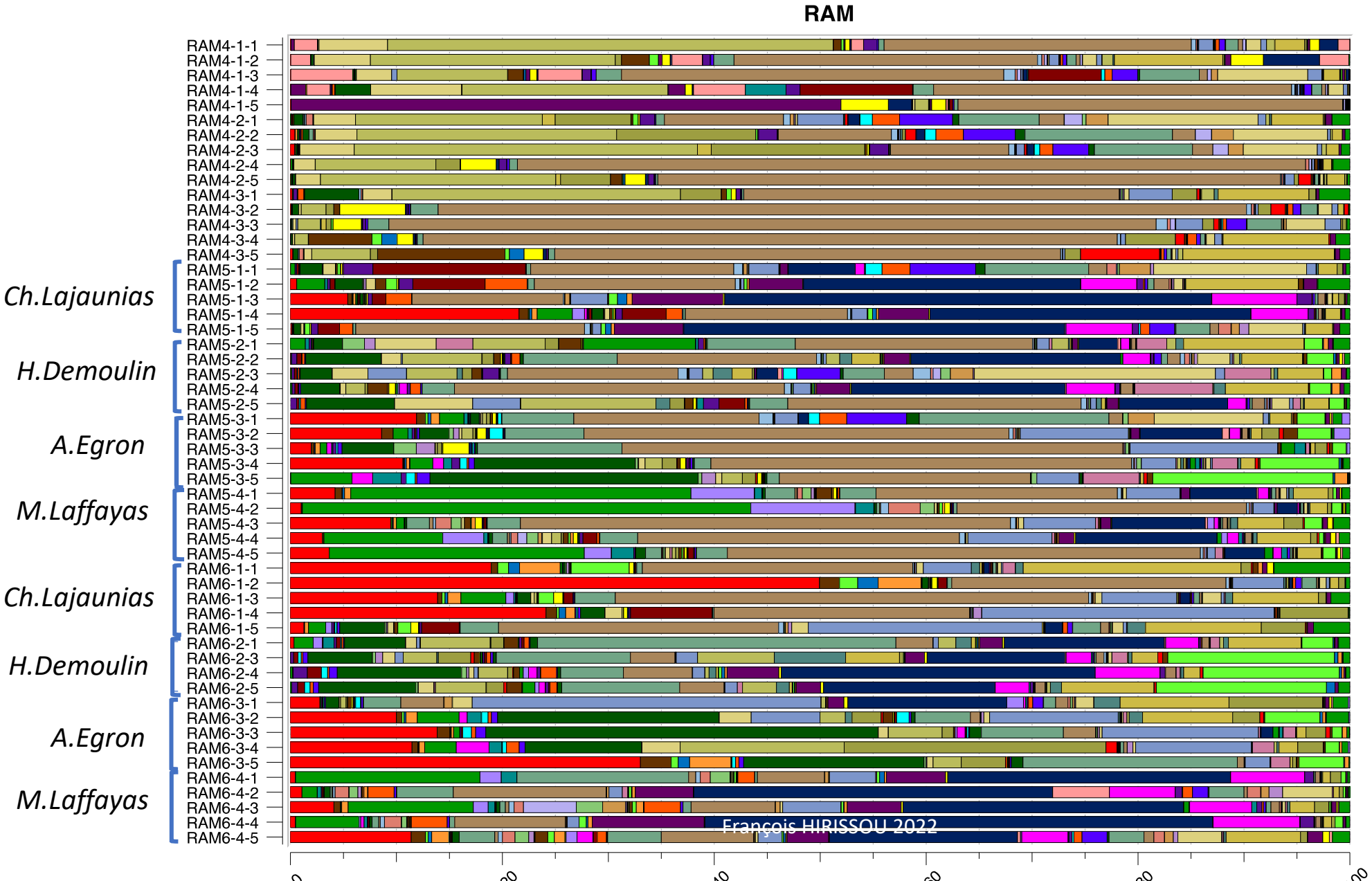
Seuil de similarité : ADNr 16S de 2 souches présentant au moins 97% d'homologie sont dites de la même unité taxonomique opérationnelle (OTU)

DIVERSITE DES ESPECES DE MYCORHIZES IDENTIFIES DANS LES MODALITES NOYERS



François HIRISSOU 2022

DIVERSITE DES ESPECES DE MYCORHIZES IDENTIFIES DANS LES MODALITES MAIS



AUGMENTATION DE LA DIVERSITE MYCORHIZIENNE SUR RACINES DE MAIS AVEC COUVERTS VEGETAUX ET SEMIS DIRECT

<u>DEUX FOIS PLUS DE MYCORHIZES SUR NOYERS ET FEVEROLES</u> DANS PARCELLES AVEC COUVERT VEGETAL DE LEGUMINEUSES/ COUVERT SPONTANE

LES COUVERTS VEGETAUX
RELAIS MAJEUR DU MAINTIEN DES RESEAUX MYCORHIZIENS

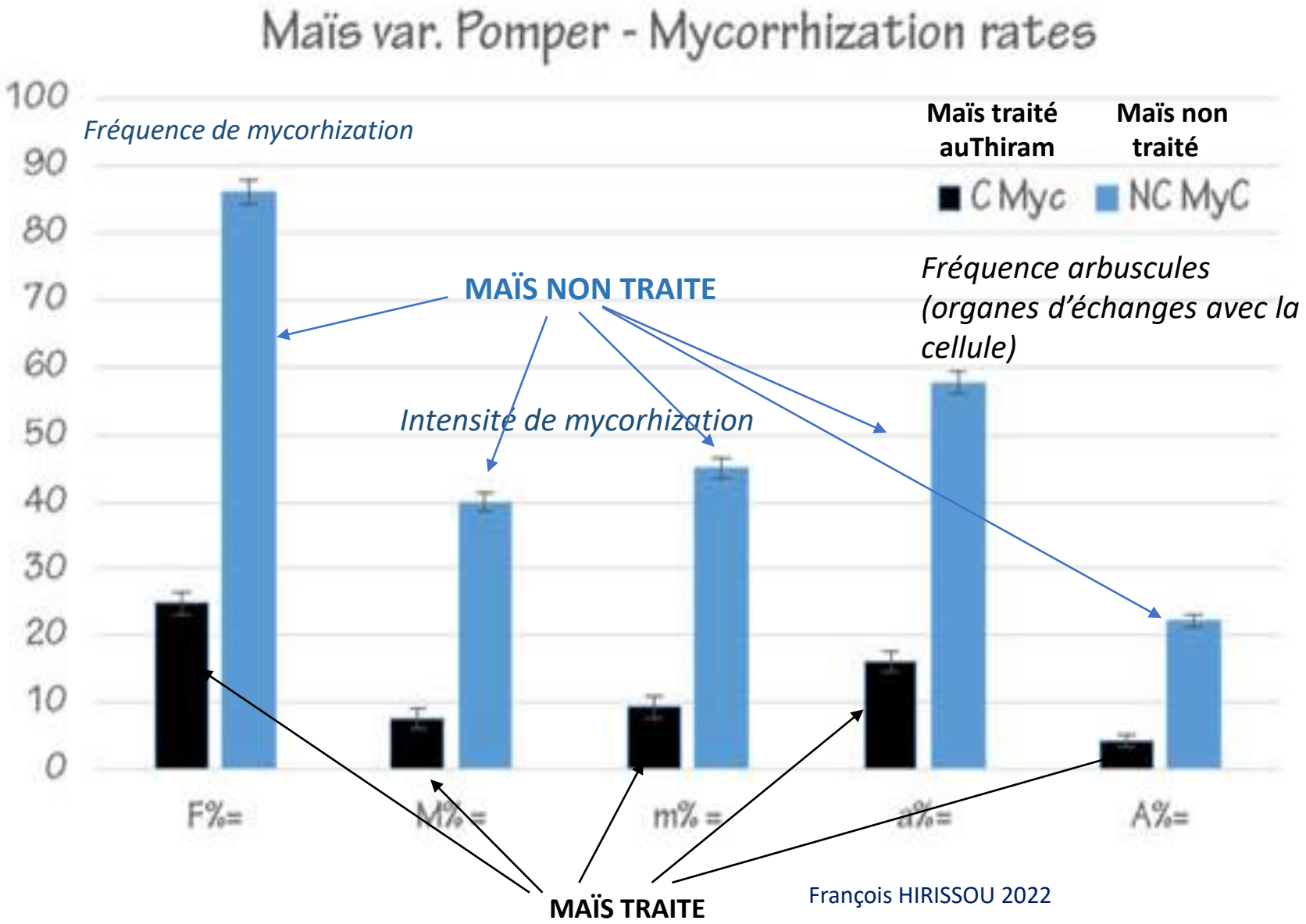
MAINTIEN EN ACTIVITE DU RESEAU MYCORHIZIEN PAR LES COUVERTS EN AUTOMNE –HIVER

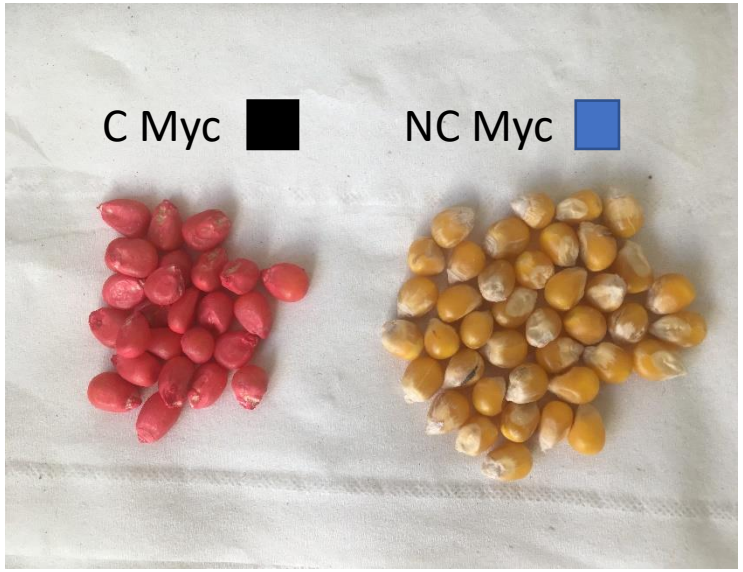
REDEMARRAGE DES ACTIVITES SYMBIOTIQUES AVEC LE NOYER DES LA REPRISE DE VEGETATION

LES LEGUMINEUSES SONT DES PLANTES TRES MYCORHIZOGENES

François HIRISSOU 2022

MYCORHIZATION DE MAÏS DONT LA SEMENCE EST TRAITEE (NOIR) OU NON TRAITE (BLEU)





Thiram
Dimethilthiocarbamyl
(fongicide et insecticide)

François HIRISSOU 2022

LES RESEAUX COMMUNS MYCORHIZIENS

Rhizosphere 15 (2020) 100230

Contents lists available at ScienceDirect

Rhizosphere

journal homepage: www.elsevier.com/locate/rhisph

Carbon partitioning in a walnut-maize agroforestry system through arbuscular mycorrhizal fungi

Diederik van Tuinen [a], Eloïse Tranchand [b], François Hirissou [c], Daniel Wipf [a], Pierre-Emmanuel Courty [a,*]

[a] Agroécologie, AgroSup Dijon, CNRS, Université de Bourgogne, INRAE, Université de Bourgogne Franche-Comté, 21000, Dijon, France
[b] Station Expérimentale de Creysse, 46600, Creysse, France
[c] Chamber of Agriculture Dordogne, 24200, Sarlat, France

1 - Détection de Carbone13 commun au noyer et au maïs dans le mycélium

2 - Champignon mycorhizien prédominant détecté dans le système racinaire des deux plantes

- Ces deux observations permettent l'hypothèse suivante : Présence d'un Réseau Commun Mycorhizien (RCM) entre les deux plantes = Lien physiologique entre une culture pérenne (Noyer) et une culture annuelle (Maïs) grâce aux mycorhizes

LES RESEAUX COMMUNS MYCORHIZIENS AUX CENTRE DES ASSOCIATIONS DE CULTURES

François HIRISSOU 2022

LES MYCORHIZES : DES VECTEURS PUISSANTS POUR LA TRANSITION VERS L'AGRICULTURE DE CONSERVATION DES SOL

Mycoagra

C1 Introduction de propagules

- Souches standards
- Souches indigènes
- Utilisation de souches du commerce
- Production collective de propagules
- Production individuelle de propagules

C2 Utilisation du réseau mycorhizien de la parcelle

- Cultures en rotation
- Cultures en association
- Plantes mycorhizienness dans la rotation
- Agroforesterie
- Prairies
- Relay cropping
- Couverts végétaux
- Semis direct dans couvert permanent

C3 Densification du réseau mycorhizien

- Réduction de perturbation du sol
- Réduction d'apport d'intrants
- Mulch
- Réduction de travail du sol
- Réduction de pesticides
- Réduction d'engrais
- Induction de stress hydrique

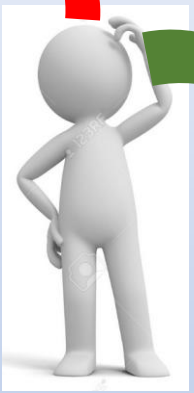
Marie Chave – Valérie Angeon – INRAe Antille 2019

PASSER D'UN MODELE DE CONTRÔLE …

Intrants de synthèse

Processus biologiques

Raisonnement standardisé



Raisonnement complexe

Processus biologiques

Intrants de synthèse

… A UN MODELE D'ADAPTATION

François HIRISSOU 2022

Ecole Nationale Supérieure de formation de l'Enseignement Agricole (ENSFEA) - Nadia Cancian - 2019

MERCI POUR VOTRE ATTENTION