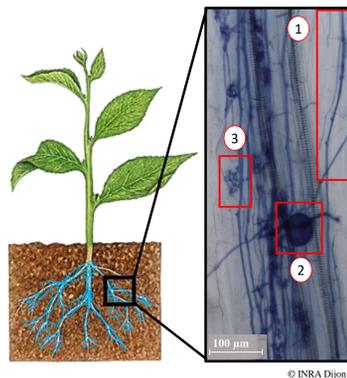


La mycorhize: collaboration entre champignon et plante

Le sol n'est pas un substrat inerte, c'est un véritable organisme vivant où l'on retrouve la plus grande diversité de formes de vie au monde. De la bactérie au champignon, ces êtres vivants interagissent entre les racines des plantes, entourés d'une faune hyperactive (vers de terre, carabes...). Ces éléments et les composants inertes constituent ce que l'on appelle le sol. Dans ce gigantesque cosmos souterrain, certains champignons entretiennent des relations particulières avec les plantes par le biais des mycorhizes.

La mycorhize est une plateforme symbiotique qui peut soit s'étendre à l'intérieur (endo) ou à l'extérieur (ecto) des tissus de la plante. Les champignons bénéficient de nutriments en échange de nombreux services fournis à la plante. Les endomycorhizes sont constituées d'hyphes (1 sur la photo), de vésicules (2) et parfois d'arbuscules (3). Les Champignons Mycorhiziens à Arbuscules (CMA) sont capables de créer des arbuscules ; un organe mixte champignon-plante. Ces CMA peu nombreuses (270 souches connues), peuvent entrer en symbiose avec 80% des plantes terrestres.



Les pouvoirs de la symbiose

L'EXTENSION DES RACINES

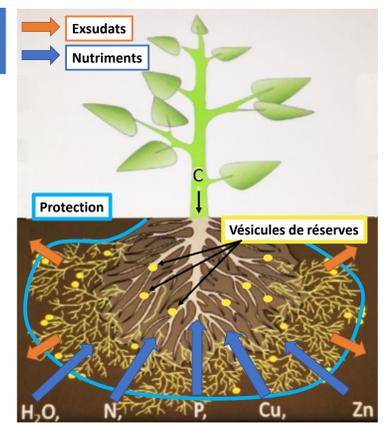
Les hyphes des champignons mycorhiziens sont comme des extensions des racines des plantes. Ils peuvent booster la surface de contact racinaire par 100 voire 1000.

OPTIMISATEURS UNIVERSELS DE RESSOURCES

Les mycorhizes permettent aux plantes d'absorber plus de nutriments en quantité et en diversité grâce à des mécanismes particuliers comme la libération d'enzymes. Elles « prédigèrent » les nutriments, économisant de l'énergie à la plante. En temps de crise, les champignons peuvent aussi stocker de l'eau et des nutriments dans leurs vésicules, véritables réserves de survie.

SECOND SYSTEME IMMUNITAIRE

Le mycélium agit comme un bouclier protecteur autour des racines, ne laissant aucune place aux pathogènes. Les champignons mycorhiziens peuvent aussi attaquer les pathogènes de la plante ou produire des molécules qui vont booster le système immunitaire de celle-ci.



REGENERATION DU SOL

Les champignons mycorhiziens produisent des molécules rassemblées sous le nom de « glomaline » (la colle du sol) qui stabilisent le sol et accélèrent le processus d'humification.

Mycoagra : les mycorhizes au service des cultures

Mycoagra est un projet partenarial développé par des instituts de recherche (INRA Dijon, Ctifl...), des agriculteurs, des instituts techniques et des lycées agricoles. L'objectif est d'évaluer l'impact de plusieurs pratiques agricoles sur le développement des CMA, en comparant différentes modalités agroforestières (hors 5. et 6.) et différentes pratiques.

1. Noyeraie en agriculture de conservation en conventionnel, 2. Noyeraie en agriculture de conservation biologique, 3. Noyeraie avec couverts végétaux (conventionnelle et bio) et 4. Système associé noyers-maïs avec labour, 5. maïs (semences non traitées) et 6. maïs (semences traitées), les deux sans labour et avec couverts végétaux.



Exemple de prélèvement à l'aide d'une pelle

Pour chaque modalité au moins 5 parcelles ont été échantillonnées. Différents indicateurs de mycorhization sont mesurés par coloration et observation au microscope : fréquence de mycorhization (F%), intensité globale de mycorhization (M%), intensité des fragments mycorhizés (m%), intensité arbusculaire du système racinaire (A%), intensité arbusculaire de la partie mycorhizée (a%). Les résultats de ces mesures sont présentés dans les graphiques 1 et 2.

On utilise aussi l'identification moléculaire pour évaluer la diversité des champignons mycorhiziens: des segments spécifiques d'ADN sont identifiés et comparés entre eux pour séparer des groupes de champignons similaires. Les résultats de cette approche sont présentés dans les graphiques 3 et 4.



Exemple modalité 1. noyeraie conventionnelle



Exemple de 3. association biologique noyers féveroles



Exemple modalité 4. association maïs-noyers

Les parcelles noyers-maïs associés sont régulièrement labourées pour l'implantation du maïs, et les noyers sont jeunes. Ces deux facteurs peuvent expliquer en partie les faibles résultats obtenus pour cette modalité dans les graphiques 3 et 4. L'effet négatif du labour et du manque de couverts végétaux cache le potentiel effet positif de l'association de plantes au sein du système agroforestier.

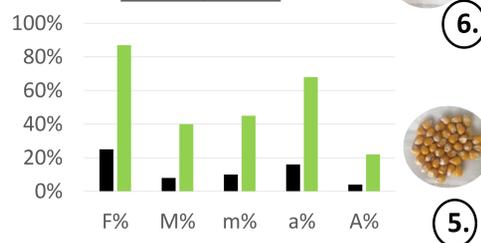
Résultats : impact des pratiques sur la mycorhization

Dans le graphique 1 les taux de mycorhization des modalités 5. et 6 sont comparés afin de montrer l'impact de l'utilisation d'un fongicide-insecticide d'enrobage (le Thiram dans le cas étudié). On peut voir que pour tous les indicateurs de mycorhization, les résultats sont nettement inférieurs pour la modalité 6. (d'au moins 70%).

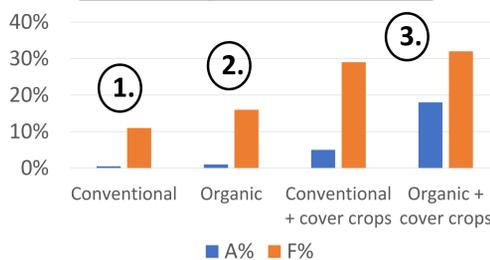
Dans le graphique 2, toutes les modalités sont comparées (sauf la modalité 4. association noyers-maïs). Pour les taux A% et F%, des résultats supérieurs sont observés pour les modalités avec couverts végétaux. Une différence est observable entre les pratiques conventionnelle et biologique pour l'indicateur A%, mais pas pour l'indicateur F%.

Il en ressort que la présence de couverts végétaux a un impact positif majeur sur la mycorhization. Il semblerait que l'agriculture biologique ait aussi un effet positif sur la quantité d'arbuscules développés par les champignons. Ce point est à confirmer.

Graph 1 : Taux de mycorhization avec semences traitées (en noir) et non-traitées (en vert)

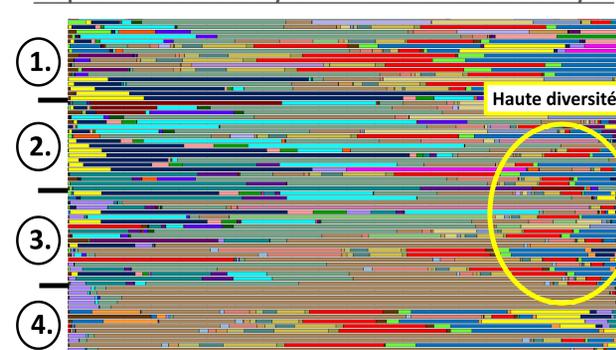


Graph 2 : Taux de mycorhization dans les racines de noyers selon les modalités

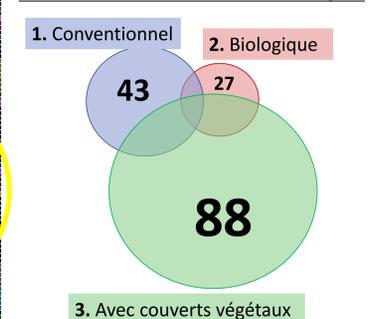


Résultats : impact des pratiques sur la diversité des mycorhizes

Graph 3 : Diversité des mycorhizes dans les racines de noyers



Graph 4 : Quantité de champignons différents dans les racines de noyers



La diversité mycorhizienne est cruciale. Chaque champignon a un rôle plus ou moins spécifique pour la plante (comme être le prédateur d'un pathogène ou absorber un nutriment clef) pour un coût associé donné. C'est l'action combinée de nombreux champignons qui est intéressante pour la plante.

Dans le graphique 3, chaque barre de couleur représente un groupe spécifique de mycorhizes, et leur longueur représente leur quantité relative dans les racines de noyers. On constate que les modalités biologiques (2.) et avec couverts végétaux (4.) obtiennent les meilleurs résultats, alors que l'association noyers-maïs est faible probablement à cause du labour. On peut supposer que l'agroforesterie permet d'avoir des conditions favorables à la mycorhization mais seulement s'il reste des champignons qui peuvent en bénéficier.

Le rôle crucial des couverts végétaux est confirmé par le graphique 4, présentant le nombre de groupes de champignons trouvés dans chaque modalité. Les parcelles avec couverts végétaux (3.) ont une diversité mycorhizienne accrue.

La composition du couvert végétal est très importante. Certaines espèces ne sont pas favorables à la mycorhization (Brassicacées, Chénopodiacées) tandis que les légumineuses comme la féverole développent d'importants réseaux mycorhiziens diversifiés.

Le projet Mycoagra confirme que les couverts végétaux ont un impact positif majeur sur la mycorhization dans les systèmes agroforestiers. Sans ces couverts, les champignons traversent des périodes critiques avec peu de racines présentes qui sont nécessaires à leur survie, ce qui entraîne leur quasi-extinction. Le labour et les pesticides ont également un impact négatif, détruisant les populations mycorhiziennes.