

CHAMPIGNONS MYCORHIZIENS ET SYSTÈMES DE CULTURE ACCROISSEMENT ET DIVERSITÉ NOTABLES EN SEMIS DIRECT

L'essai suisse « Oberacker » comparant semis direct/labour depuis plus de 20 ans a été utilisé pour comparer, dans les deux systèmes, la quantité et la diversité de champignons mycorhiziens. Les résultats révèlent de manière significative un accroissement de la richesse en espèces et de la diversité des champignons mycorhiziens dans les parcelles sous semis direct de longue date¹.



Vue aérienne du site de suivi à long terme « Oberacker » de l'Inforama Rütti à Zollikofen prise en juin 2004.

Depuis 1994, sur le site de suivi à long terme « Oberacker » de l'Inforama Rütti à Zollikofen (Suisse), l'objectif poursuivi est le développement d'une culture des champs économiquement, écologiquement et socialement compatible dans les conditions de la pratique. Les systèmes de semis direct et de labour doivent ainsi être optimisés en tenant compte du choix et de la rotation des cultures, du type et de la quantité d'engrais, du choix et de l'application des produits phytosanitaires ainsi que de la gestion des pailles et engrais verts.

Les organismes du sol jouent un rôle central, en particulier dans la réussite du système cultural sous semis direct. Tout comme les lombrics, qui participent de manière importante à la structuration

du sol et à la décomposition des substances organiques, les bactéries et les champignons font office de « plaque tournante » pour la nutrition et la santé des plantes. Près de 80 % des plantes tirent profit de champignons vivant en symbiose avec leurs racines : ces champignons mycorhiziens facilitent pour les plantes l'accès aux substances nutritives, en particulier au phosphore, mais également à l'azote et à l'eau en rendant accessibles – grâce à leurs hyphes – jusqu'aux plus petits pores du sol inatteignables pour les racines des plantes. En contrepartie, les plantes fournissent aux champignons une partie des hydrates de carbone qu'elles ont assimilés (énergie).

La plupart des plantes des cultures et des prairies vivent en symbiose peuspé-

cifique avec des champignons mycorhiziens arbusculaires (champignons MA). Près de 270 espèces ont été décrites à l'échelle mondiale. Leur présence dépend principalement de la nature du sol et du mode d'exploitation. C'est pourquoi ils représentent de bons bio-indicateurs des sols agricoles. Favoriser des communautés spécifiques de champignons mycorhiziens pourrait représenter une contribution importante en vue d'un système cultural garantissant une absorption efficace de l'eau et des nutriments.

L'objectif de ce travail était de comparer la diversité des champignons mycorhiziens sur des parcelles exploitées depuis plusieurs années sous semis direct avec celle de parcelles labourées, de déterminer l'effet des cultures, de désigner les espèces indica-

trices et de confronter les résultats avec les connaissances actuellement disponibles.

La méthodologie

Le site de suivi à long terme « Oberacker » se trouve sur un sol brun profond. Les six parcelles contiguës y sont pour moitié ensemencées directement (système de semis direct) et pour moitié labourées (système de labour). La rotation des cultures – pois protéagineux d'hiver, blé d'automne, féveroles, orge d'automne, betteraves sucrières et maïs ensilage – se déroule sur six ans. En février 2011, des échantillons de sol ont été prélevés sur une profondeur de 0–10 cm sur les douze sous-parcelles. Pour chaque sous-parcelle, un échantillon a été constitué à partir de 20 prélèvements ponctuels répartis

Tableau 1

NOMBRE D'ESPÈCES DE CHAMPIGNONS MA IDENTIFIÉES ET INDICE DE DIVERSITÉ (H) SELON SHANNON-WEAVER, SITE D'OBERRACKER

Système cultural	Nombre d'espèces MA		Indice de diversité (H) Shannon-Weaver	
	Semis direct	Labour	Semis direct	Labour
Culture (sous-parcelle)				
Pois protéagineux d'hiver	21	17	2.86	2.56
Blé d'automne (BA)	17	15	2.46	2.51
Orge d'automne (OA)	15	11	2.12	2.05
Mélange d'engrais verts après BA	17	14	2.56	2.24
Mélange d'engrais verts après OA	21	12	2.45	1.91
Semis avant récolte après BS	20	10	2.49	1.77
Total pour toutes les cultures	37	25		
Moyenne pour toutes les cultures	18.5 a	13.2 b	2.49 a	2.17 b
P (test t)	0.005 ¹		0.080 ²	

SERVICE DE PROTECTION DES SOLS DU CANTON DE BERNE ET AGROSCOPE

1) : niveau de signifiacnce p < 0,01; 2) : niveau de signifiacnce p < 0,1
 PPH : pois protéagineux d'hiver, BA : blé d'automne, OA : orge d'automne, BS : betteraves sucrières, EV : mélange d'engrais verts, SaR : semis avant récolte.

sur l'ensemble de la surface (environ 1 kg). Les cultures principales échantillonnées étaient les suivantes : pois protéagineux d'hiver, blé d'automne et orge d'automne, deux parcelles d'un mélange d'engrais verts non hivernant composé de plusieurs espèces et succédant à des précédents culturaux de blé d'automne et orge d'automne et enfin une parcelle de pois protéagineux et féveroles résistant au gel et semés avant la récolte d'un précédent cultural de betteraves sucrières.

Les spores des champignons MA ont ensuite été isolées et déterminées au microscope optique. La densité des spores a été déterminée pour chaque espèce en nombre de spores par 100 g de sol séché à l'air. Pour compléter, la diversité a été caractérisée selon un indice² pour chaque type de culture et sous-parcelle.

Semis direct : nombre d'espèces stable et diversité élevée

Au total, 39 espèces de champignons MA ont été identi-

fiées, dont 38 dans le système de semis direct et 25 dans le système de labour (tableaux 1 ci-dessus et 2 page suivante). Le nombre d'espèces identifiées dans les diverses cultures (= sous-parcelles) oscillait entre 15 et 21 sous semis direct, entre 10 et 17 sous labour. La comparaison des moyennes a également montré que le nombre d'espèces MA est significativement plus élevé sous semis direct (en moyenne 18,5) que sous labour (en moyenne 13,2). Dans les deux systèmes, un nombre plus élevé d'espèces (21/17) a été recensé dans les parcelles de pois protéagineux d'hiver que dans celles de blé d'automne (17/15), de mélanges d'engrais verts succédant au blé d'automne (17/14) et à l'orge d'automne (15/11). Dans les mélanges d'engrais verts succédant à l'orge d'automne et dans le semis avant récolte succédant aux betteraves sucrières, le nombre d'espèces identifiées dans le système de semis direct était aussi élevé que celui des parcelles de pois protéagineux d'hiver, avec respectivement 21 et 20 espèces, alors qu'il n'était que de 12, respectivement 10 espèces, dans le système de labour. Dans le cas du semis avant récolte succédant aux betteraves sucrières, l'explication pourrait résider dans le fait que la betterave sucrière est une espèce inapte à la mycorrhization et que lors de la récolte des betteraves, le sol est for-

tement remué dans ses 10 cm supérieurs. Cet effet ne paraît cependant s'exercer que dans les parcelles labourées régulièrement en vue du semis de la culture principale. Dans le cas du semis direct, le nombre d'espèces reste élevé et l'interaction entre plante et champignon semble être plus stable.

Non seulement le nombre d'espèces mais également leur fréquence et la densité des spores sont des critères importants dans la description de la diversité (tableau 2). La comparaison des valeurs moyennes de tous les types de cultures (six sous-parcelles) montre un indice de diversité plus élevé dans le système de semis direct (H = 2,49) que sous labour (H = 2,17; tableau 1), bien que la différence soit peu significative. Dans le système de semis direct, les valeurs spécifiques oscillent entre 2,12 et 2,86 selon les cultures, et entre 1,77 et 2,56 dans le système de labour. Les valeurs H calculées pour le semis direct sont comparables à celles d'études antérieures menées en Europe centrale sur les modes de culture biologique ou les herbages.

Majorité d'espèces trouvées en semis direct

La liste d'espèces montre qu'environ un tiers des espèces peuvent être présentes régulièrement dans l'un et l'autre système de culture (tableau 2, groupe A avec 13 espèces et 12 groupes

Easy Drill

NOUVEAU
 3 Produits - 3 Doses
 2 Profondeurs de semis
 1 Seul boîtier



facebook YouTube

ROULEAU FACA
de 3 à 6m



NOUVEAUTÉ

Pour plus d'information
Contactez-nous !

SKY Agriculture
 Ferme de la Conillais - 44130 BLAIN
 Tél: **02 40 87 11 24**
www.sky-agriculture.com



Tableau 2

LISTE D'ESPÈCES ET DENSITÉ DES SPORES DES ESPÈCES MA IDENTIFIÉES (NOMBRE DE SPORES POUR 100 G DE SOL SÉCHÉ À L'AIR), SITE D'OVERACKER

Système cultural	Semis direct						Labour					
	PPH	BA	OA	EV après BA	EV après OA	SaR après BS	PPH	BA	OA	EV après BA	EV après OA	SaR après BS
Groupe A : espèces de champignons MA fréquemment identifiées dans les deux systèmes culturaux												
Archaeospora myriocarpa	14	14	4			2	4	6	6		18	
Archaeospora trappei	6	10	2				20	14	10	6	14	2
Claroideoglomus claroideum	12	8	16	10	18	14	6	10	14	32	34	18
Claroideoglomus luteum	2	4		8			6	2	4		2	2
Funneliformis geosporus	22	34	38	16	74	36	22	16	12	30	40	16
Funneliformis mosseae	22	6	28	4	4	40	14	14	24	14	4	54
Glomus aureum	4	6	4			8	26	2	4		2	
Glomus diaphanum	10	6	64	6	16	28	2	12	30	10	16	6
Glomus intraradices & Gl. irregulare	4	4	10	4	2	10	6	6	4		6	4
Paraglomus lacteum				6	2	8		2		4	4	
Paraglomus occultum	8	10	6	18	32	4	6	10		10	6	6
Paraglomus sp BE10	14	30	4	26	12	4	4	16	4	54	2	
Groupe B : espèces de champignons MA identifiées principalement ou exclusivement sous semis direct et présentant une densité relativement élevée de spores												
Acaulospora longula	4		2			2		8				
Acaulospora paulinae	14											
Acaulospora sieverdingii	12											
Ambispora gerdemannii	10			6				8				
Ambispora reticulata	22											
Ambispora sp BE14			6	20	24				4		2	2
Claroideoglomus etunicatum	16	4	2		8		2	2				
Glomus invermaium						22	10					
Glomus microcarpum			2		12							
Scutellospora calospora	6			24	30	8	4			4		
Septoglomus constrictum	4	2	22	4	2	80			2			
Groupe C : espèces de champignons MA identifiées principalement ou exclusivement sous semis direct et présentant une faible densité de spores												
Cetraspora armeniaca				8	2						2	
Cetraspora helvetica				2								
Cetraspora pellucida	2											
Diversispora celata		4			2		2					
Entrophospora infrequens		4						2	4			
Funneliformis verruculosus		4										
Gigaspora margarita					2							
Glomus badium						4						
Glomus fasciculatum		2		4						2		
Glomus heterosporum						4						
Glomus macrocarpum						6						
Glomus sp BR11						2						
Glomus sp BE13	8						4					
Groupe D : espèces de champignons MA identifiées principalement ou exclusivement sous labour												
Funneliformis caledonius				2	2				2	8	16	18
Paraglomus sp BE12									2		6	

SERVICE DE PROTECTION DES SOLS DU CANTON DE BERNE ET AGROSCOPE

Zuidberg

- ✓ Relevage avant
- ✓ Robuste pour une utilisation professionnelle
- ✓ Une offre complète
- ✓ Prise de force avant
- ✓ Enclenchement progressif
- ✓ Puissance admissible élevée

HB

Contactez-nous

01 64 70 51 41 - www.h-b.fr



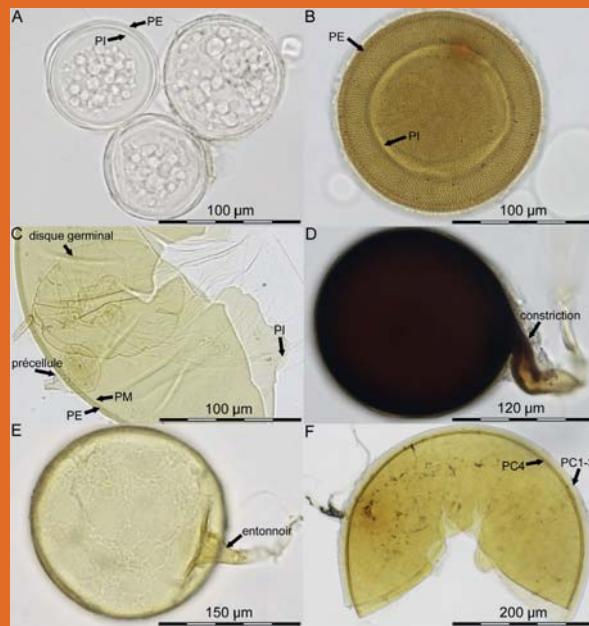
ZUIDBERG
HYDRAULIC SYSTEM



d'espèces, arrière-fond gris). La majorité des espèces, soit 24, ont cependant été trouvées principalement, voire exclusivement, dans le système de semis direct. Parmi elles, 11 espèces présentaient une densité de spores relativement élevée (groupe B, arrière-fond vert) et 13 espèces une densité de spores plutôt faible (groupe C, arrière-fond jaune). Dans ce dernier groupe, on recense en majorité des espèces typiques d'une exploitation extensive et d'un travail de conservation du sol, ou avant tout typiques des milieux herbagers. Parmi les 39 espèces ou groupes d'espèces identifiés, seuls deux ont été trouvés principalement ou exclusivement dans les parcelles labourées (groupe D, arrière-fond marron).

Les analyses multivariées ont clairement distingué les unes des autres les communautés de spores des deux systèmes – semis direct et labour. Le carbone organique dans le sol (C_{org}), le système cultural et la masse microbienne (déterminée au moyen de la respiration induite par le substrat [SIR] et de la méthode d'extraction par fumigation) sont les variables qui, prises isolément, ont la plus grande influence sur la composition des communautés de champignons MA. Parmi les paramètres chimiques, le C_{org} et le pH étaient significatifs, tout comme l'était la biomasse déterminée par SIR parmi les paramètres biologiques. L'influence du système cultural sur la communauté de champignons MA se manifeste ainsi de manière indirecte à travers ces paramètres, en particulier à travers la plus haute teneur en carbone organique de la couche supérieure du sol (0–10 cm) dans le système de semis direct. Une diversité élevée de champignons MA sous semis direct peut avoir des répercussions positives sur l'absorption des nutriments par les plantes, en particulier du phosphore. Quelques-unes des observations présentées

Spores de champignons MA retenues



A : *Archaeospora trapei* se trouve dans tous les sols agricoles de Suisse. Ses spores sont petites, blanches et possèdent une double paroi (paroi externe PW, paroi interne PI).
B : *Entrophospora infrequens* est présente dans presque tous les sols travaillés de manière plutôt extensive. Les spores possèdent une double paroi et d'innombrables petits anneaux sur sa surface brune.
C : comme *Entrophospora infrequens*, *Scutellospora calospora* réagit de manière sensible à un travail du sol intensif. Elle forme des spores à triple parois (avec paroi intermédiaire PM) à précellules et présente des disques germinaux clairs et ovales.
D : *Septogloium constrictum* est l'espèce caractéristique des parcelles de semis direct du site « Oberacker ». Les spores foncées sont reconnaissables à l'attache étranglée de l'hyphé (constriction).
E : *Funneliformis mosseae* (avec attache de l'hyphé en entonnoir) est plus fréquente dans les parcelles travaillées.
F : *Funneliformis caledonius* présente de grosses spores avec des parois en plusieurs couches bien marquées (PC1–4) et est l'espèce caractéristique des parcelles labourées.

dans le tableau 2 ont été confirmées par l'analyse de redondance : *Funneliformis caledonius* et *Paragloium* sp. BE12 sont regroupés à proximité des parcelles labourées, alors que la majorité des espèces de champignons MA se trouvaient nettement plus près des parcelles sous semis direct. D'autres espèces qui étaient présentes partout (tableau 2) montraient une relation plus ou moins étroite avec le système de semis direct (p. ex. *Fu. geosporus* ou *Glomus aureum*), resp. avec le système de labour (p. ex. *Fu. mosseae* et *Claroideogloium claroideum*). Ces observations recourent celles

d'autres études menées en Europe centrale.

Les espèces caractéristiques que l'on a pu mettre en évidence pour le site de suivi à long terme « Oberacker » sont *Septogloium constrictum* pour les parcelles exploitées depuis longtemps sous semis direct et *Funneliformis caledonius* pour les parcelles labourées (photos).

Même des espèces « prairiales »

Le type d'utilisation et l'intensité d'exploitation ont une grande influence sur les communautés de champignons MA dans les sols agricoles : les prairies présentent généralement une diversité

plus élevée que les cultures, une exploitation extensive entraîne une augmentation du nombre d'espèces, une exploitation intensive la réduit, et l'on trouve plus d'espèces de champignons MA dans les sols cultivés pas ou peu travaillés que dans ceux qui le sont fréquemment. Cette dernière constatation confirme les résultats d'études antérieures sur le site de suivi à long terme « Oberacker » : on constate un accroissement de la richesse en espèces et de la diversité des champignons MA dans les parcelles sous semis direct depuis que l'on a renoncé au labour en 1994. Plusieurs espèces sont caractéristiques d'une culture sans labour et certaines sont aussi typiques des milieux prairiaux. On peut désigner *Septogloium constrictum* comme espèce indicatrice du semis direct de longue durée sur le site « Oberacker ». Pour les parcelles labourées, l'espèce caractéristique est *Funneliformis caledonius*. Parmi les diverses cultures, on constate que le nombre d'espèces de champignons MA est tendanciellement plus faible dans les parcelles de céréales d'automne (orge et blé d'automne) que dans celles de cultures intermédiaires (mélanges d'engrais verts, semis avant récolte). Un système de semis direct performant dépend d'un sol fertile et vivant. Favoriser des champignons MA, respectivement des espèces et des groupes de champignons MA spécifiques, pourrait apporter une contribution importante en ce sens.

Claudia MAURER¹, Murielle RÜDY¹, Andreas CHERVET¹, Wolfgang G. STURNY¹, René FLISCH² ET Fritz OEHL²

¹Service de la protection des sols du canton de Berne, Rütli, 3052 Zollikofen, Suisse

²Agroscope, Institut des sciences en durabilité agronomique IDU, 8046 Zurich, Suisse

(1) Une version plus longue de cet article est déjà parue dans la revue Recherche Agronomique Suisse, Octobre 2014, Numéro 10.

(2) Indice de diversité calculé selon Shannon-Weaver