

VIE DU SOL

# TRAVAIL DU SOL VS HERBICIDES : QUE DISENT LES MYCORHIZES ?

En pleine remise en question du glyphosate, le GIEE Manche Agriculture de Conservation a débattu sur l'impact des solutions alternatives sur la vie du sol et a sollicité l'unité de recherche Aghyle d'UniLaSalle-Rouen pour les accompagner. Les résultats du suivi de la vie du sol à travers les mycorhizes ont permis au GIEE d'avoir des données acquises et exploitables sur trois campagnes de maïs.

### Contexte du suivi

Plusieurs questions ont été posées sur l'arrêt possible du glyphosate, l'arrêt acté du Sonido (thiaclopride) mais aussi les difficultés à faire démarrer correctement le maïs dans les conditions fraîches du nord Cotentin. Face à ces défis, des agriculteurs engagés en agriculture de conservation des sols (ACS) se sont trouvés à réintroduire du travail du sol superficiel pour assurer de bons résultats à la culture principale du secteur. Mais comme la vie du sol est une priorité du GIEE Manche Agriculture de Conservation, les agriculteurs se sont questionnés sur l'impact de cette « marche arrière ». Des références comparant labour et sans labour existent, mais peu ou pas mettent face à face TCS et semis direct, encore moins sur la vie microbienne du sol. La question était de savoir : si je travaille mon sol en surface et que cela m'assure d'avoir un maïs plus vigoureux, est-ce qu'un enracinement plus



### Mycorhizes : késako ?

Dans les agroécosystèmes, les plantes sont naturellement associées à des communautés microbiennes très denses autour de leurs racines. Sous l'influence des pratiques culturales, la compréhension de ces interactions dans le sol et leurs conséquences pour la nutrition et la santé des plantes constituent un enjeu majeur pour le développement de nouvelles approches au service de la transition agroécologique. Parmi ces communautés microbiennes du sol, il existe des champignons symbiotiques qui sont associés aux racines des plantes pour former des mycorhizes (du grec « myco » pour champignon et « rhize » pour racine). Les mycorhizes sont les symbioses végétales les plus répandues dans les écosystèmes naturels ou cultivés. Il existe plusieurs types de mycorhizes, mais les plus étudiées sont les ectomycorhizes et les endomycorhizes ou mycorhizes à arbuscules (MA). Dans cette étude, nous nous intéressons plus particulièrement aux MA qui constituent le type de mycorhize le plus répandu et le plus ancien remontant à la première apparition des plantes terrestres il y a environ 450 millions d'années. Les champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA) sont des symbiotes obligatoires non cultivables en l'absence de la plante hôte. Le champignon colonise la racine par son mycélium (un épais tissu de filaments appelés hyphes) en formant des organes de réserves (les vésicules) et des organes d'échange (les arbuscules) à l'intérieur de la racine (figure page 22). Il reçoit des sucres issus de la photosynthèse, par la racine de la plante hôte,

énergie qu'il utilise pour sa propre survie. Il s'agit d'une relation bilatérale de partage des ressources entre le champignon et la plante. Les CMA vivent en symbiose avec la plupart des espèces végétales et apportent de nombreux avantages aux plantes hôtes, telles qu'une absorption améliorée des nutriments – en particulier des nutriments peu mobiles comme le phosphore (P) et une tolérance accrue des plantes aux facteurs de stress biotiques et abiotiques. Par conséquent, il est possible d'améliorer la productivité et la durabilité des systèmes de culture en stimulant les CMA indigènes tout en réduisant la dépendance aux engrais. La présence ou l'absence d'espèces caractéristiques de CMA peut servir d'indicateurs biologiques et pédologiques alors que le taux de mycorhization reste un indicateur pertinent et opérationnel de la qualité biologique des sols. Il estime le pourcentage de longueurs de racines mycorhizées à partir d'une technique de coloration permettant d'observer au microscope les hyphes, les vésicules et les arbuscules. Le premier bénéfice de la symbiose est d'ordre nutritif, c'est pourquoi les CMA représentent de bons indicateurs biologiques des sols agricoles. Toutefois, la mesure du taux de mycorhization est très dépendante du milieu (type de sol, pratique de fertilisation, etc.) et de la culture (espèce, variété, niveau de prélèvement). Un webinaire sur le lien entre mycorhizes et pratiques agricoles intégrant les premiers résultats de cet essai est disponible avec ce lien : <https://vimeo.com/515383735>.

Actisol

Mulching  
Faux semis  
Semis

Scalpage  
Fissuration

Destruction de couverts

La verticalisation  
du profil

SALON AGRICOLE INTERNATIONAL

20 & 21 SEPT 2023

BOURG-LÈS-VALENCE DRÔME

AUVERGNE-NOUVEAU-ALPES - FRANCE

VIVEZ DE NOUVELLES EXPERIENCES AGRICOLES

<https://actisol-agri.fr/>  
 02 41 62 60 00

Rejoignez-nous !



## recherche

rapide permet de pallier la perturbation mécanique ?

### Le dispositif expérimental de suivi

Afin de répondre à la ques-

tion posée, Olivier Leroux, éleveur en pratiques sans labour depuis 2005, a comparé deux itinéraires techniques de maïs (planche 1) sur une parcelle pendant trois cam-

pagnes : 2020, 2021 et 2022. Quelque variation est intervenue d'une année sur l'autre, mais l'objectif de départ a été respecté : d'un côté un travail du sol se limitant à un passage

de strip-till à 15 cm de profondeur combiné au semis et, de l'autre côté, un passage de rotavator sur 5 cm de profondeur allant remplacer l'utilisation de glyphosate. Les deux mo-

### DESRIPTIF DE LA CONDUITE CULTURALE ADOPTÉE EN 2020, 2021 ET 2022 SUR LE MAÏS

Modalités	2020		2021		2022	
	Strip-till seul	Roto + strip-till	Strip-till seul	Roto + strip-till	Strip-till seul	Roto + strip-till
Précédent	Orge > couvert exporté		Maïs > couvert restitué		Maïs > couvert restitué	
Fertilisation / amendements	Lisier bovin, carbonate Starter (N.P.Zn), urée		Lisier bovin Starter (N.P.Zn), urée		Lisier bovin Starter (N.P.Zn), urée	
Interventions mécaniques	Strip-till (15 cm) combiné au semoir		Strip-till (15 cm) combiné au semoir		Strip-till (15 cm) combiné au semoir	
	/	rotavator (5 cm)	/	rotavator (5 cm)	roulage couvert	-rotavator (5 cm) -binage
Interventions chimiques	-Phosphate ferrique -Traitement de semence de base + biostimulant -Mélange d'herbicides racinaires et foliaires		-Traitement de semence de base -Mélange d'herbicides racinaires et foliaires -Herbicide foliaire		-Traitement de semence de base -Mélange d'herbicides racinaires et foliaires	
	Nicosulfuron 20 g/ha	/	Glyphosate 540 g/ha	/	-Glyphosate 540 g/ha -Terbutylazine 165 g/ha + mésotrione 35 g/ha + nicosulfuron 20 g/ha	/
Météo	Cumuls dans la norme ; mai très sec, juin très arrosé		Été très humide		Été très sec	
Maïs	Manques à la levée et démarrage plus lent	+ 1,4 t MS/ha	Pas de différence significative entre modalités		+ 0,5 t MS/ha	
Adventices		Meilleure gestion du pâturin	Forte pression pâturin sur l'ensemble de la parcelle		Pression pâturin limitée par le sec	
pH	6,1	6,7 enfouissement du carbonate	Pas d'analyse		Pas d'analyse	

**20 ANS STRIP TILL**

**DURO FRANCE**  
28, rue de la Comte - Viabon  
28150 Eole-en-Beauce  
Tél 02 37 99 96 80  
Fax 02 37 99 10 81

**2 opérations, 1 seul passage**

**LA solution pour une levée réussie**

[WWW.DURO-FRANCE.FR](http://WWW.DURO-FRANCE.FR)

**+ Gain de TEMPS**  
**+ Gain d'ARGENT**



dalités testées dans cette étude sont les suivantes :

- strip-till seul : avec une seule intervention de travail du sol localisé sur le rang
- strip-till + rotavator : avec un passage de rotavator avant le strip-till.

Dans chaque modalité, trois échantillons composites de sols (pool de cinq prélèvements) prélevés à la tarière (horizons 0-20 cm) dans l'interrang et trois échantillons composites de racines (pool de deux pieds de maïs) ont été collectés pour évaluer respectivement l'abondance des spores et le taux de mycorhization des plants de maïs. Ces échantillons ont été prélevés chaque année à la même période pendant le mois d'août et dans les mêmes endroits de prélèvements.

Lors de la première campagne de suivi en 2020, l'utilisation de rotavator a permis au maïs

un démarrage plus rapide compte tenu d'un réchauffement du sol plus important ainsi qu'une assimilation rapide du carbonate épandu en amont, résultant en un meilleur rendement. Néanmoins, si la biomasse microbienne (analysée par Celesta Lab) est apparue similaire entre les deux modalités, les mycorhizes se sont beaucoup mieux installées en l'absence de rotavator. Ce résultat est plus marqué avec l'abondance des arbuscules (27,87 % en strip-till seul) suivie de l'intensité de mycorhization et de l'abondance des spores (figure 1). La pratique de strip-till seul favorise ainsi une colonisation mycorhizienne plus précoce et plus rapide grâce à un réseau d'hyphes important associé au maïs en tant que plante mycotrophe. De plus, la minéralisation induite par le travail du sol en

plein qui a alimenté le maïs en éléments nutritifs a contribué à réduire la dépendance de la culture aux mycorhizes qui lui demandent de l'énergie.

Les deux années qui suivent sont caractérisées par des scénarios météo extrêmement différents : été 2021 anormalement humide et été 2022 marqué par le sec, même dans la Manche !

En 2021, la pression du pâturin est difficilement maîtrisable dans les deux cas de figure et, en définitive, les rendements sont proches. Concernant les mycorhizes, on observe une inversion de tendance pour la colonisation racinaire : abondance arbusculaire et intensité de mycorhization supérieures dans la modalité avec rotavator alors que l'abondance des spores est toujours meilleure en strip-till seul.

Avec les conditions sèches de 2022, la maîtrise des adventices est équivalente dans les deux modalités, mais finale-

ment c'est le strip-till seul qui tire un rendement légèrement supérieur à celui avec rotavator. Les résultats sur les mycorhizes se rapprochent de ce qui a été observé en 2020 : tous les indicateurs sont supérieurs pour le strip-till seul.

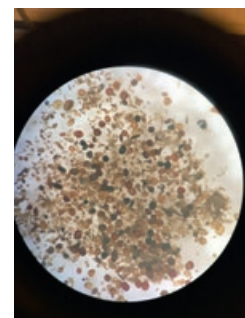
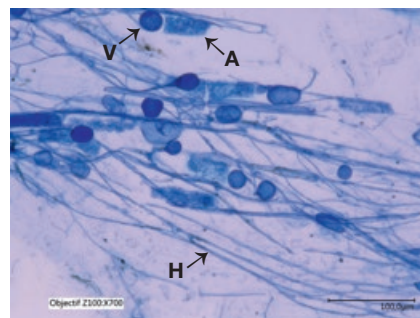
L'abondance de spores dans le sol est, quant à elle, restée toujours supérieure dans la modalité strip-till seul. Pour rappel, les échantillons de sol ont été prélevés dans l'interrang, non travaillé en strip-till, travaillé sur 5 cm dans la modalité avec rotavator. À noter qu'en 2022, un passage de bineuse est venu se rajouter dans la modalité avec rotavator. Concernant ce dernier paramètre, on remarque une évolution positive dans le temps : linéairement très marquée pour le strip-till seul, plus légère pour le strip-till+rotavator. Une progression en matière de valeurs absolues peut être observée aussi sur l'intensité de mycorhization dans la modalité strip-till seul.

**PLANCHE 1: PARCELLES DE MAÏS MONTRANT LES DEUX ITINÉRAIRES TECHNIQUES**



A = Strip-till seul ; B = Strip-till + rotavator

**PLANCHE 2: MYCORHIZES OBSERVÉES DANS UNE RACINE DE MAÏS (GAUCHE) : V = VÉSICULE, A = ARBUSCULE, H = HYPHE; SPORES DE CHAMPIGNONS MYCORHIZIENS OBSERVÉS DANS UN ÉCHANTILLON DE SOL (DROITE)**



**www.eco-mulch.com**

**EQUIPEMENTS ECO-MULCH POUR L'AGRICULTURE**

**Nouveau Contour Master 8m porté**

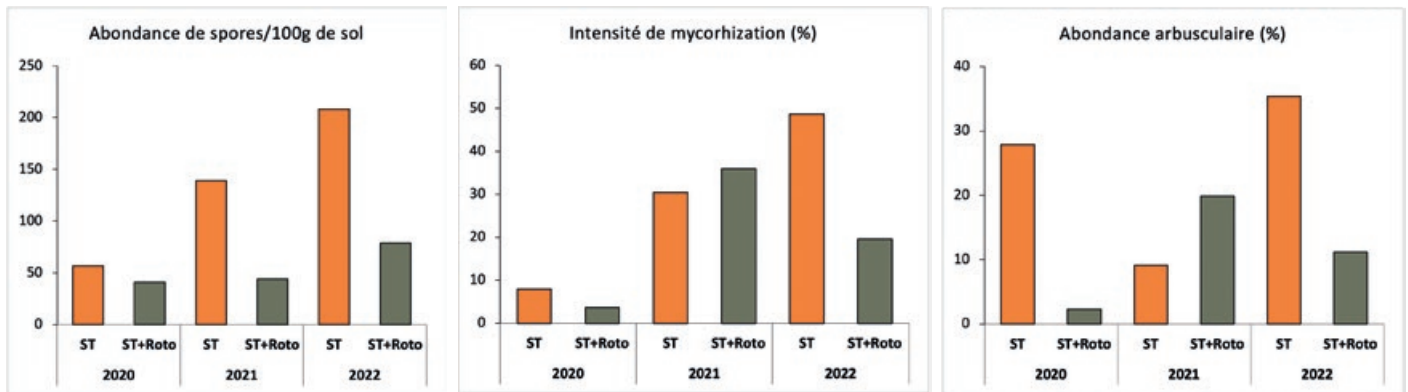
- Nouvel élément totalement redessiné
- Grand dégagement, 25 cm d'inter-rang
- Éléments indépendants montés sur parallélogrammes
- Suivi du sol irréprochable avec 44cm de débattement
- Pression au sol ajustable
- Deux types de roues de rappui
- Plusieurs largeurs de soc disponibles
- Cyclone de décompression

Les Avrils - 45290  
Nogent sur Vernisson  
Tel: 02 38 97 01 78  
etienne.bazin@eco-mulch.com

Fabrication Française

Suivez nous sur Facebook et Youtube

## IMPACT DE TROIS ANNÉES DE PRATIQUES DE TRAVAIL DU SOL SUR LE TAUX DE MYCORHIZATION DU MAÏS ET L'ABONDANCE DES SPORES DANS LE SOL



ST : strip-till seul ; ST + Roto : strip-till + rotavator

### Conclusions et perspectives

Bien qu'il ne s'agisse pas d'un essai avec répétitions, nous pouvons émettre les hypothèses suivantes : en année « normale » ou sèche, les itinéraires techniques avec travail du sol en plein ont un impact négatif sur les champignons mycorhiziens du maïs, comparés à des itinéraires reposant sur un travail du

sol localisé et une utilisation plus importante d'herbicides, y compris de glyphosate. En année humide, l'interaction champignon-plante semble être favorisée par un travail du sol superficiel qui améliore les conditions d'aération de surface. D'autres études pourraient nous permettre de vérifier ces hypothèses. Concernant d'autres critères

d'évaluation, il est vrai que l'utilisation du rotavator a permis de diminuer l'utilisation d'herbicides et de faire l'impasse sur le glyphosate, mais cela n'a pas conduit systématiquement à des rendements supérieurs et encore moins à un coût de la tonne de MS inférieur. Le strip-till seul, de son côté, a garanti de meilleures performances en matière de

temps de travail, consommation de carburant et stabilité structurale du sol.

Gabriele FORTINO, conseiller en agronomie, animateur GIEE MAC, chambres d'agriculture de Normandie  
Babacar THIOYE, enseignant-chercheur en agroécologie, unité de recherche Aghyle UniLaSalle Rouen

Avec la participation financière du CasDar.

**AGRISEM®**

**LIGNE SEMIS  
SEMOIR PORTÉ  
POLYVALENT POUR  
VOS CÉRÉALES ET COUVERTS**

AGRISEM® 535 rue Pierre Levasseur - CS 60263 - 44158 ANCENIS - FRANCE  
+33 (0) 2 51 14 14 40 • www.agrisem.com • agrisem@agrisem.com  
AGRISEM Conservation Farming • "La Madeleine" • BOURNEL, 47210, FRANCE