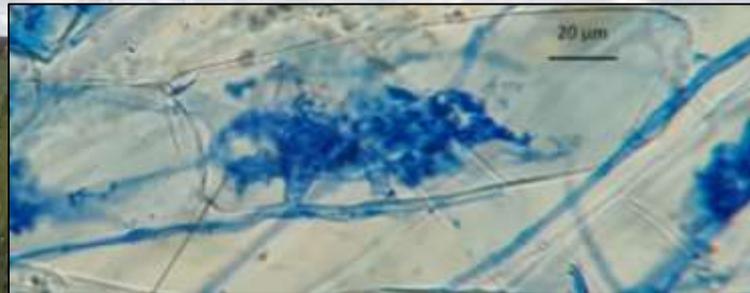


L'effet des pratiques agricoles sur la colonisation du froment d'hiver par les champignons mycorhiziens à arbuscules en région wallonne



Brieuc Hardy

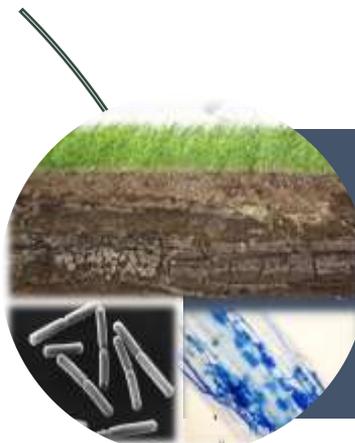
Sols, Eaux et Productions Intégrées, département Systèmes & Prospectives, CRA-W

Contexte

Le projet MICROSOILSYSTEM



Objectifs du projet



Mettre au point des consortia multifonctionnels de micro-organismes formulés en prenant compte leur biocompatibilité, leur synergie mais également leur efficacité en fonction des propriétés physico-chimiques du sol.

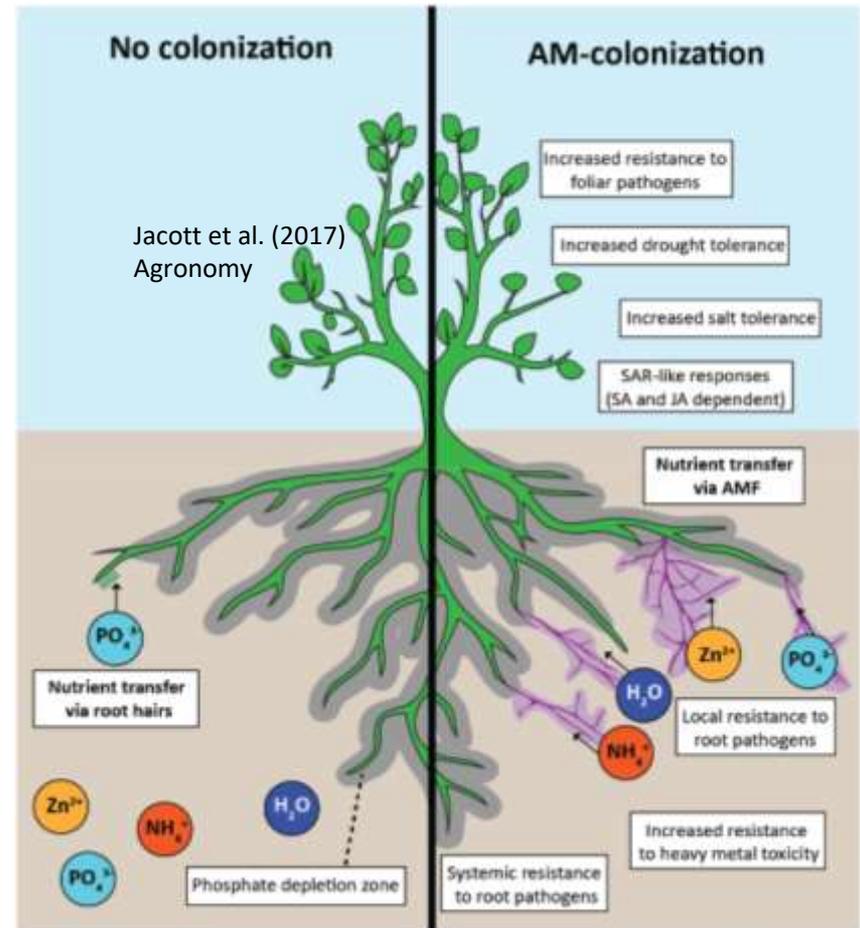


Développer un nouveau type de produit microbien éco-compatible afin de suppléer aux intrants chimiques en priorité dans le contexte de l'agriculture biologique mais aussi avec une vision concrète d'application en lutte intégrée pour les cultures conventionnelles.

Contexte

La symbiose avec les champignons mycorhiziens à arbuscules confère de nombreux avantages aux plantes cultivées

- **Prélèvement de nutriments:**
 - Phosphore
 - Azote
 - Micronutriments
- **Meilleure résistance aux stress abiotiques:**
 - Sécheresse
 - Métaux lourds
 - Salinité
- **Résistance aux stress biotiques:**
 - Pathogènes foliaires
 - Maladies telluriques



Objectif

Evaluer la quantité et la diversité des CMA en champs afin d'identifier les principaux facteurs agronomiques qui leur sont favorables ou défavorables

- **Hypothèses de travail:**

- Les **fumures minérales** N, P excessives sont défavorables aux CMA
 - Le **travail du sol intensif** est défavorable aux CMA
 - Les applications d'**herbicides** et de **fongicides** sont défavorables aux CMA
 - Les **cultures non-mycorhizogènes** sont défavorables
- Effet bénéfique attendu de **l'agriculture de conservation**
- Effet antagoniste de certaines pratiques inféodées à **l'agriculture biologique**



Méthodes

Choix des variétés de froment d'hiver



Arminius:

- Obtenteur Lemaire-Desfontaines, Mandataire SCAM
- Variété bio panifiable
- Haute en paille, couvrante, précoce, barbue, haut taux de protéines, bonne résistance aux maladies

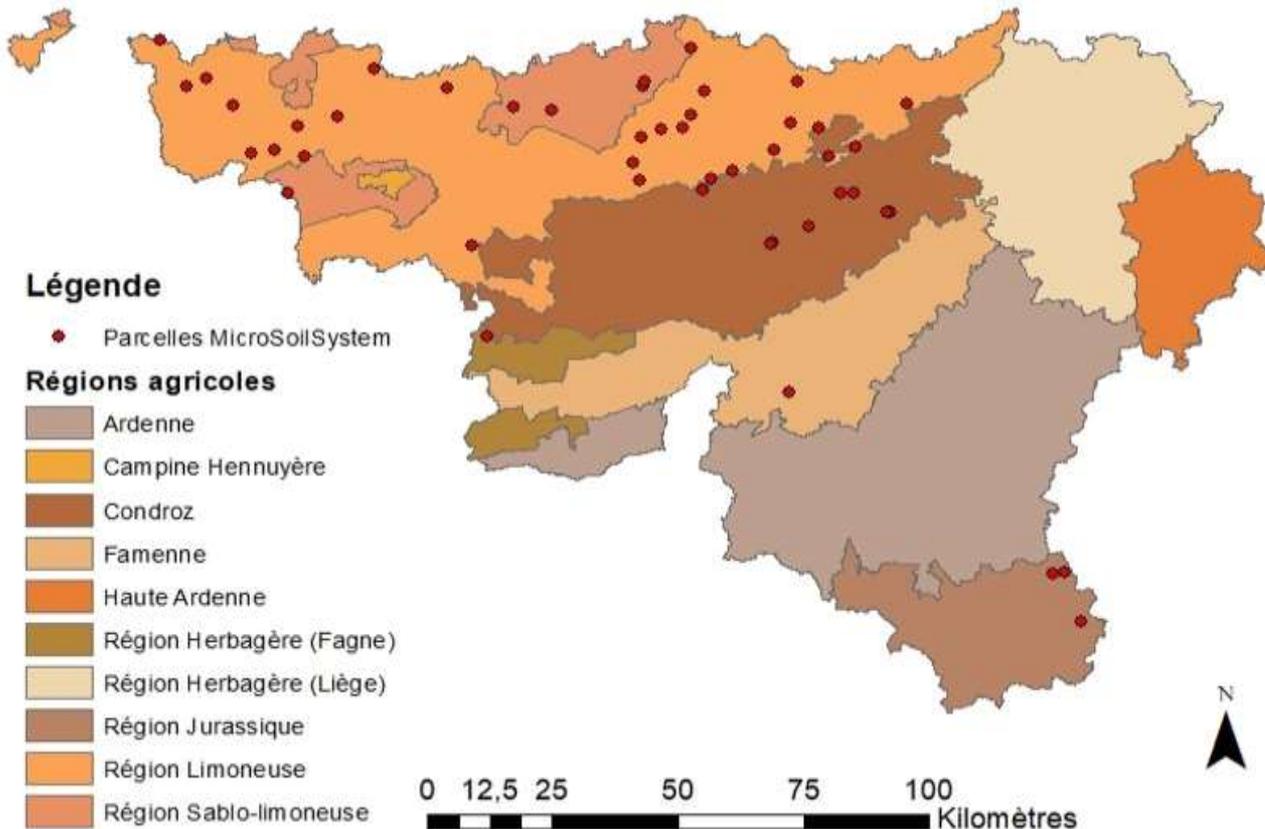


Chevignon:

- Obtenteur Saaten Union-Recherche, Mandataires SCAM & Limagrain Belgium
- Variété conventionnelle à haut rendement
- Peu pailleuse, bonne résistante aux maladies
- Variété phare en RW dans les prochaines années

Méthodes

Constitution d'un réseau de parcelles



- **Parcelles chez l'agriculteur**

- Parcelles en AB (13)
- Parcelles conv (12)
- Parcelles en TCS (13)

- **Essais**

- Essais conventionnels (7)
- Essais bio (3)

→ **Comparaison** des taux de colonisation **d'Arminius et Chevignon** dans des conditions similaires

Méthodes

Collecte de l'itinéraire technique et de l'historique culturel

- **Itinéraire technique de la céréale** (traitement de semence, date et densité de semi, association avec légumineuse, ...)
- **Historique culturel :**
 - Rotation
 - Gestion de l'interculture
 - Pratiques de travail du sol
 - Année de conversion à l'AB
 - Fertilisation organique et minérale
 - Pratiques de pulvérisation
- **Estimation de rendements**

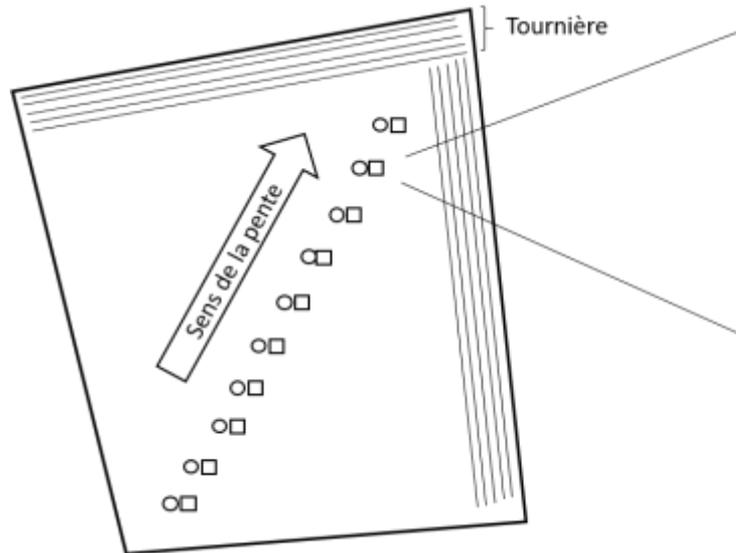


Nom	Type_ferme	Annees_AB	Annees_NL	Variete	culture_associee	Date_semi	Densite_semi	Traitement_semence
Baré	polyculture-élevage	30	0	arminius	non	04-12-19	220	NT
Beaucarne	GC-Légumes industriels	6	0	arminius	non	31-10-19	150	vinaigre
Buchet	Herbagère	15	0	arminius	vesce de Narbonne (50 kg/ha)	14-10-19	160	vinaigre
Cattebeke	polyculture-élevage	0	12 sf 2019	chevignon	non	16-10-19	180	email
Cloet	polyculture-élevage	0	17	chevignon	non	25-10-19	150	difend
de Changy	GC sans élevage	5	10	arminius	non	13-11-19	190	vinaigre

Méthodes

Campagnes de prélèvement

- **Mars 2020 – plein tallage**
- ✓ Prélèvement de sol (composite 10 prises le long d'un transect, 0-25 cm)
- ✓ Prélèvement de racines (10 x 3 plants à proximité directe du coup de sonde)
- **Juin 2020 – stade floraison**
- ✓ Prélèvement de racines (10 x 3 plants à proximité directe du coup de sonde)



○ Coup de sonde pour composite « sol »



□ Coup de bêche pour composite « racines »



Méthodes

Analyses de sol

- ✓ Texture
- ✓ C organique
- ✓ N total
- ✓ pH eau, pH KCl
- ✓ Ca, Mg, K
échangeable
- ✓ P total
- ✓ P organique
- ✓ P inorganique
- ✓ P disponible

www.technologynetworks.com

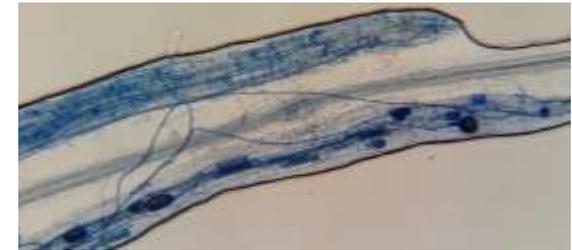


	P	K	Mg	Ca	pHeau	pHKCl	C org	N tot	C/N	Argile	Limon	Sable
	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g			g/kg	%		%	%	%
Min	0,7	8,4	6,2	96,9	6,3	4,9	8,3	0,1	8,5	7,2	14,4	3,5
Max	24,2	44,5	31,5	1676,9	8,1	7,7	36,1	0,4	13,1	38,6	85,7	75,3
Moyenne	8,7	17,2	13,7	245,6	7,4	6,5	13,3	0,1	10,0	14,4	71,1	14,5
Ecart-type	5,0	5,9	4,9	218,1	0,5	0,6	4,8	0,1	0,8	4,9	16,4	17,2

Méthodes

Quantification du taux de colonisation racinaire par les CMA

- **Nettoyage et coloration des racines** selon le protocole interne du laboratoire de mycologie de l'UCLouvain
- **Quantification** par la méthode de Trouvelot (1986), 60 fragments racinaires par parcelle



Echantillon	Taux de mycorhization global						Indice arbuscules				Indice vésicules/spores				n	Fine root endophytes				
	0%	< 1 %	1-10 %	10-50 %	50-90 %	> 90 %	none	few	frequent	abundant	none	few	frequent	abundant		< 1 %	1-10 %	10-50 %	50-90 %	> 90 %
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	A0	A1	A2	A3	V0	V1	V2	V3	FRE1	FRE2	FRE3	FRE4	FRE5	

Filament mycorhizien

M0 M1 M2 M3 M4 M5

0% <1% <10% <50% >50% >90%

Scoring arbuscular abundance

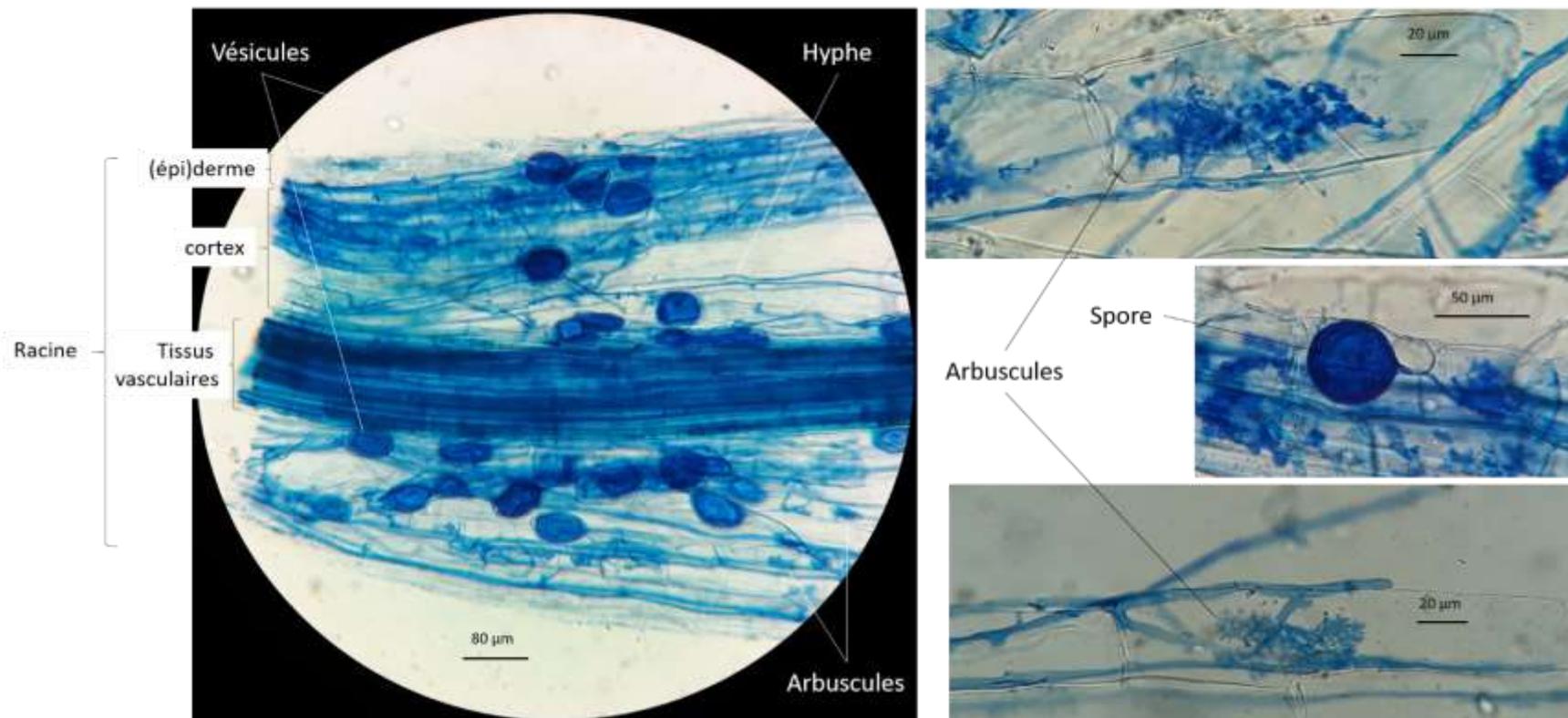
None : A0
 Few : A1
 Frequent : A2
 Abundant : A3

A1 A2 A3

Résultats

Quantification du taux de colonisation racinaire par les CMA

Racine fortement mycorhizée

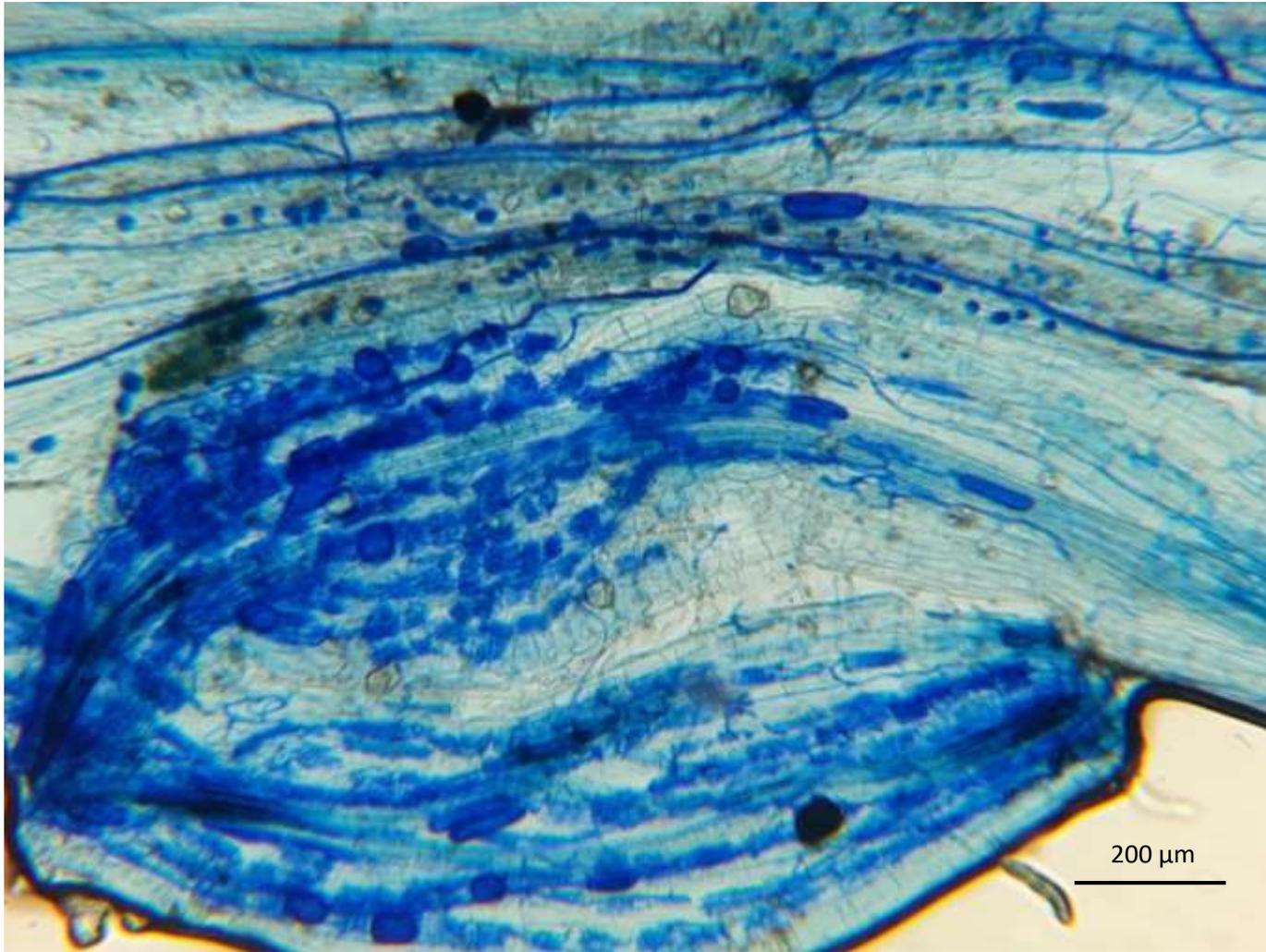


- **Mars 2020 – plein tallage**
- ✓ Pas de colonisation significative des racines!

- **Juin 2020 – Floraison**
- ✓ Abondance CMA de 0.3 à 40.1 %
- ✓ Présence d'endophytes fins

Résultats

Le CMA se développe de manière très dynamique dans la racine



Racine

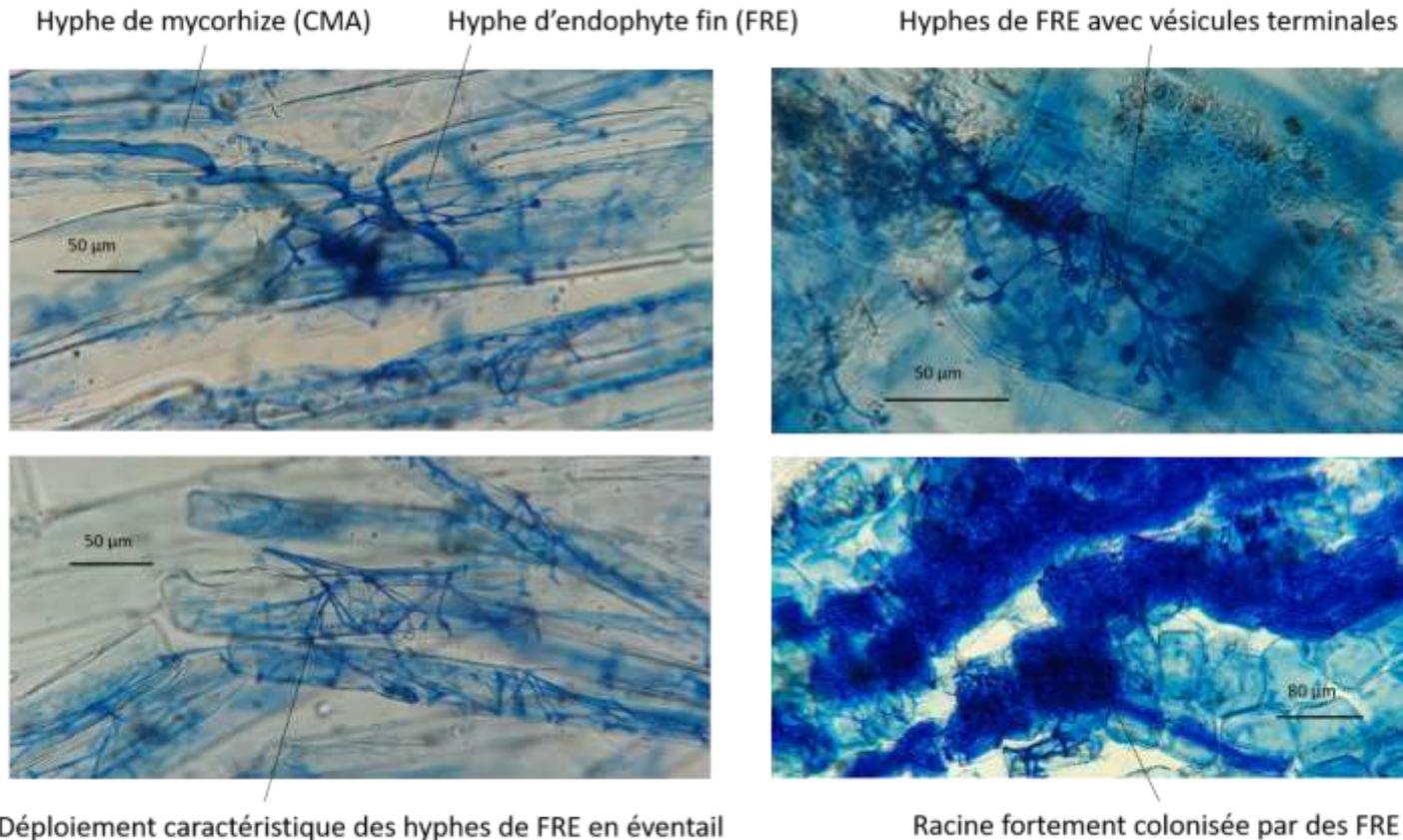
→ Hyphes épais,
vésicules, spores

Radicelle

→ Hyphes fins,
arbuscules!

Résultats

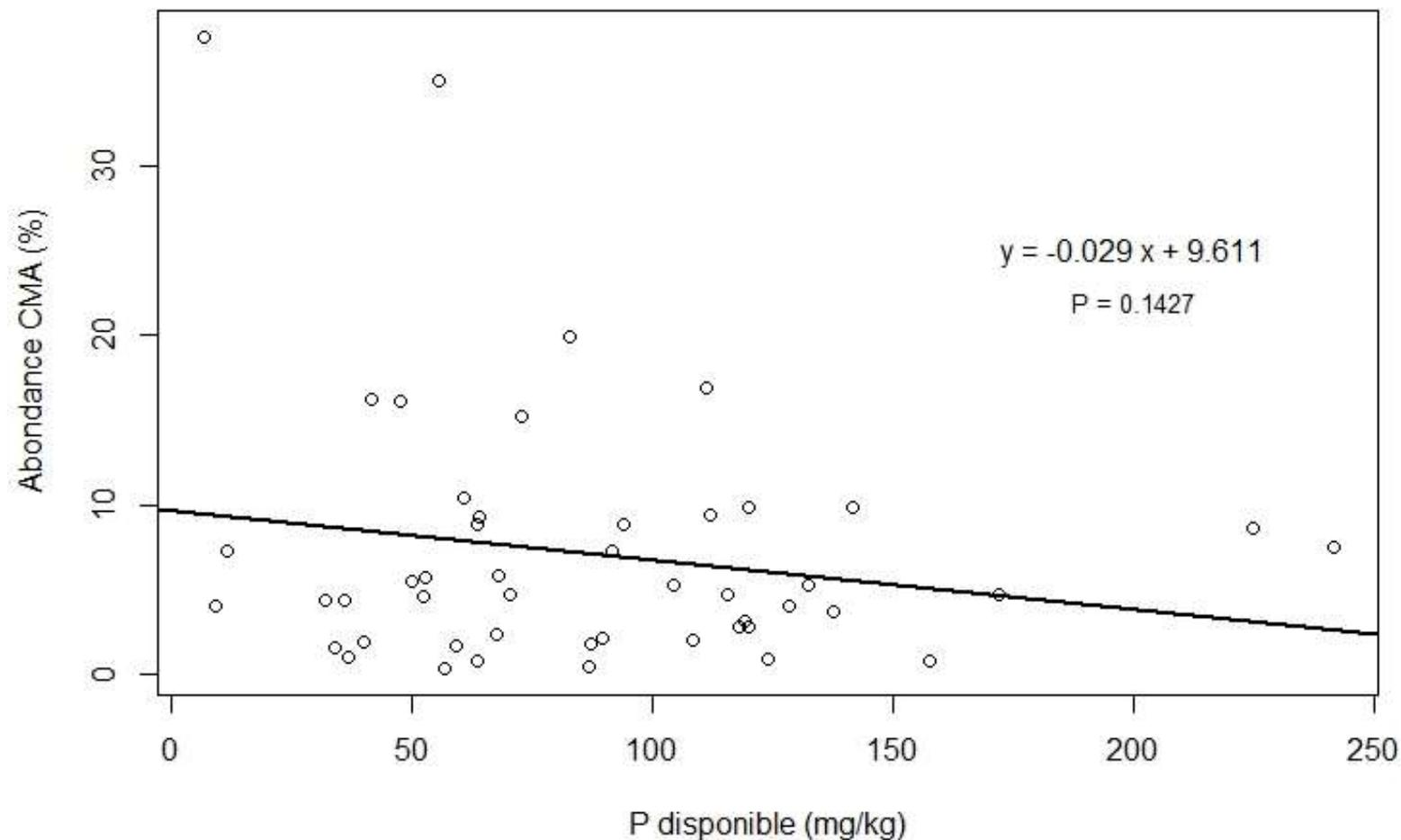
Exemple de structures d'endophytes fins (FRE) dans les racines



- **L'abondance de FRE** varie entre 0 et 9 % de la longueur racinaire, et représente en moyenne 30,4 % de la longueur racinaire colonisée par les CMA

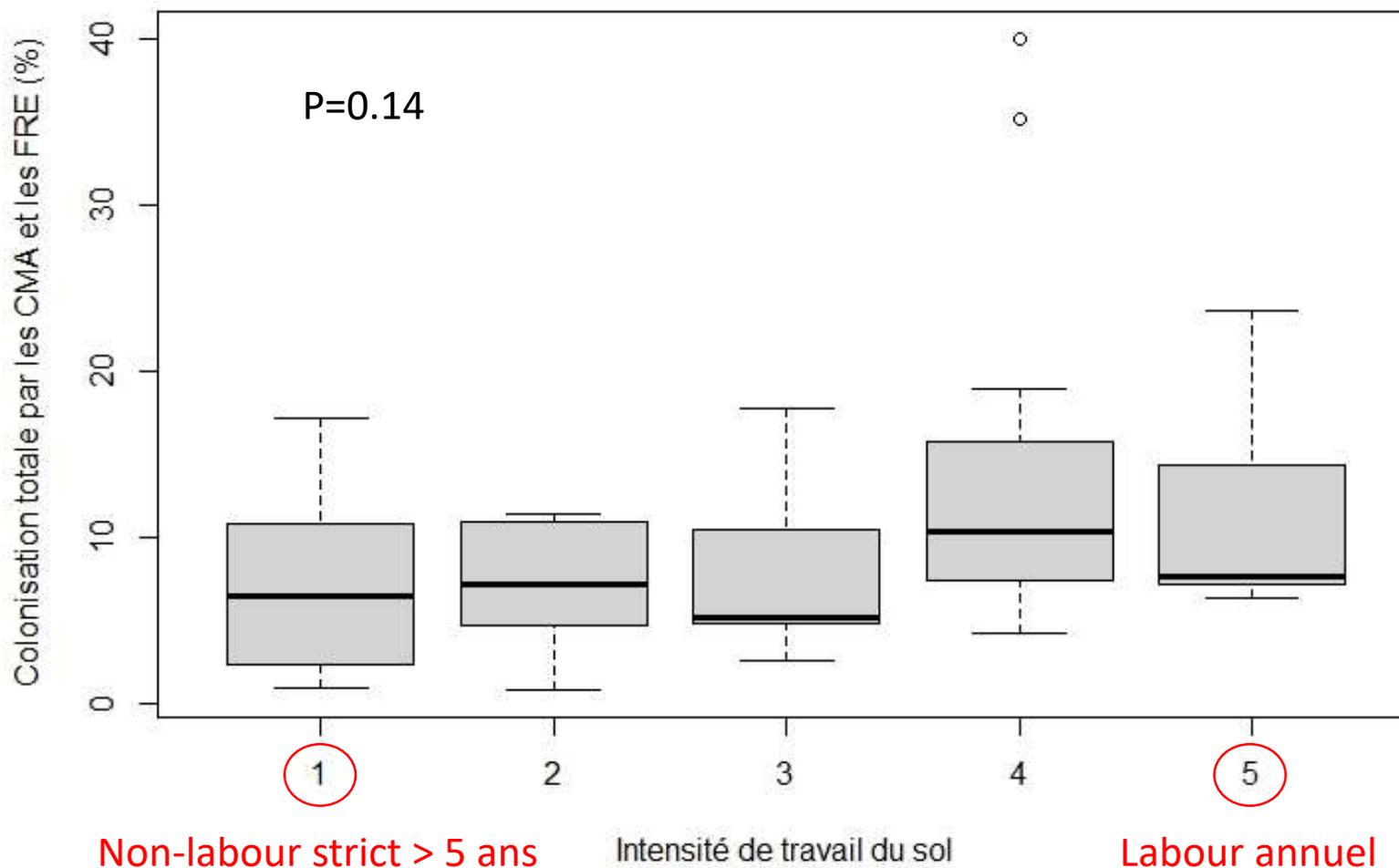
Résultats

Le phosphore disponible a peu d'effet sur l'abondance de CMA



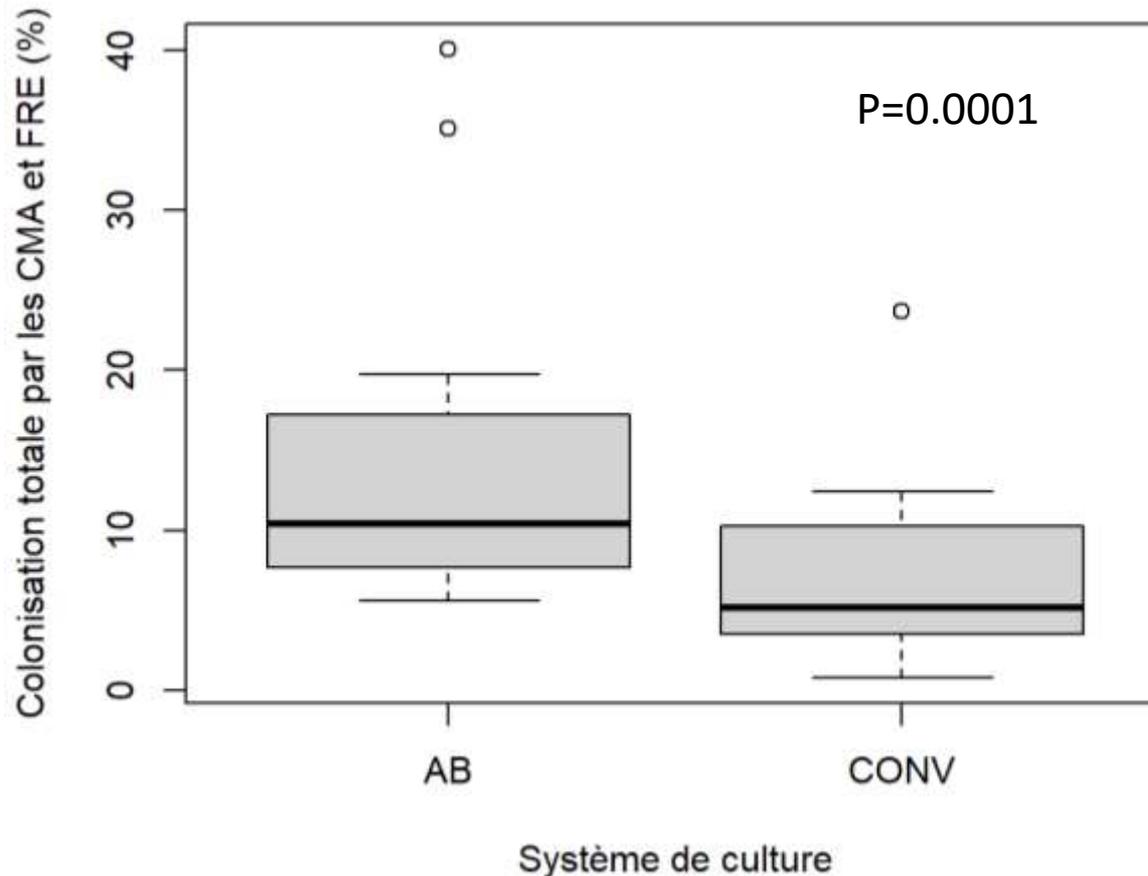
Résultats

L'intensité de travail du sol a peu d'effet sur l'abondance de CMA



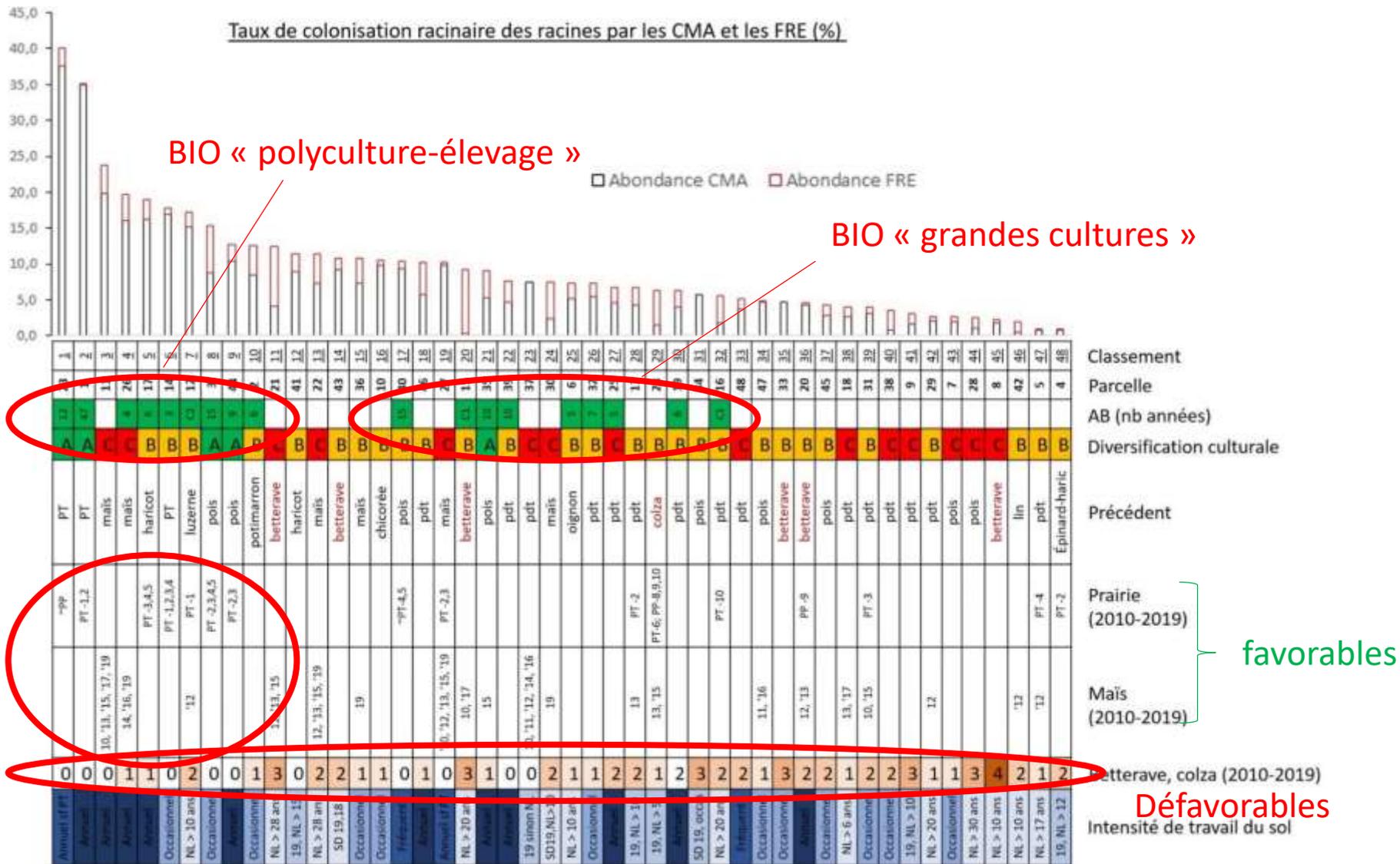
Résultats

L'agriculture biologique est favorable aux CMA



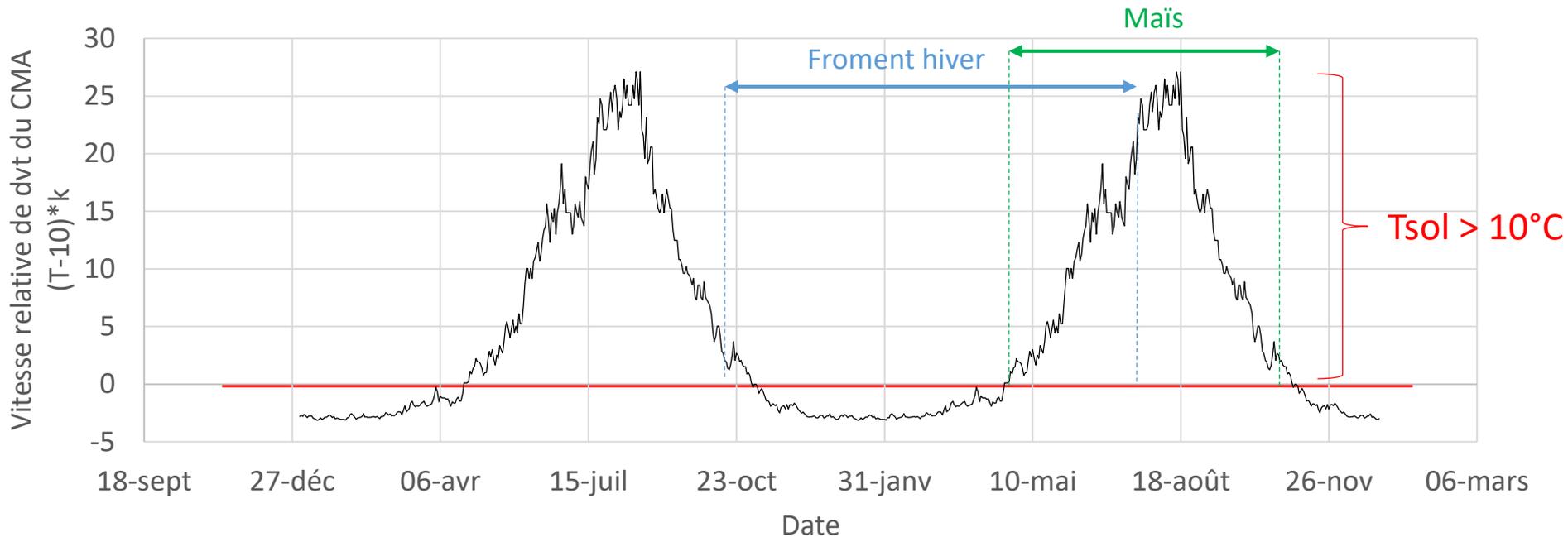
- 9 des 10 parcelles avec les taux les plus élevés (CMA+FRE) sont gérées en AB

Résultats



Résultats

Pourquoi le maïs est-il une culture favorable aux CMA?



Maïs:

- Culture très mycorhizogène
- Peu gourmand en intrants chimiques
- En végétation sur la quasi-totalité de la période « utile » pour le développement et la reproduction du CMA

Résultats

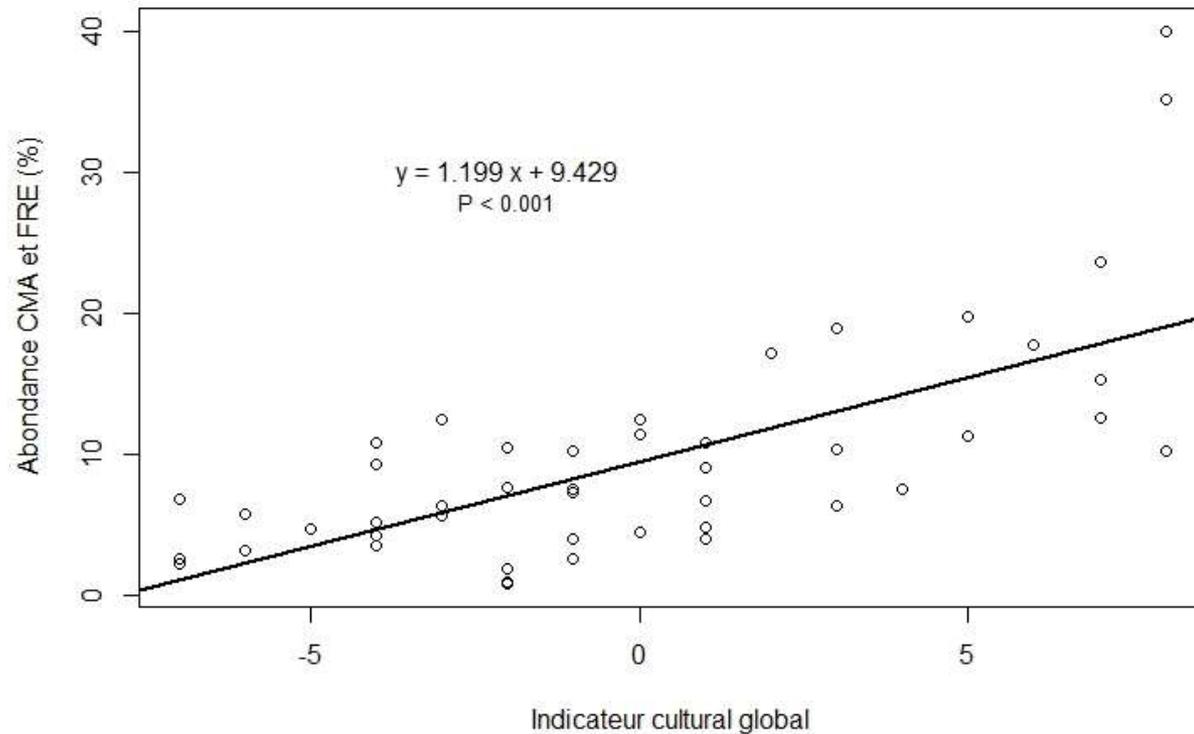
L'abondance de CMA dans les racines dépend largement de la rotation

Indicateur culturel:

- 4 périodes de l'histoire:
 - 0-2 ans
 - 3-5 ans
 - 6-10 ans
 - 11-20 ans

} Poids identique
- Cultures favorables (+1):
 - Prairie
 - Maïs
- Cultures défavorables (-1):
 - Betteraves
 - Colza
 - Quinoa
 - Épinard (-0.5)
- Intercultures défavorables (-0.5):
 - Moutarde
 - (Phacélie)

% CMA et FRE en fonction de l'historique culturel



- **L'historique récent explique plus de variance!**
- **Populations de CMA assez dynamiques**

Résultats

Quel est l'effet de l'AB et de l'intensité de travail du sol au-delà de la rotation?

Modèle:

CMA f (indic. cult, AB, tvl du sol)

Coefficients du modèle:

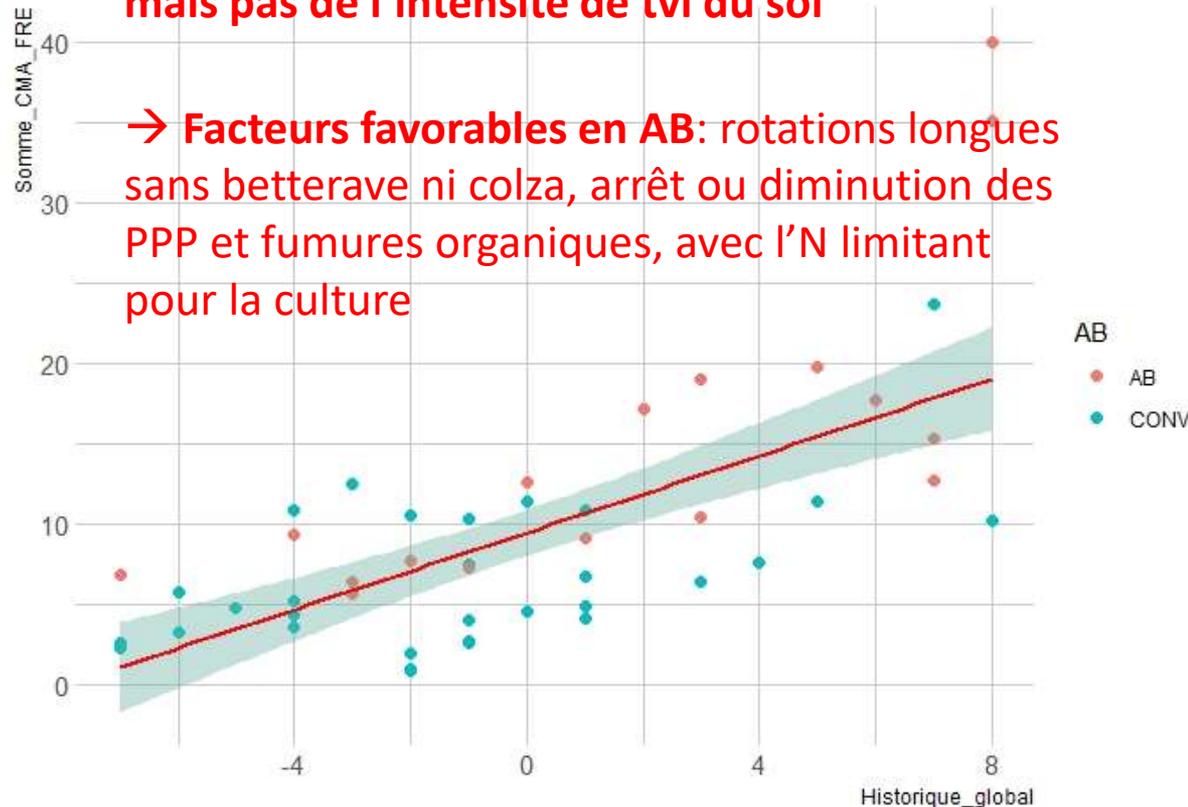
- Intercept = 10.84
- Indic. cult. = 1.01
- AB = -3.70
- Tvl du sol = 0.33

F-valeur et p-valeur:

- **Historique : F=51, p<0.001*****
- **AB : F=7, p=0.01****
- Tvl du sol: F=0.36, p=0.55

→ Après soustraction de l'effet « succession culturale », il reste **un effet significatif de l'AB** mais pas de l'intensité de tvl du sol

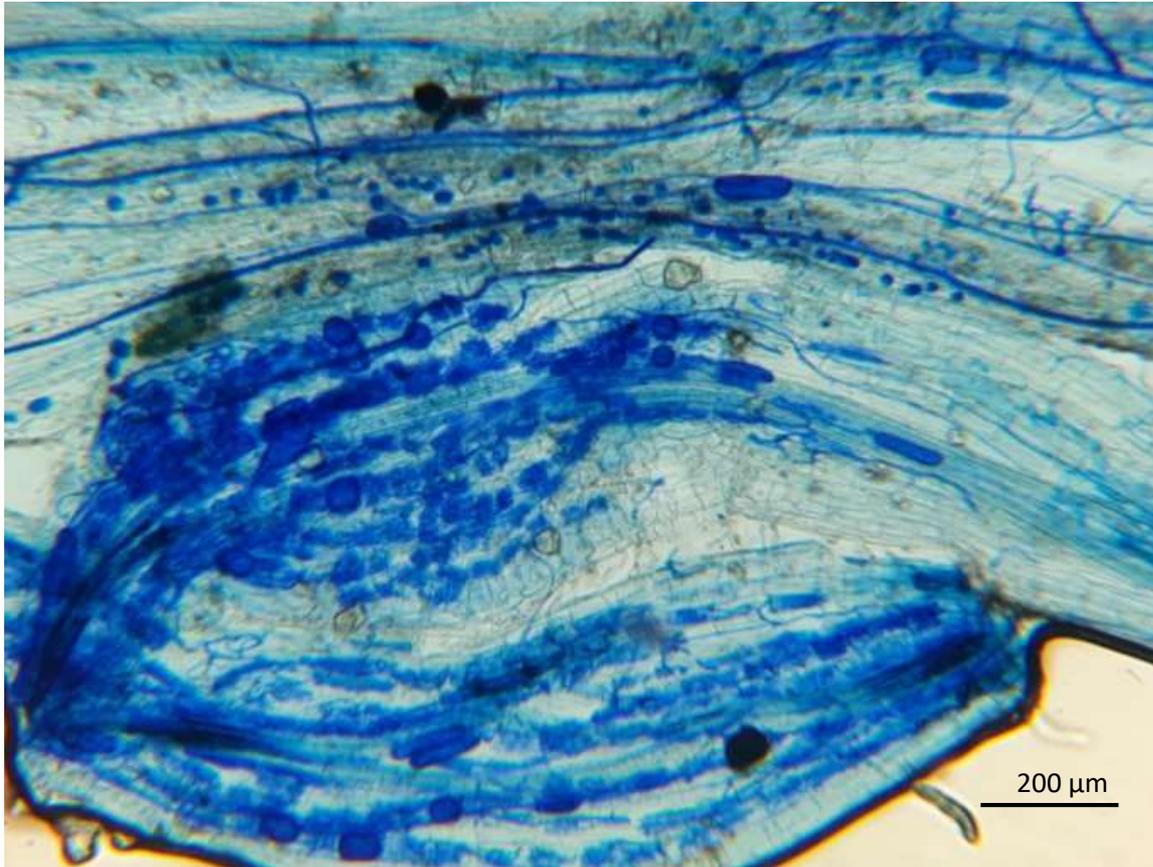
→ **Facteurs favorables en AB:** rotations longues sans betterave ni colza, arrêt ou diminution des PPP et fumures organiques, avec l'N limitant pour la culture



Conclusions & messages

- La **succession culturale** contrôle largement l'abondance de CMA dans les sols agricoles
- Les principales **cultures régénérantes** sont la prairie temporaire et le maïs
- Les principales **cultures défavorables** sont les plantes de la famille des **chénopodiacées** (betterave, épinard, quinoa) et des **crucifères** (colza, moutarde). Il est probable que la **phacélie** (hydrophyllacée) ne mycorhize pas du tout ou très peu
- Contrairement aux idées reçues, la **quantité de P disponible** dans le sol et **l'intensité de travail du sol** ne sont pas des variables dominantes à l'échelle du réseau
- **Un herbicide comme un labour** rompt le cycle des plantes hôte. La symbiose s'installera dans la culture d'après si les propagules de CMA rencontrent les conditions requises, notamment une température du sol suffisante (>10-12 °C)
- Le développement des CMA étant intimement lié à l'activité des plantes qui les héberge, le maintien d'un **couvert permanent** ou l'utilisation de **plantes compagnes** dans les cultures de crucifères ou de chénopodiacées apparaissent comme des leviers prometteurs pour favoriser les populations indigènes de CMA.

Merci pour votre attention!



Unité Sols, Eaux & Productions Intégrées



rue du bordia 4, 5030
Gembloux
Belgique

Brieuc Hardy
b.hardy@cra.wallonie.be
081/874340