

**Effets de quatre inoculum endomycorhiziens et du Basamid  
sur le développement racinaire de plants d'oignon,  
(*Allium cepa* L.) cultivés sur un sol infesté par  
*Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, Walker & Larson**

Mekinto BATCHO \*, Aboubacry KANE \*, Mouhamadou Lamine THIAM \*,  
Robin DUPONNOIS\*\* & Marc DUCOUSSO\*\*\*

\*Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de  
Dakar, B.P. 5005, Dakar, Sénégal.

\*\*Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM), B.P. 1386,  
Dakar, Sénégal.

\*\*\* CIRAD-Forêts/Direction de Recherche sur les Productions Forestières, Institut Sénégalais de Recherches  
Agricoles, B.P. 2312, Dakar, Sénégal.

**RÉSUMÉ.** - Des plants d'oignon (*Allium cepa* L.) inoculés par *Acaulospora* sp., *Glomus leptotichum*, *G. mosseae* et *Glomus* sp., ont été cultivés sur un sol infesté par *Pyrenochaeta terrestris*. Les colorations ont été faites au bleu trypan dans le lactophérol. Le système racinaire a été observé toutes les deux semaines jusqu'à la récolte pour la présence d'endomycorhizes et de pathogènes. La plupart des racines, quelque soit l'inoculum endomycorhizien, sont infestées par *Pyrenochaeta terrestris* et *Fusarium* sp. Dans certaines conditions, le pourcentage de racines mycorhizées sans pathogène augmente jusqu'à la 10<sup>e</sup> semaine de culture puis régresse. D'une manière générale, l'effet protecteur des mycorhizes est peu marqué puisque les racines roses se retrouvent sur les plants inoculés, les témoins, ainsi que ceux cultivés sur sol désinfecté au Basamid.

**Mots-clés.** - Racines roses, *Allium cepa*, *Pyrenochaeta terrestris*, endomycorhizes, *Acaulospora*, *Glomus*, *Fusarium*, Basamid.

**Effects of four endomycorrhizal inoculum and Basamid on the development of  
onion roots (*Allium cepa* L.) cultivated in a soil infected by *Pyrenochaeta terrestris*  
(Hansen) Gorenz, Walker & Larson**

**ABSTRACT.** - Onion plantlets (*Allium cepa* L.) inoculated with *Acaulospora* sp., *Glomus leptotichum*, *G. mosseae* and *Glomus* sp., were cultivated in a soil largely infected by *Pyrenochaeta terrestris*. Observations were carried out after root colouring with trypan blue in lactophenol. Every two weeks since harvest time, root systems have been recorded for VAM fungi and pathogen infection. Most roots, VAM inoculated or not are infected with *Pyrenochaeta terrestris* and *Fusarium* sp. The percentage of VAM infected roots increased until 10 weeks of cultivation and then decrease. The protecting effect of mycorrhizas against the pink root disease is not evident: in fact we observe pink roots as well as on inoculated plants as in control plants as in plants cultivated in soil disinfected with Basamid.

**Key words.** - Pink roots, *Allium cepa*, *Pyrenochaeta terrestris*, V.A-mycorrhizas, *Acaulospora*, *Glomus*, *Fusarium*, Basamid.

Fonds Documentaire ORSTOM

INTRODUCTION

Cote: B-18053 Ex: w

L'oignon, *Allium cepa* L. est une plante dont les bulbes et les feuilles vertes sont très appréciés comme aliments au Sénégal. Dans ce pays, sa culture sous forme maraîchère entraîne une production qui varie de 15 000 tonnes en 1972 à 20 000 tonnes en 1992, pendant que la consommation passe de 30 000 tonnes en 1985 d'après le Centre pour le Développement de l'Horticulture (CDH), à 32 000 tonnes en 1992 selon Camara. Une partie importante de cette production (12 000 tonnes) provient du Gandiolais, dans la région de Saint Louis (Nord-Ouest du Sénégal), où le sol est infesté par *Pyrenochaeta*

Fonds Documentaire ORSTOM



010018053



*Coloration des racines*

Le contenu de chaque pilulier est égoutté et transféré dans un tube à essai contenant 10 ml de KOH à 10 %. Les tubes à essai sont soit plongés dans un bain marie bouillant pendant 15 minutes soit autoclavés à 120° C pendant 20 minutes. Les racines sont ensuite rincées 3 fois à l'eau déminéralisée puis séchées sur du papier filtre avant d'être immergées dans une solution à 0,05 % poids/volume de bleu trypan dans du Lactophénol. L'ensemble est chauffé au bain marie bouillant pendant 3 à 5 minutes et les racines sont laissées dans le colorant jusqu'au refroidissement, puis rincées deux fois à l'eau distillée pour éliminer l'excès de colorant (Phillips & Haymann, 1970).

*Observation des racines roses au microscope photonique*

Le montage entre lame et lamelle est fait dans du glycérol à 20 %. La présence de mycélium MVA, de vésicules et arbuscules permet de classer le pied comme endomycorhizé, celle de primordia de pycnide et/ou de cellules infestées par *P. terrestris* de le classer comme atteint par la maladie des racines roses. L'infection par *Fusarium* sp. se remarque par la présence de mycélium ou de spores caractéristiques de ce champignon.

**RÉSULTATS**

Les premiers prélèvements racinaires ont été réalisés 6 semaines après la transplantation et les observations en microscopie photonique, faites après coloration ont montré, dans tous les cas, une très grande diversité d'infections racinaires. Seuls les résultats obtenus à partir de la 8<sup>ème</sup> semaine sont publiés ici.

**LES TÉMOINS**

*Plants non inoculés et cultivés sur sol non désinfecté au Basamid (Tableau I)*

Tableau I. Nombre et pourcentage (.) de racines infectées (en fonction du temps après le repiquage au champ) de plants d'oignon non inoculés et cultivés sur un sol non désinfecté. *Table I. Number and amount per cent (.) of infected roots of non inoculated onion plants cultivated on a non desinfectied soil, according to time (by weeks after transfer to field).*

Infections observées	Temps (en semaines).			
	8	10	12	14
Indemnes de tout champignon	1 (0,66)	1 (0,35)	0 (0,00)	0 (0,00)
Mycorhizées sans pathogène	8 (5,26)	38 (13,33)	14 (4,90)	0 (0,00)
Mycorhizées + <i>P. terrestris</i>	12 (7,89)	44 (15,44)	43 (15,03)	2 (5,27)
Mycorhizées + <i>Fusarium</i> sp.	23 (15,13)	119 (41,75)	77 (26,92)	0 (0,00)
Mycorhizées + <i>P. terrestris</i> + <i>Fusarium</i> sp.	15 (9,87)	46 (16,14)	57 (19,93)	20 (52,6)
Non mycorhizées + <i>P. terrestris</i>	16 (10,53)	17 (5,97)	43 (15,03)	4 (10,53)
Non mycorhizées + <i>Fusarium</i> sp.	52 (34,21)	10 (3,51)	15 (5,25)	0 (0,00)
Non mycorhizées + <i>P. terrestris</i> + <i>Fusarium</i> sp.	25 (16,45)	10 (3,51)	37 (12,94)	12 (31,6)
<b>Totaux</b>	<b>152 (100)</b>	<b>285 (100)</b>	<b>286 (100)</b>	<b>38 (100)</b>

### 8<sup>e</sup> semaine

Au niveau des blocs témoins, portant des plants non inoculés sur sol non désinfecté (Tableau I), il n'y avait presque pas de racines indemnes de tout champignon (pathogène ou mycorhize) après 8 semaines, alors que, plus de 75 % étaient envahies par *Fusarium* sp., parasite souvent associé à *P. terrestris* dans les racines roses de *Allium cepa* L. (Kreutzer, 1941; Hartz *et al.*, 1989). Le détail de ces observations se trouve résumé dans le tableau I. On remarque que seulement 5 % environ des racines sont mycorhizées sans pathogène. Cette endomycorhization caractérisée par la présence de mycélium MVA (mycorhizes à vésicules et arbuscules) a été confirmée par un travail d'extraction, d'isolement et d'étude statistique des spores du sol que nous avons effectué avant et après la transplantation des plants (résultats non publiés). Il y a des racines mycorhizées associées à *P. terrestris* (7,89 %) mais les associations mycorhize et *Fusarium* sp. s'observent dans 15 % environ des racines (Tableau I). Presque 10 % sont infestées en même temps par des mycorhizes, *P. terrestris* et *Fusarium* sp. et 10,53 % abritent *P. terrestris* seul. Le plus grand nombre de ces racines 34,21 % n'est pas mycorhizé mais infesté par *Fusarium* sp. Enfin nous avons noté que 16,45 % sont infestées par *P. terrestris* et *Fusarium* sp. sans aucune présence de mycorhize.

### 10<sup>e</sup> semaine

Au deuxième prélèvement, soit 10 semaines après la transplantation, le système racinaire s'est considérablement développé car 285 racines ont été examinées contre 152 au premier prélèvement. Pourtant le nombre de racines indemnes de tout champignon n'a pas varié (01) mais le pourcentage a diminué de moitié (0,35 %). Les racines mycorhizées sans pathogène ont fortement augmenté aussi bien en nombre (38) qu'en pourcentage (13,33 %). Les racines mycorhizées + *P. terrestris* ont doublé, 15,44 % au lieu de 7,89 % deux semaines plus tôt. Nous avons surtout noté que cette fois ci le plus grand nombre des racines (119) soit 41,75 % abrite l'association mycorhize + *Fusarium* sp. alors qu'au premier prélèvement, ce sont plutôt celles infestées de *Fusarium* seul qui étaient les plus nombreuses (52) et les plus importantes en pourcentage 34,21 %. Or ce rapport de racines à *Fusarium* sp. seul a été considérablement réduit à la dixième semaine à 3,51 %. On pourrait donc supposer qu'en dehors du développement de nouvelles racines, d'anciennes infestées de *Fusarium* et non mycorhizées, l'ont été par la suite à la 10<sup>e</sup> semaine et qu'ainsi la présence de *Fusarium* dans une racine n'empêchait pas l'arrivée des endomycorhizes. Les mycorhizées + *P. terrestris* + *Fusarium* sp. ont progressé (46 racines) ou 16,14 % alors que celles infestées par *P. terrestris* seul sont restées presque constantes en nombre (17) avec un pourcentage réduit de moitié (5,97 %). Enfin l'association *P. terrestris* + *Fusarium* sp. a bien diminué 3,51 % au lieu de 16,45 % (Tableau I).

### 12<sup>e</sup> semaine

Au bout de 12 semaines alors que le nombre de racines (286) est resté presque constant il y a néanmoins d'importantes modifications dans les détails. Ainsi, il n'y a plus de racines indemnes de tout champignon et le nombre des mycorhizées sans pathogène est fortement réduit (14) ainsi que son pourcentage (4,90 %). Les parasites ont donc pris de l'ampleur. Les mycorhizées + *P. terrestris* ont très peu évolué aussi bien en nombre (43 au lieu de 44) qu'en pourcentage (15,03 % au lieu de 15,44 %) au 2<sup>e</sup> prélèvement.

Dans le cas des mycorhizes + *Fusarium*, qui était le plus important précédemment, il l'est toujours à la 12<sup>e</sup> semaine, mais avec un effectif de 77 et un pourcentage plus réduit (26,92 %). La seule association en progression constante au regard des observations précédentes est mycorhize + *P. terrestris* + *Fusarium* sp. qui fait 19,93 % avec 57 racines. Ayant déjà noté plus haut la régression des racines abritant le couple mycorhize +

*Fusari.*  
pathog  
quent  
Gandic  
s'instai  
quer ic  
%). Le  
sp., sor  
semain  
sp. et *F*

A l:  
détruit  
de tout  
*Fusari*  
plus gr.  
*Fusari*  
stade q  
fin de c  
*terrest*  
ment, r  
ni l'un.  
donc q  
(1989)  
*terrest*

Pla  
Le  
*terrest*  
sévère  
le table

Tableau  
de plants  
cent(.) a  
to time (

Infec
Inder
cham
Myc
pathc
Myc
<i>P. ter</i>
Myc
<i>Fusa</i>
Myc
<i>P. ter</i>
<i>Fusa</i>
Non
<i>P. ter</i>
Non
<i>Fusa</i>
Non
<i>P. ter</i>
<i>Fusa</i>
Totau

*Fusarium*, cela laisse supposer qu'au moins une partie de ce duo a été envahie par le pathogène responsable de maladie des racines roses: *P. terrestris*. Il semble par conséquent qu'au cours du développement racinaire des oignons cultivés sur ce sol du Gandiolais c'est le *Fusarium* le premier pathogène qui naturellement et quantitativement s'installe, ensuite interviennent les mycorhizes avant *P. terrestris*. On peut aussi remarquer ici la considérable augmentation des racines infestées par le seul *P. terrestris* (15,03 %). Les plants plus âgés sont donc plus sensibles à ce parasite. Quant au seul *Fusarium* sp., son taux a peu évolué 5,25 % depuis la spectaculaire régression observée à la 10<sup>e</sup> semaine. Enfin de plus en plus de racines non mycorhizées sont envahies par *Fusarium* sp. et *P. terrestris* (12,94 %).

14<sup>e</sup> semaine

A la 14<sup>e</sup> et dernière semaine avant la récolte, le système racinaire est pratiquement détruit (38 racines au lieu de 286 au 3<sup>e</sup> prélèvement). Il n'y a plus de racines indemnes de tout champignon, plus de racines mycorhizées sans pathogène, ni de mycorhizées + *Fusarium* et enfin celles abritant *Fusarium* seul ont aussi disparu. Seul subsiste, et en plus grand nombre l'association mycorhize + *Fusarium* sp. + *P. terrestris* (52,6 %), puis *Fusarium* + *P. terrestris* (31,6 %) et *P. terrestris* seul (10,5 %). C'est probablement à ce stade que la totalité des racines est rose. Ainsi, en dehors du vieillissement des plants en fin de croissance, la réduction du système racinaire est probablement provoquée par *P. terrestris*. Les endomycorhizes du sol pénètrent dans les racines peut être plus tardivement, mais certainement de façon moins importante que *Fusarium*, mais une fois installé, ni l'un, ni l'autre, ni l'association des deux n'empêche l'arrivée de *P. terrestris*. Il semble donc que contrairement aux observations antérieures de Kreuzer (1941) et de Hartz *et al.* (1989) et en attendant d'autres preuves par culture *in vitro*, ce n'est pas toujours *P. terrestris* qui prédispose un plant d'oignon à l'attaque de *Fusarium* sp.

Plants non inoculés cultivés sur sol désinfecté au Basamid (Dazomet)

Le Basamid est l'un des rares fongicides ayant une action répressive contre *P. terrestris*. Il nous a paru important de tester l'effet de ce produit sur le sol du Gandiolais sévèrement infesté par le pathogène. Le détail de nos observations se trouve résumé dans le tableau II.

Tableau II. Nombre et pourcentage (%) de racines infectées (en fonction du temps après le repiquage au champ) de plants d'oignon non inoculés et cultivés sur un sol désinfecté au Basamid. Table II. Number and amount per cent (%) of infected roots of non inoculated onion plant cultivated on a soil desinfectated with Basamid, according to time (by weeks after transfer to field).

Infections observées	Temps (en semaines)			
	8	10	12	14
Indemnes de tout champignon	8 (3,85)	13 (6,70)	0 (0,00)	0 (0,00)
Mycorhizées sans pathogène	16 (7,69)	34 (17,53)	11 (9,73)	1 (1,28)
Mycorhizées + <i>P. terrestris</i>	1 (0,48)	6 (3,09)	1 (0,89)	1 (1,28)
Mycorhizées + <i>Fusarium</i> sp.	31 (14,91)	16 (8,25)	68 (60,18)	6 (7,69)
Mycorhizées + <i>P. terrestris</i> + <i>Fusarium</i> sp.	0 (0,00)	4 (2,06)	25 (22,12)	35 (44,9)
Non mycorhizées + <i>P. terrestris</i>	3 (1,44)	14 (7,22)	1 (0,89)	3 (3,85)
Non mycorhizées + <i>Fusarium</i> sp.	148 (71,15)	99 (51,03)	2 (1,77)	4 (5,10)
Non mycorhizées + <i>P. terrestris</i> + <i>Fusarium</i> sp.	1 (0,48)	8 (4,12)	5 (4,42)	28 (35,9)
Totaux	208 (100)	194 (100)	113 (100)	78 (100)

### 8<sup>e</sup> semaine

De manière générale on peut noter qu'à ce stade, le développement racinaire était à son maximum (208 racines) et qu'il est moins important que celui des plants cultivés sur sol non désinfecté. Néanmoins on retrouve les différents types de racines. Le taux de celles qui sont indemnes de tout champignon 3,85 % est déjà plus élevé, ainsi que celui des racines mycorhizées sans pathogène 7,69 %. L'influence du Basamid est encore plus marquée sur les racines infectées par *P. terrestris* car 1,44 % seulement sont uniquement parasitées par ce champignon, 0,48 % de mycorhizées + *P. terrestris*, aucune racine ne porte l'association mycorhize + *P. terrestris* + *Fusarium*. Il est donc certain que ce produit protège les plants d'oignon au stade 8 semaines contre *P. terrestris*.

En revanche, sur *Fusarium* sp., le Basamid a très peu d'effets car 148 racines soit 71,15 % sont parasitées uniquement par ce champignon qui devient ainsi le plus important des plants de 8 semaines cultivés ou non sur sol désinfecté. D'ailleurs le taux des mycorhizées + *Fusarium* soit 14,91 % est pratiquement identique à celui des témoins non traités, ce qui confirme l'inaction de ce produit sur ce parasite.

### 10<sup>e</sup> semaine

A ce stade le nombre total de racines est resté presque stationnaire. Le pourcentage de celles qui sont indemnes de tout champignon est plus élevé 6,7 % ainsi que celui des racines qui sont uniquement mycorhizées 17,53 %. Il semble donc qu'à ce niveau les effets parasitaires ont donc régressé.

Quant à la présence de *P. terrestris*, seul ou en association, on remarque une légère augmentation dans tous les cas par rapport aux chiffres notés 2 semaines plus tôt (mycorhize + *P. terrestris* 3,09 %, mycorhize + *P. terrestris* + *Fusarium* 2,06 %, *P. terrestris* seul 7,22 % et *P. terrestris* + *Fusarium* sp. 4,12 %). Néanmoins, l'effet du Basamid est remarquable puisqu'en comparant les résultats à ceux obtenus sur sol non désinfecté le taux des mycorhizées + *P. terrestris* est divisé par 5 et celui de l'association *P. terrestris* + *Fusarium* sp. + mycorhize par 8 en présence du produit.

*Fusarium* demeure plus fréquent dans les racines puisqu'on le retrouve seul dans 51,03 %. Il y a bien une réduction par rapport au taux obtenu 2 semaines plus tôt mais cela ne semble pas être dû à l'effet du Basamid puisque le phénomène s'observe de façon plus marquée en son absence (Tableau I).

### 12<sup>e</sup> semaine

Contrairement aux témoins non traités, il y a au bout de 12 semaines une nette diminution du système racinaire (113 racines au lieu de 208 à 8 semaines). Il n'y a plus de racine indemne de tout champignon et le taux des mycorhizées sans pathogène a considérablement baissé 9,73 %. Quant à *P. terrestris* seul ou associé aux mycorhizes le pourcentage est voisin de zéro (0,89 %).

Concernant *Fusarium* seul, il y a une réduction spectaculaire du taux qui intervient deux semaines plus tard, en comparaison aux témoins non traités de même âge. En revanche, l'association mycorhize + *Fusarium* constitue ici la fraction la plus importante avec un pourcentage de 60,18 % et cela ne semble pas être lié au traitement avec le Basamid puis que même en son absence (Tableau I), le taux de cette catégorie de racines était plus élevé chez les plants de même âge.

On peut aussi noter la progression non négligeable (22,12 %) du trio mycorhize + *P. terrestris* + *Fusarium* qui n'existait pas à 8 semaines, et n'était qu'à 2,06 % à 10 semaines. Cette évolution est aussi comparable à celle du témoin car dans les deux cas ces racines deviennent majoritaires en fin de culture à 14 semaines. L'effet du Basamid n'est donc pas évident à ce stade.

Le s  
ici, deu  
symptô  
Ce prod  
semaine  
lorsqu'i  
on le ret  
*P. terre*  
traité (T

Pla

Cett  
rhizes s  
sur un s  
des spo  
de ces  
recher  
arbuscu

Pla

Tableau I  
de plants  
plants im

Infec

Inden  
cham  
Myco  
patho  
Myco  
*P. ter*  
Myco  
*Fusar*  
Myco  
*P. ter*  
*Fusar*  
Non t  
*P. ter*  
Non t  
*Fusar*  
Non t  
*P. ter*  
*Fusar*

Totau

Le  
régress  
Il n'  
qui ont

14<sup>e</sup> semaine

Le système racinaire est toujours réduit en fin de cycle (Tableau I), mais il demeure ici, deux fois plus important (78 racines) que chez le témoin (38). Néanmoins les symptômes racinaires et l'évolution des taux sont semblables avec ou sans le Basamid. Ce produit est surtout caractérisé par son action anti *P. terrestris* marqué à la 8<sup>e</sup> et à la 10<sup>e</sup> semaine. Alors que *Fusarium* n'en n'est pas sensible, il réduit la présence du pathogène lorsqu'il est seul ou associé aux mycorhizes (Tableaux I & II). Par contre, à la 14<sup>e</sup> semaine, on le retrouve dans la plupart des racines avec *Fusarium* ou en association mycorhize + *P. terrestris* + *Fusarium* ; et dans ce cas, ce phénomène s'observe également sur sol non traité (Tableau I).

*Plants inoculés par les différentes souches d'endomycorhizes*

Cette étude a été réalisée sur des plants inoculés par l'un ou l'autre des endomycorhizes suivantes *Glomus* sp., *G. leptotichum*, *Acaulospora* sp. et *G. mosseae*, et cultivés sur un sol non désinfecté au Basamid. Ce sol abrite naturellement en plus des pathogènes, des spores d'endomycorhizes. Nos observations ne font pas de différence entre les effets de ces dernières et ceux de l'inoculum étudié. Comme dans les cas précédents, nous recherchons seulement la présence de mycélium d'endomycorhize avec vésicules et arbuscules, puis celle des pathogènes et plus précisément *P. terrestris* et *Fusarium* sp.

*Plants inoculés par Glomus sp. (Tableau III)*

Tableau III: Nombre et pourcentage (.) de racines infectées (en fonction du temps après le repiquage au champ) de plants d'oignon inoculés par *Glomus* sp. Table III: Number and amount per cent (.) of infected roots of onion plants inoculated with *Glomus* sp. according to time (by weeks after transfer to field).

Infections observées	Temps (en semaines)			
	8	10	12	14
Indemnes de tout champignon	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Mycorhizées sans pathogène	23 (10,60)	3 (1,83)	0 (0,00)	0 (0,00)
Mycorhizées + <i>P. terrestris</i>	43 (19,82)	24 (14,67)	10 (7,09)	8 (18,60)
Mycorhizées + <i>Fusarium</i> sp.	78 (35,94)	27 (16,46)	15 (10,64)	0 (0,00)
Mycorhizées + <i>P. terrestris</i> + <i>Fusarium</i> sp.	43 (19,82)	42 (25,61)	62 (43,97)	10 (23,2)
Non mycorhizées + <i>P. terrestris</i>	13 (5,99)	30 (18,29)	28 (19,86)	14 (32,6)
Non mycorhizées + <i>Fusarium</i> sp.	3 (1,38)	13 (7,93)	1 (0,71)	0 (0,00)
Non mycorhizées + <i>P. terrestris</i> + <i>Fusarium</i> sp.	14 (6,45)	25 (15,24)	25 (17,73)	11 (25,6)
Totaux	217 (100)	164 (100)	141 (100)	43 (100)

Le développement racinaire est maximal (217) dès la 8<sup>e</sup> semaine, puis commence à régresser jusqu'à la fin de l'expérience (14<sup>e</sup> semaine).

Il n'y avait pas une seule racine indemne de tout champignon sur tous les prélèvements qui ont été observés (Tableau III).

#### 8<sup>e</sup> semaine

Contrairement à ce qu'on pouvait espérer, le taux des mycorhizées sans pathogène n'était que de 10,60 % à la 8<sup>e</sup> semaine puis il s'est presque annulé à partir du prélèvement suivant (10<sup>e</sup> semaine). L'efficacité de l'inoculum *Glomus* sp. n'est donc pas évidente. Quant aux mycorhizes + *P. terrestris*, le taux (19,82 %) est plus élevé à 8 semaines que celui des deux sols précédents. Les autres associations avec *P. terrestris* tel que mycorhize + *Fusarium* + *P. terrestris*, 19,82 % ou *P. terrestris* + *Fusarium* 6,45 % ou *P. terrestris* seul 5,99 % montrent que dans ce champ d'oignon au nord du Sénégal ce pathogène résiste mieux aux endomycorhizes du genre *Glomus* sp. qu'au Basamid. Les racines les plus observées à la 8<sup>e</sup> semaine sont celles qui sont infestées par *Fusarium* associé aux mycorhizes 35,94 % pendant que *Fusarium* seul n'occupe que 1,38 % du système. Cela donne l'impression que les endomycorhizes naturelles et l'inoculum *Glomus* sp. prédisposent les plants à l'infection par *Fusarium*.

#### 10<sup>e</sup> semaine

Alors que les plants réduisent déjà leur système racinaire, 164 racines au lieu de 217, ce qui est d'habitude caractéristique du vieillissement, le nombre et le pourcentage des racines infestées par *P. terrestris* augmentent: *P. terrestris* passe de 5,99 % à 18,29 %, *P. terrestris* + *Fusarium* atteint 15,24 % et mycorhize + *Fusarium* + *P. terrestris* a le plus fort pourcentage de la 10<sup>e</sup> semaine 25,61 %. Seule l'association mycorhize + *P. terrestris* est en baisse avec 14,67 %. *Fusarium* seul est en légère hausse 7,93 %, mais mycorhize + *Fusarium* qui dominait à la 8<sup>e</sup> semaine est en forte réduction 16,46 %. Il semble que le vieillissement prématuré des plants favorise la présence et le développement de *P. terrestris* et ses associations alors que *Fusarium* seul ou avec les mycorhizes occupe un nombre plus réduit de racines. En tout cas, la protection des plants d'oignon par les mycorhizes contre les pathogènes *Fusarium* sp. et *P. terrestris* est moins évidente à la 10<sup>e</sup> semaine (Tableau III).

#### 12<sup>e</sup> semaine

A ce stade, on observe encore l'augmentation des pourcentages de racines envahies par *P. terrestris* et ses associations, à l'exception des mycorhizes + *P. terrestris* 7,09 %. Les autres sont les plus importants de la 12<sup>e</sup> semaine: *P. terrestris* 19,86 %, *P. terrestris* + *Fusarium* sp. 17,73 % et *P. terrestris* + *Fusarium* + mycorhize 43,97 %. *Fusarium* seul (0,71 %) ou en association avec les mycorhizes (10,64 %) régresse toujours. Il n'y a plus une seule racine mycorhizée sans pathogène (Tableau III).

#### 14<sup>e</sup> semaine

Les plants ont perdu presque toutes leurs racines (43) surtout par pourrissement provoqué par les pathogènes. Il n'y a plus de racines parasitées uniquement par *Fusarium* sp. ni par *Fusarium* sp. + mycorhize. Seuls subsistent *P. terrestris* et ses associations. Ce champignon occupe à lui tout seul 32,6 % du système racinaire. Le reste, *P. terrestris* + *Fusarium* sp. 25,6 %, *P. terrestris* + *Fusarium* + mycorhize 23,2 % et *P. terrestris* + mycorhize 18,60 % laisse supposer qu'en fin de culture (14 semaines), le vieillissement des plants ainsi que la présence de *P. terrestris* favorisent le développement des *Fusarium*. Quant à l'effet de l'inoculum (*Glomus* sp.) et des endomycorhizes du sol, ces résultats indiquent bien qu'ils n'empêchent pas les attaques du système racinaire par *Fusarium* sp. et *P. terrestris* dès la 8<sup>e</sup> semaine, ni la prolifération de ce dernier tout au long de la culture.

Pla  
Les  
dans le  
légère  
indemi  
Tableau  
de plants  
plants in

Infec

Indei  
cham  
Myc  
pathc  
Myc  
*P. ter*  
Myc  
*Fusa*  
Myc  
*P. ter*  
*Fusa*  
Non  
*P. ter*  
Non  
*Fusa*  
Non  
*P. ter*  
*Fusa*

Tota

Le  
l'inefi  
racine  
que le  
L  
pathc  
*Fusa*  
le plu  
C  
terres  
donc  
mass

L  
*Fusa*  
poure  
de fa  
*P.*  
assoc  
%, *P.*

*Plants inoculés par Glomus mosseae* (Tableau IV)

Les plants inoculés par *G. mosseae* ont un développement racinaire plus limité que dans les cas précédents à 8 semaines. Néanmoins l'évolution est semblable avec une légère amélioration en fin de culture (Tableau IV). Ici, il n'y a pas non plus de racine indemne de tout champignon.

Tableau IV. Nombre et pourcentage (.) de racines infectées (en fonction du temps après le repiquage au champ) de plants d'oignon inoculés par *G. mosseae*. Table IV. Number and amount per cent (.) of infected roots of onion plants inoculated with *G. mosseae* according to time (by weeks after transfer to field).

Infections observées	Temps (en semaines)			
	8	10	12	14
Indemnes de tout champignon	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Mycorhizées sans pathogène	13 (7,07)	3 (1,84)	0 (0,00)	0 (0,00)
Mycorhizées + <i>P. terrestris</i>	51 (27,72)	18 (11,04)	29 (23,39)	9 (10,00)
Mycorhizées + <i>Fusarium</i> sp.	7 (3,80)	19 (11,65)	10 (8,06)	3 (3,33)
Mycorhizées + <i>P. terrestris</i> + <i>Fusarium</i> sp.	28 (15,22)	48 (29,45)	71 (57,26)	27 (30,0)
Non Mycorhizées + <i>P. terrestris</i>	53 (28,80)	34 (20,86)	10 (8,06)	20 (22,2)
Non mycorhizées + <i>Fusarium</i> sp.	0 (0,00)	2 (1,23)	0 (0,00)	1 (1,17)
Non mycorhizées + <i>P. terrestris</i> + <i>Fusarium</i> sp.	32 (17,39)	39 (23,93)	4 (3,23)	30 (33,3)
Totaux	184 (100)	163 (100)	124 (100)	90 (100)

8<sup>e</sup> semaine

Le taux anormalement bas des racines mycorhizées sans pathogène, confirme l'inefficacité des endomycorhizes déjà relevée avec *Glomus* sp. (Tableau III). Aucune racine n'abrite uniquement les *Fusarium* et on peut attribuer la cause à l'inoculum parce que les mêmes observations ont été faites avec *Glomus* sp. (Tableau III).

Les chiffres sont d'ailleurs restés nuls ou très faibles jusqu'à la fin de la culture. Ce pathogène ne survit qu'avec les autres parasites ou symbiotes tel que mycorhize + *Fusarium* 3,80 %. *P. terrestris* occupe tout seul 28,80 % des racines, c'est le pourcentage le plus important des différentes catégories de racines observées à la 8<sup>e</sup> semaine.

On le retrouve avec les mycorhizes au taux de 27,72 % puis dans les associations *P. terrestris* + *Fusarium* 17,39 % et *P. terrestris* + *Fusarium* + mycorhize 15,22 %. On peut donc déduire de ces chiffres que les endomycorhizes naturelles du sol et l'inoculum *G. mosseae* ne réduisent pas l'attaque du système racinaire par *P. terrestris* à la 8<sup>e</sup> semaine.

10<sup>e</sup> semaine

La présence des mycorhizes sans pathogène est réduite à 1,84 % de la même façon que *Fusarium* qui fait une légère apparition 1,23 % (Tableau IV). Par contre, le nombre et le pourcentage de racines infestées à la fois par *Fusarium* et les mycorhizes ont augmenté de façon significative 11,65 % au lieu de 3,80 % à la 8<sup>e</sup> semaine.

*P. terrestris* reste le parasite le plus important que l'on retrouve dans toutes les associations fongiques au sein de la plupart des racines: mycorhize + *P. terrestris* 11,04 %, *P. terrestris* seul 20,86 %, *P. terrestris* + *Fusarium* 23,93 %, le trio *P. terrestris* +

*Fusarium* + mycorhize 29,45 %, cette dernière valeur étant presque le double de celle relevée à la 8<sup>e</sup> semaine. Le rôle de l'inoculum *G. mosseae* sur ce pathogène n'est donc toujours pas évident à la 10<sup>e</sup> semaine.

#### 12<sup>e</sup> semaine

Il n'y a plus de racines mycorhizées sans pathogène et la légère apparition du *Fusarium* seul à la 10<sup>e</sup> semaine a aussi disparu, alors que ce champignon associé aux mycorhizes, parasite encore 8,06 % du système racinaire des plants supposés protégés par *G. mosseae*. *P. terrestris* seul régresse à 8,06 % ainsi que son association avec *Fusarium* 3,23 %, néanmoins il reste présent dans la majorité des racines avec la progression du trio *P. terrestris* + *Fusarium* + mycorhize à 57,26 % et celle de *P. terrestris* + mycorhize 23,39 %. L'analyse globale des chiffres depuis la 8<sup>e</sup> semaine indique bien que c'est ce pathogène (*P. terrestris*) qui favorise l'attaque du *Fusarium* et le développement des endomycorhizes parce qu'aucun de ces deux champignons ne subsiste seul dans les racines.

#### 14<sup>e</sup> semaine

Naturellement, le vieillissement des plants et le pourrissement des racines provoqué par les parasites sont responsables de la régression du nombre de racines étudiées à la fin de cette culture. D'ailleurs il n'y a toujours pas de mycorhizées sans pathogène et les observations ne montrent qu'une seule racine sur 90 avec *Fusarium* comme unique parasite. Le couple *Fusarium* + mycorhize n'est pas beaucoup plus important avec 3,33 %. Par conséquent la totalité des plants sont atteints par la maladie des racines roses provoquée par *P. terrestris*. En effet, on le trouve seul ou en association dans les proportions suivantes: *P. terrestris* 22,22 %, *P. terrestris* + *Fusarium* sp. 33,34 %, *P. terrestris* + mycorhize 10 % et *P. terrestris* + *Fusarium* + mycorhize 30 %. En conclusion, l'inoculum *G. mosseae* et les endomycorhizes du sol n'ont pas préservé les plants des pathogènes puisqu'aucune racine n'était indemne de tout champignon et les mycorhizées sans pathogènes étaient déjà très peu significatives dès la 10<sup>e</sup> semaine. Enfin *P. terrestris* a envahi le système racinaire de la 8<sup>e</sup> semaine jusqu'à la fin de la culture (Tableau IV).

#### Plants inoculés par *Glomus leptotichum* (Tableau V).

Tableau V. Nombre et pourcentage (.) de racines infectées (en fonction du temps après le repiquage au champ) de plants d'oignon inoculés par *G. leptotichum*. Table V. Number and amount per cent (.) of infected roots of onion plants inoculated with *G. leptotichum* according to time (by weeks after transfer to field).

Infections observées	Temps (en semaines)			
	8	10	12	14
Indemnes de tout champignon	5 (3,57)	1 (0,60)	0 (0,00)	0 (0,00)
Mycorhizées sans pathogène	29 (20,72)	29 (17,47)	3 (2,07)	0 (0,00)
Mycorhizées + <i>P. terrestris</i>	2 (1,43)	23 (13,86)	17 (11,72)	4 (7,12)
Mycorhizées + <i>Fusarium</i> sp.	56 (40,0)	62 (37,35)	38 (26,21)	1 (1,79)
Mycorhizées + <i>P. terrestris</i> + <i>Fusarium</i> sp.	1 (0,71)	29 (17,47)	36 (24,83)	20 (35,7)
Non mycorhizées + <i>P. terrestris</i>	12 (8,57)	15 (9,04)	18 (12,41)	8 (14,29)
Non mycorhizées + <i>Fusarium</i> sp.	35 (25,0)	2 (1,20)	6 (4,14)	0 (0,00)
Non mycorhizées + <i>P. terrestris</i> + <i>Fusarium</i> sp.	0 (0,00)	5 (3,01)	27 (18,62)	23 (41,1)
Totaux	140 (100)	166 (100)	145 (100)	56 (100)

### 8<sup>e</sup> semaine

Les plants inoculés par *G. leptotichum* et cultivés sur sol non désinfecté présentent dès la 8<sup>e</sup> semaine 3,57 % de racines indemnes de tout champignon et 20,72 % de mycorhizées sans pathogène. C'est le premier inoculum qui produit des taux aussi élevés de racines dépourvues de parasites au début des observations. De plus *P. terrestris* seul ne fait que 8,57 %, *P. terrestris* + *Fusarium* 0 %, mycorhize + *P. terrestris* 1,43 % et *P. terrestris* + *Fusarium* + mycorhize 0,71 %. C'est aussi la première fois que des taux aussi bas concernant *P. terrestris* et ses associations sont notés à la 8<sup>e</sup> semaine. A ce stade l'inoculum *G. leptotichum* semble plus efficace que les deux précédents et même plus actif que le Basamid. Par contre, son action contre *Fusarium* est beaucoup moins significative car 25 % des racines sont infestées uniquement par ce champignon et on observe son association avec les mycorhizes dans 40 % du système racinaire. Ce dernier est d'ailleurs plus réduit (140 racines) que celui des inoculés précédents mais la différence est qu'ici sa mise en place complète (166 racines) n'intervient qu'à la 10<sup>e</sup> semaine.

### 10<sup>e</sup> semaine

Déjà les racines indemnes de tout champignon sont en voie de disparition (0,60 %), mais les mycorhizées sans pathogènes (17,47 %) sont toujours présentes bien qu'en légère régression. Celles infestées uniquement par *Fusarium* sont fortement réduites (1,20 %), mais l'association de ce dernier avec les mycorhizes est encore détectée dans la majorité des racines 37,35 %.

*P. terrestris* apparaît de manière plus importante. Seul, il fait 9,04 %, + *Fusarium* 3,01 % au lieu de 0 % à la 8<sup>e</sup> semaine et *P. terrestris* + mycorhize 13,86 % au lieu de 1,43 % deux semaines plus tôt. Enfin, le trio *P. terrestris* + mycorhize + *Fusarium* 17,47 % est en progression significative. Dans tous les cas, c'est seulement avec *G. leptotichum* comme inoculum que l'on obtient encore 17,47 % des racines mycorhizées et dépourvues de pathogène à la 10<sup>e</sup> semaine.

### 12<sup>e</sup> semaine

A cette période, il n'y a plus de racine indemne de tout champignon et le nombre de mycorhizées sans pathogène est en forte régression 2,07 %. Bien que *Fusarium* seul n'infeste que 4,14 %, son association avec les mycorhizes se retrouve dans 26,21 %, le taux le plus élevé de catégorie d'infections à la 12<sup>e</sup> semaine. En étudiant les chiffres depuis la 8<sup>e</sup> semaine, on remarque que cette association fongique a toujours été la plus importante dans les racines de ces plants inoculés par *G. leptotichum*. *P. terrestris* progresse comme si le vieillissement du système racinaire favorisait son extension. Seul il fait 12,41 %, + *Fusarium* 18,62 % au lieu de 3 % à la 10<sup>e</sup> semaine, *P. terrestris* + mycorhize 11,72 % et le trio *P. terrestris* + *Fusarium* + mycorhize 24,83 % est l'une des associations fongiques en continuelle augmentation au sein des racines depuis le début des observations (8<sup>e</sup> semaine).

### 14<sup>e</sup> semaine

Comme d'habitude le nombre de racines est très réduit à ce stade (56) à cause du pourrissement de la majorité et du vieillissement du reste. Le taux des indemnes de tout champignon ainsi que celui des mycorhizées sans pathogène sont nuls. Cette action bénéfique notée au début des observations et attribuée à l'inoculum *G. leptotichum*, disparaît complètement à la 14<sup>e</sup> semaine. Il n'y a plus de racines infectées uniquement par *Fusarium* et l'association de ce dernier avec les mycorhizes qui avait depuis la 8<sup>e</sup> semaine le taux le plus élevé se trouve réduite à 1,79 %. Tout le reste est atteint de la maladie des racines roses provoquée par *P. terrestris* qui existe partout et en forte progression dans

de celle  
n'est donc

variation du  
associé aux  
notés par  
*Fusarium*  
son du trio  
hize 23,39  
par pathogène  
indomyco-  
mies.

provoqué  
ées à la fin  
gène et les  
me unique  
avec 3,33  
ines roses  
n dans les  
3,34 %. *P.*  
conclusion,  
plants des  
mycorhizées  
*P. terrestris*  
bleau IV).

age au champ)  
en pied, roots of

14
0 (0,0)
0 (0,0)
4 (7,12)
1 (1,79)
20 (35,7)
3 (4,29)
0 (0,0)
25 (41,1)
55 (100)

la plupart des cas. Par exemple *P. terrestris* + *Fusarium* qui était à 0 % à la 8<sup>e</sup> semaine fait 41,1 % en fin de culture. Il en est de même du trio *P. terrestris* + *Fusarium* + mycorhize qui occupe 35,7 % alors qu'il n'avait que 0,71 % au début des relevés. Quant aux racines infectées uniquement par *P. terrestris*, le taux qui n'a pas cessé d'augmenter, atteint 14,29 % et le couple mycorhize + *P. terrestris* 7,12 %.

Le résultat final est semblable à celui obtenu dans les autres conditions expérimentales. Tous les plants sont atteints de la maladie et l'inoculum *G. leptotichum* est inefficace.

*Plants inoculés avec Acaulospora sp. (Tableau VI)*

Tableau VI. Nombre et pourcentage (.) de racines infectées (en fonction du temps après le repiquage au champ) de plants d'oignon inoculés par *Acaulospora sp.* Table VI. Number and amount per cent (.) of infected roots of onion plants inoculated with *Acaulospora sp.* according to time (by weeks after transfer to field).

Infections observées	Temps (en semaines)			
	8	10	12	14
Indemnes de tout champignon	3 (1,93)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
Mycorhizées sans pathogène	46 (29,68)	62 (27,68)	0 (0,00)	0 (0,00)
Mycorhizées + <i>P. terrestris</i>	9 (5,81)	15 (6,70)	47 (28,31)	23 (30,7)
Mycorhizées + <i>Fusarium sp.</i>	70 (45,16)	100 (44,65)	6 (3,62)	1 (1,30)
Mycorhizées + <i>P. terrestris</i> + <i>Fusarium sp.</i>	0 (0,00)	25 (11,16)	67 (40,36)	31 (41,3)
Non mycorhizées + <i>P. terrestris</i>	11 (7,10)	7 (3,12)	22 (13,25)	14 (18,7)
Non mycorhizées + <i>Fusarium sp.</i>	16 (10,32)	7 (3,12)	2 (1,21)	0 (0,00)
Non mycorhizées + <i>P. terrestris</i> + <i>Fusarium sp.</i>	0 (0,00)	8 (3,57)	22 (13,25)	6 (8,00)
Totaux	155 (100)	224 (100)	166 (100)	75 (100)

8<sup>e</sup> semaine

Comme les plants inoculés par *G. leptotichum* ou ceux non inoculés cultivés sur sol non traité, le système racinaire n'est pas entièrement développé à la 8<sup>e</sup> semaine. Pourtant quelques racines 1,93 % sont indemnes de tout champignon et probablement plusieurs plants sont mycorhizés sans pathogène puis que le taux racinaire atteint la valeur de 29,68 %. La majorité des racines sont attaquées par *Fusarium* 10,32 % et son association avec les mycorhizes a la taux le plus élevé des différentes catégories 45,16 %. Quant à *P. terrestris*, on a l'impression, comme dans le cas des plants traités au Basamid qu'il est au moins traumatisé par l'inoculum *Acaulospora sp.* Par exemple *P. terrestris* n'atteint que 7,10 % et ce taux est encore moins élevé lorsqu'il est associé aux mycorhizes 5,81 %. Enfin, il n'y a pas de racine attaquée par le couple *P. terrestris* + *Fusarium* ni par le trio *P. terrestris* + *Fusarium* + mycorhize 0 %.

10<sup>e</sup> semaine

A ce stade le développement racinaire est achevé avec un maximum de 224 unités pour les 15 plants arrachés. Il n'y a plus d'indemne de tout champignon mais le taux des mycorhizées sans pathogène est aussi important 27,68 %.

Alors que le pourcentage de racines infestées uniquement par *Fusarium* régresse à 3,12 %, on note une augmentation significative en nombre de racines envahies par

*Fusarium* + mycorhize qui passe de 70 à 100 avec un taux qui n'est que de 44,65 %, le plus fort pourcentage des différentes catégories.

*P. terrestris* diminue à 3,12 % mais son association avec *Fusarium* qui n'existait pas à la 8<sup>e</sup> semaine apparaît à 3,57 %. Il en est de même du trio *P. terrestris* + *Fusarium* + mycorhize qui atteint 11,16 %. Le taux de racines infestées par le couple mycorhize + *P. terrestris* a peu évolué 6,70 %. On peut déduire de ces observations que l'inoculum *Acaulospora* sp. n'empêche ni l'attaque par *Fusarium* sp. ni par *P. terrestris* à la 10<sup>e</sup> semaine.

12<sup>e</sup> semaine

A partir de cette période, les mycorhizées sans pathogène disparaissent parce qu'elles sont probablement envahies par *P. terrestris*, car le pourcentage de racines infectées par le couple mycorhize + *P. terrestris* passe de 6,70 % à 28,31 % pendant le même temps. Le taux des non mycorhizées + *Fusarium* se réduit à 1,21 % ainsi que celui des mycorhizées + *Fusarium* qui se sont développées dans la majorité des racines étudiées à la 8<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> semaine et qui se retrouvent brusquement limitées à 3,62 %. C'est encore *P. terrestris* qui prolifère 13,25 % et toutes ses associations sont en progression, *P. terrestris* + *Fusarium* passe de 3,57 % à 13,25 % et *P. terrestris* + mycorhize de 6,70 % à 28,31 %. A l'exception des sols désinfectés ou non, où *Fusarium* et surtout son association mycorhize + *Fusarium* se retrouve dans la plupart des racines à la 12<sup>e</sup> semaine, tous les plants inoculés par les trois genres de *Glomus* ont leur système racinaire envahi par ce pathogène à la même période. Seul le Basamid en a limité les effets sur sol traité (Tableau II).

14<sup>e</sup> semaine

En fin de culture, les plants d'oignon sont physiologiquement sénescents et les racines pourries restent dans le sol; seules quelques-unes (75) encore attachées aux bulbes et entièrement atteintes de la maladie des racines roses sont analysées après coloration. Les indemnes de tout champignon ainsi que les mycorhizées sans pathogène n'existent plus depuis le dernier prélèvement. Aucun élément du système racinaire n'est uniquement parasité par *Fusarium*, ce phénomène est déjà observé en fin de culture sur les plants inoculés avec *Glomus* sp. (Tableau III) ou non inoculés et cultivés sur sol non désinfecté (Tableau I). Les résultats résumés dans les tableaux I & II sont pratiquement semblables à ceux du tableau VI à la 14<sup>e</sup> semaine, puisqu'aussi dans ces cas les mycorhizées + *Fusarium* qui étaient importantes en nombre et pourcentage au début sont presque inexistantes à la fin. Dans le cas présent, la totalité du reste des racines est infestée par *P. terrestris* et ses associations: *P. terrestris* 18,7 %, *P. terrestris* + *Fusarium* 8 %, *P. terrestris* + mycorhize 30,7 % et *P. terrestris* + *Fusarium* + mycorhize 41,3 %. On retrouve ces mêmes associations avec des pourcentages quelque peu différents dans les tableaux I & III.

ETUDE COMPARÉE DES INFECTIONS RACINAIRES PROVOQUÉES PAR CHAQUE CHAMPIGNON, SYMBIOTE OU PATHOGENE, SUR LES PLANTS CULTIVÉS SUR LE SITE EXPERIMENTAL

Les plants d'oignon cultivés sur le sol du Gandiolais qui renferme naturellement des endomycorhizes et auxquelles nous avons ajouté des inoculums de différents genres, n'ont pas été protégés contre *P. terrestris*, ni contre *Fusarium* sp. Il semble même que dans certains cas la présence des symbiotes ne s'observe qu'en association avec l'un ou l'autre ou les deux pathogènes à la fois. Lorsque les mycorhizes s'installent les premières

dans les racines, elles n'empêchent ni l'arrivée ni le développement de *Fusarium* sp. encore moins celui de *P. terrestris* qui dans tous les cas, domine les deux autres champignons en fin de culture. Le système racinaire se trouve toujours réduit par la pourriture provoquée par la maladie des racines roses. Pour mieux apprécier les effets individuels de ces champignons qui sont rarement seuls mais souvent en association dans les racines, il nous a semblé intéressant de comptabiliser celles envahies par les uns et les autres, de déterminer leur pourcentage en fonction du temps et du traitement et d'en tirer une étude comparée.

#### Racines mycorhizées (Tableau VII)

Tableau VII. Nombre et pourcentage (.) de racines d'oignon mycorhizées en fonction du temps, de l'inoculum et du traitement du sol au Basamid. Table VII. Number and percentage (.) of mycorrhiza roots, according to time, inoculum and soil treatment with Basamid.

Traitements	Temps (en semaines)			
	8	10	12	14
Sol non désinfecté	58 (38,14)	247 (86,66)	191 (66,78)	22 (57,7)
Sol désinfecté	48 (23,08)	60 (30,93)	105 (92,92)	43 (55,1)
<i>Glomus</i> sp.	187 (86,18)	96 (58,54)	87 (61,70)	18 (41,7)
<i>G. mosseae</i>	99 (53,81)	88 (53,98)	110 (88,71)	39 (43,3)
<i>G. leptotichum</i>	88 (62,86)	143 (86,15)	94 (64,83)	25 (44,6)
<i>Acaulospora</i> sp.	125 (80,65)	202 (90,19)	120 (72,29)	55 (73,3)

#### 8<sup>e</sup> semaine

Dès la 8<sup>e</sup> semaine, les plants non inoculés cultivés sur sol désinfecté présentent 38,14 % de racines mycorhizées. Il s'agit là comme nous l'avons déjà dit des endomycorhizes naturelles du sol puisque nous n'avons utilisé aucun inoculum. Ce pourcentage est légèrement plus faible 23,08 % sur sol désinfecté, le Basamid qui est actif contre *P. terrestris* n'empêche donc pas le développement des symbiotes. L'usage des inoculums améliore nettement l'installation des mycorhizes: *Glomus* sp. 86,18 %, *G. mosseae* 53,81 %, *G. leptotichum* 62,86 % et *Acaulospora* sp. 80,65 %. Nous précisons que ces chiffres englobent les racines portant uniquement les endomycorhizes auxquelles s'ajoutent celles infestées par les associations mycorhize + *Fusarium* sp., mycorhize + *Fusarium* sp. + *P. terrestris* et mycorhize + *P. terrestris*.

#### 10<sup>e</sup> semaine

Le potentiel racinaire est plus important et les mycorhizées ont considérablement augmenté en nombre et en pourcentage sur sol non désinfecté. Il en est de même sur sol désinfecté. Les plants inoculés avec *G. mosseae*, *G. leptotichum* et *Acaulospora* sp. ont aussi une progression de leur taux de mycorhization. Le taux le moins élevé est observé sur sol désinfecté à la 8<sup>e</sup> semaine 23,08 % ainsi qu'à la 10<sup>e</sup> semaine 30,93 %. Ce qui laisse supposer que le Basamid, s'il n'empêche pas la pénétration des endomycorhizes, réduit quelque peu leur développement. Le taux le plus élevé 90,19 % concerne les plants inoculés avec *Acaulospora* sp., dans ce cas ce sont les mycorhizées sans pathogène et les associations mycorhize + *Fusarium* qui occupent le maximum de racines (Tableau VI).

#### 12<sup>e</sup> semaine

Les plants cultivés sur sol désinfecté présentent le pourcentage le plus important 92,92 % qui correspond en fait à une augmentation spectaculaire des mycorhizes + *Fusarium*. Nous en avons conclu que des racines qui étaient au départ infestées par *Fusarium*

sp. on  
semen  
Les in

En  
traite  
symbi  
car b  
pouca  
Acaul  
temp

Racine

Tablea  
de l'inc  
P. terre

Tra

Sol n  
Sol d  
Glo  
G. m  
G. le  
Aca

Le  
Fusar  
désinf  
saler  
traité  
% et

pouca  
à la  
mycor  
varié  
effec

At  
para  
mycor  
et Aca

P.  
désinf  
rappe

sp. ont été envahies par la suite par les mycorhizes (Tableau II). D'ailleurs cet envahissement progressif s'observe de façon régulière depuis la 8<sup>e</sup> semaine sur ce sol désinfecté. Les inoculés par *G. mosseae* ont aussi évolué en pourcentage (Tableau VII).

#### 14<sup>e</sup> semaine

En fin de culture (14<sup>e</sup> semaine) on aurait pu espérer, au moins dans l'un des différents traitements 100 % de racines mycorhizées compte tenu du rôle protecteur de ces symbiotes et surtout des différents inoculum expérimentés. En réalité, il n'en est rien, car bien que le système racinaire soit dans tous les cas réduit à cette période, le pourcentage des racines varie de 40 à 58 % à la seule exception des plants inoculés par *Acaulospora* sp. qui ont 73,30 %. De plus la presque totalité de ces racines est en même temps infestée par *P. terrestris*.

#### Racines infestées par *Pyrenochaeta terrestris* (Tableau VIII)

Tableau VIII.. Nombre et pourcentage (.) de racines d'oignon infestées par *P. terrestris* en fonction du temps, de l'inoculum et du traitement du sol au Basamid. Table VIII. Number and percentage (.) of roots infected by *P. terrestris*, according to time, inoculum and soil treatment with Basamid.

Traitements	Temps (en semaines)			
	8	10	12	14
Sol non désinfecté	68 (44,74)	117 (41,06)	180 (62,93)	38 (100)
Sol désinfecté	5 (2,40)	32 (16,49)	32 (28,32)	67 (85,9)
<i>Glomus</i> sp.	113 (52,08)	121 (73,78)	125 (88,65)	43 (100)
<i>G. mosseae</i>	164 (89,13)	139 (85,28)	114 (91,94)	86 (96)
<i>G. leptotichum</i>	15 (10,71)	72 (43,38)	98 (67,58)	55 (98,2)
<i>Acaulospora</i> sp.	20 (12,91)	55 (24,55)	158 (95,17)	74 (98,7)

#### 8<sup>e</sup> semaine

Le regroupement des racines infestées par *P. terrestris* et ses associations avec *Fusarium* et les mycorhizes indique qu'à la 8<sup>e</sup> semaine, les plants cultivés sur sol désinfecté au Basamid sont mieux protégés que les autres contre ce pathogène: 2,40 % seulement des racines ont été attaquées pendant que 89,13 % le sont quand les plants sont traités par *G. mosseae*. Parmi les inoculum c'est respectivement *G. leptotichum* 10,71 % et *Acaulospora* sp. 12,71 % qui ont les taux les plus faibles de racines infestées. On pourrait alors croire à un effet bénéfique si la presque totalité des plants n'était pas infectée à la fin de culture. Le traitement le moins efficace est probablement l'inoculum *G. mosseae* car quelque soit la période, le pourcentage des racines attaquées par *P. terrestris* varie entre 85 et 96 %. Ce tableau montre bien que les inoculum ne manifestent pas les effets protecteurs attendus.

#### 10<sup>e</sup> semaine

A la 10<sup>e</sup> semaine, c'est encore le sol désinfecté qui semble être le plus défavorable au parasite avec le taux le plus bas 16,49 % mais l'action inhibitrice du Basamid est déjà moins évidente. Ce taux est en augmentation sous l'effet de *Glomus* sp., *G. leptotichum* et *Acaulospora* sp.

#### 12<sup>e</sup> semaine

*P. terrestris* se développe de plus en plus dans tous les cas de traitement. Le sol désinfecté est toujours le moins atteint mais son taux a néanmoins presque doublé par rapport aux résultats précédents. On note aussi une remontée importante chez les plants

traités par *Acaulospora* sp. qui passent de 24,55 % à 95,17 % de racines infestées. Pourtant ce dernier traitement avait un taux parmi les plus bas des inoculums à la 8<sup>e</sup> et 10<sup>e</sup> semaine et de ce fait faisait figure des plus actifs contre *P. terrestris*.

#### 14<sup>e</sup> semaine

A la 14<sup>e</sup> semaine, la totalité des racines des plants provenant du sol non désinfecté est atteinte de la maladie des racines roses. Il en est de même de ceux traités par *Glomus* sp., les autres inoculums (*G. leptotichum*, *G. mosseae* et *Acaulospora* sp.) avec des pourcentages variant de 95 à 99 %, ne sont pas meilleurs. Seul le Basamid avec 86 % semble quelque peu agir sur *P. terrestris*. Cette action non significative nous permet de conclure que dans nos conditions expérimentales aucun de nos traitements ne protège les plants d'oignon contre ce pathogène.

#### Racines infestées par *Fusarium* sp. (Tableau IX)

Concernant les Fusarioses, seuls *F. roseum* et *F. oxysporum* ont été observés sur le genre *Allium* à ce jour. D'après Messiaen *et al.* (1991), c'est plutôt *F. oxysporum* qui est spécifique de l'oignon. Pour notre part, nous continuons de parler de *Fusarium* sp. n'ayant pas de précision sur l'espèce (Tableau X). Ce champignon n'est pas responsable de la maladie des racines roses et d'après certains auteurs c'est plutôt *P. terrestris* qui favorise sa pénétration dans le système racinaire des *Allium*. Selon nos observations, on le retrouve seul, ou associé aux mycorhizes ou à trois (*Fusarium* + mycorhize + *P. terrestris*) ou simplement avec *P. terrestris*. Il peut être en abondance, colonisant la majorité des racines ou complètement absent au début des expériences. Dans tous les cas, il apparaît et parasite les racines autant que le responsable de la maladie des racines roses.

Tableau IX. Nombre et pourcentage (.) de racines d'oignon infestées par *Fusarium* sp. en fonction du temps, de l'inoculum et du traitement du sol au Basamid. Table IX. Number and percentage (.) of roots infected by *Fusarium* sp. according to time, inoculum and soil treatment with Basamid.

Traitements	Temps (en semaines)			
	8	10	12	14
Sol non désinfecté	115 (75,66)	186 (64,91)	186 (65,04)	32 (84,2)
Sol désinfecté	180 (86,54)	127 (65,46)	100 (88,49)	73 (93,6)
<i>Glomus</i> sp.	138 (63,59)	107 (65,24)	103 (73,05)	21 (48,8)
<i>G. mosseae</i>	67 (36,41)	108 (62,26)	85 (68,55)	61 (67,8)
<i>G. leptotichum</i>	92 (65,71)	98 (59,03)	107 (73,80)	44 (78,8)
<i>Acaulospora</i> sp.	86 (55,48)	140 (62,50)	97 (58,44)	38 (50,7)

#### 8<sup>e</sup> semaine

Lorsqu'on regroupe dans un tableau les racines infestées par *Fusarium* sp., on note dès la 8<sup>e</sup> semaine que le sol désinfecté est celui qui favorise son développement avec 86,54 % pendant que *P. terrestris* est presque inhibé. Le Basamid n'agit donc pas sur le *Fusarium* sp. Parmi les inoculums, c'est *G. mosseae* avec le faible pourcentage, 36,41 %; qui fait figure de résistant. Dans tous les autres cas, les racines sont envahies à raison de 55 à 75 %.

#### 10<sup>e</sup> semaine

A la 10<sup>e</sup> semaine, la présence de *Fusarium* sp. est pratiquement au même taux quelque soit le traitement (60 à 65 %). La seule particularité est la prolifération importante de ce champignon dans les racines inoculées avec *G. mosseae* (62,26 % au lieu de 36,41 % à la 8<sup>e</sup> semaine).

14<sup>e</sup> semaine

En fin de culture (14<sup>e</sup> semaine), il n'y a presque pas de *Fusarium* seul ou associé aux mycorrhizes. C'est seulement avec *P. terrestris* ou le trio *Fusarium* + mycorrhize + *P. terrestris* qu'on le retrouve à un pourcentage significatif.

EFFETS DE CHAQUE CHAMPIGNON (SYMBIOTE OU PATHOGENE) PAR PLANT EN FONCTION DU TEMPS ET DU TRAITEMENT

Nous avons analysé les influences des différents traitements sur le développement racinaire des plants. Nous avons ensuite comparé ces résultats afin de préciser l'efficacité des uns par rapport aux autres. Il nous paraît alors opportun d'apprécier les effets de chaque champignon symbiote ou pathogène par plant en fonction du temps et des traitements.

Plants mycorrhizés (Tableau X)

D'une manière générale ce tableau montre bien que le sol du Gandiolais n'est pas le meilleur milieu pour la rhizogénèse parce que la moyenne la plus élevée quelque soit les conditions est de 19 racines par plant et c'est le sol non désinfecté qui permet ce résultat.

8<sup>e</sup> semaine

Dès la 8<sup>e</sup> semaine, on remarque que les plants cultivés sur sol non désinfecté ont un système racinaire inachevé puisqu'il n'est que de 10 racines alors qu'il passe à 19 deux semaines plus tard. Sur les 10 racines les mycorrhizes naturelles s'installent dans 4. Mais quand le sol est désinfecté la moyenne passe à 14 dont seulement 3 sont endomycorhizées, ce qui confirme nos conclusions antérieures, c'est à dire que la désinfection n'inhibe pas la mycorrhization, mais elle ne la favorise pas non plus. Par contre ce tableau montre bien que l'usage des inoculums l'améliore nettement par rapport aux deux témoins (sol désinfecté ou non). Ainsi les plants inoculés par *Glomus* sp. sont à 86,60 % endomycorhizés avec 13 racines sur 15. Ceux traités par *Acaulospora* sp. le sont à 80 % avec 8 racines sur 10. Nous avons aussi 66 % pour *G. leptotichum* et 58 % pour *G. mosseae* qui a le taux le plus faible de mycorrhization par plant inoculé à la 8<sup>e</sup> semaine.

Tableau X. Nombre moyen de racines observées par plant et nombre moyen de racines d'oignon mycorrhizées (.) en fonction du temps et du traitement. Table X. Average number of roots per plant and average number of onion mycorrhiza roots (.) according to time and treatment.

Traitements	Temps (en semaines)			
	8	10	12	14
Sol non désinfecté	10 (4)	19 (17)	19 (13)	3 (2)
Sol désinfecté	14 (3)	13 (4)	8 (7)	5 (3)
<i>Glomus</i> sp.	15 (13)	11 (6)	9 (6)	3 (1)
<i>G. mosseae</i>	12 (7)	11 (6)	8 (7)	6 (3)
<i>G. leptotichum</i>	9 (6)	11 (10)	10 (6)	4 (2)
<i>Acaulospora</i> sp.	10 (8)	15 (14)	11 (8)	5 (4)

10<sup>e</sup> semaine

Le potentiel racinaire par plant a augmenté passant de 10 à 19 racines avec 17 mycorrhizées soit 89 % sur sol non désinfecté. Par contre ce pourcentage n'est que de 30 pour le 2<sup>e</sup> témoin (sol désinfecté). Quant aux inoculums ils sont toujours aussi favorables avec 93 % pour *Acaulospora* sp.; *G. leptotichum* passe de 66 à 91% les autres étant supérieurs à 50 %.

4. Fournant  
1<sup>e</sup> semaine

infecté est  
*Glomus* sp.,  
es pourcen-  
: % semble  
le conclure  
e les plants

ervés sur le  
*rum* qui est  
sp n'ayant  
sable de la  
qui favorise  
bons. on le  
*P. terrestris*)  
majorité des  
il apparaît  
ses.

tion du temps.  
ot: infected by

14
32 (84.2)
73 (93.6)
21 (48.8)
51 (67.8)
44 (78.8)
38 (50.7)

om note dès  
avec 86.54  
pas sur le  
ge. 36.41 %;  
s à raison de

aux quelque  
rtante de ce  
36.41% à la

### 12<sup>e</sup> semaine

Le nombre de racines par plant reste le plus élevé (19) sur sol non désinfecté alors qu'il est en baisse avec tous les autres traitements. Nous avons 13 racines sur les 19 soit 68 % qui sont endomycorhizées. Enfin, on observe à la 12<sup>e</sup> semaine une augmentation importante sur les plants cultivés sur sol désinfecté (87 %), le Basamid ayant quelque peu réduit le mécanisme (30 %) à la 8<sup>e</sup> semaine. Parmi les inoculums, c'est *G. mosseae* qui a le taux le plus élevé avec 87 %. Les autres, malgré la régression du système racinaire sont encore à plus de 50 %.

### 14<sup>e</sup> semaine

A la fin de la culture (14<sup>e</sup> semaine), le nombre moyen de racines par plant varie de 3 à 6 quelque soit le traitement. Comme nous l'avons déjà fait remarquer, cela serait dû à la sénescence des plants, au vieillissement du système racinaire et surtout à la pourriture provoquée par les différents pathogènes (*P. terrestris* et *Fusarium* sp.). Néanmoins, les endomycorhizes sont présentes dans deux racines sur trois sur sol non désinfecté et dans 3 racines sur 5 sur sol traité au Basamid. D'ailleurs à ce stade, on ne trouve pratiquement plus de racines essentiellement mycorhizées. Il semble que ces dernières ne subsistent qu'en association avec les pathogènes. Parmi les inoculums, c'est *Acaulospora* sp. qui présente le taux le plus élevé avec 4 racines sur 5 par plant.

### Plants infestés par *Fusarium* sp. (Tableau XI)

Tableau XI. Nombre moyen de racines observées par plant et nombre moyen de racines d'oignon infestées par *Fusarium* sp. (.) en fonction du temps et du traitement. Table XI. Average number of roots per plant and average number of *Fusarium* sp. infected roots (.) according to time and treatment.

Traitements	Temps (en semaines)			
	8	10	12	14
Sol non désinfecté	10 (8)	19 (12)	19 (12)	3 (2)
Sol désinfecté	14 (12)	13 (9)	8 (7)	5 (5)
<i>Glomus</i> sp.	15 (9)	11 (7)	9 (7)	3 (1)
<i>G. mosseae</i>	12 (5)	11 (7)	8 (6)	6 (4)
<i>G. leptotichum</i>	9 (6)	11 (7)	10 (7)	4 (3)
<i>Acaulospora</i> sp.	10 (6)	15 (9)	11 (7)	5 (3)

Les mêmes analyses ont été réalisées pour apprécier les effets de *Fusarium* sp. sur le nombre moyen de racines par plant, en fonction du temps et du traitement (Tableau XI). On sait que contrairement aux mycorhizes qui sont des symbiotes favorisant la nutrition phosphatée et protégeant les plants contre les pathogènes, *Fusarium* est un parasite.

### 8<sup>e</sup> semaine

Dès la 8<sup>e</sup> semaine, 8 racines sur 10 étaient infestées sur sol non désinfecté. Cela fait un pourcentage de 80 % par plant.

Lorsque le sol est traité au Basamid c'est 85 % du potentiel racinaire qui est atteint ce qui nous avait permis de conclure que ce produit n'avait pas d'effet sur le *Fusarium*. Les traitements aux endomycorhizes n'empêchent non plus ce parasite de s'installer. Ainsi, sur une moyenne de 15 racines par plant 9 étaient infestées par *Glomus* sp., 5 sur 12 avec *G. mosseae* soit 41 %, qui est le rapport le moins favorable pour tous les traitements. *G. leptotichum* et *Acaulospora* sp. l'ont respectivement 66 % et 60 %.

10<sup>e</sup> semaine

A la 10<sup>e</sup> semaine, il ya une régression sur le sol non désinfecté (12 racines sur 19 par plant) et sur le sol désinfecté (9 racines sur 13). Les plants traités par les inoculums *Glomus* sp., *G. mosseae* et *G. leptotichum* ont tous les trois la même moyenne racinaire et sont infestés par *Fusarium* au même taux. C'est le traitement avec *Acaulospora* sp. qui a le pourcentage le moins élevé avec 60 % comme à la 8<sup>e</sup> semaine. Dans tous les cas, plus de la moitié du potentiel racinaire de chaque plant est attaquée par *Fusarium* quelque soit le traitement.

12<sup>e</sup> semaine

Le nombre de racines par plant baisse partout sauf sur le sol non désinfecté où il reste stationnaire (19 racines), avec le même pourcentage d'infestation qu'à la 10<sup>e</sup> semaine. Par contre nous avons noté une progression du parasite 87 % sur sol désinfecté, ainsi que pour les inoculés à l'exception du traitement par *Acaulospora* sp. où le pourcentage est inchangé.

14<sup>e</sup> semaine

En fin de culture, tout le potentiel racinaire des plants cultivés sur sol désinfecté est envahi. Quant aux restes le pathogène y est à des taux variables.

Plants infestés par *P. terrestris* (Tableau XII)

Nous avons réalisé les mêmes analyses par plant, des effets de *P. terrestris* en fonction du temps et de la nature du traitement.

Tableau XII: Nombre moyen de racines observées par plant et nombre moyen de racines d'oignon infestées par *P. terrestris* (.) en fonction du temps et du traitement. Table XII: Average number of roots per plant and average number of *P. terrestris* infected roots (.) according to time and treatment.

Traitements	Temps (en semaines)			
	8	10	12	14
Sol non désinfecté	10 (5)	19 (8)	19 (12)	3 (3)
Sol désinfecté	14 (0)	13 (2)	8 (2)	5 (5)
<i>Glomus</i> sp.	15 (8)	11 (8)	9 (8)	3 (3)
<i>G. mosseae</i>	12 (11)	11 (9)	8 (8)	6 (6)
<i>G. leptotichum</i>	9 (1)	11 (5)	10 (7)	4 (4)
<i>Acaulospora</i> sp.	10 (1)	15 (4)	11 (11)	5 (5)

8<sup>e</sup> semaine

Dès la 8<sup>e</sup> semaine, 50 % des racines étaient attaquées sur le sol non désinfecté. On peut donc estimer qu'il n'est pas souhaitable d'y cultiver des oignons sans aucun traitement préalable. Mais lorsqu'il est désinfecté au Basamid, malgré le développement racinaire plus important (14 par plant) il n'y a pratiquement pas de trace de ce pathogène. Les inoculums sont beaucoup moins efficaces à l'exception de *G. leptotichum* et *Acaulospora* sp. qui ont respectivement 1 racine sur 9 et 1 sur 10 parasitée, ce qui laisse supposer une certaine résistance. Le traitement le plus défavorable est l'usage de l'inoculum *G. mosseae* avec lequel 11 racines sur 12 par plant sont atteintes de la maladie provoquée par *P. terrestris*. Les chiffres de ce tableau mettent mieux en évidence le rôle temporairement protecteur du Basamid, de *G. leptotichum* et d'*Acaulospora* sp. à la 8<sup>e</sup> semaine.

lors qu'il  
 68 %  
 anemation  
 quelque peu  
 osseae qui  
 racinaire

varie de 3  
 trait d'i à  
 nourriture  
 moins, les  
 et dans  
 quement  
 sistent  
 sp. qui

infestées par  
 und average

34
3 (2)
5 (5)
3 (1)
6 (4)
4 (3)
5 (3)

sp. sur le  
 bleau XI).

a nutrition  
 parasite

é. Cela fait

est atteint ce  
 sarium. Les  
 aller. Ainsi.  
 sur 12 avec  
 ements. *G.*

10<sup>e</sup> semaine

Le pourcentage est le même que 15 jours avant pour le sol non désinfecté alors que le pathogène commence à s'installer dans le sol désinfecté (2 racines sur 13 étaient malades).

Les inoculum efficaces précédemment régressent (5 sur 11 pour *G. leptotichum* et 4 sur 15 pour *Acaulospora* sp.). Les autres sont plus affectés.

12<sup>e</sup> semaine

A la 12<sup>e</sup> semaine, la virulence du champignon se manifeste surtout sur les plants inoculés par *G. mosseae* et *Acaulospora* sp. Toutes les racines sont atteintes de la maladie. Ceux traités par *Glomus* sp. le sont à 88 % et *G. leptotichum* avec 70 % est le moins attaqué des inoculum. Le sol désinfecté est avec 2 racines sur 8 malades, toujours le plus résistant, le Basamid semble jusque là actif contre *P. terrestris*. On note enfin une progression du parasite dans les racines des plants cultivés sur sol non désinfecté.

14<sup>e</sup> semaine

Toutes les racines sont roses quelque soit le traitement. On constate ainsi que ni le Basamid ni les différents inoculum endomycorhiziens n'empêchent *P. terrestris* d'envahir la totalité du système racinaire entre la 12<sup>e</sup> et 14<sup>e</sup> semaine.

## DISCUSSION

Nos résultats indiquent que les plants d'oignon cultivés sur le sol du Gandiolais qui renferme naturellement des endomycorhizes et auxquelles nous avons ajouté des inoculum de différents genres, n'ont été protégés ni contre *P. terrestris*, ni contre *Fusarium* sp. Il semble même que dans certains cas la présence des symbiotes ne s'observe qu'en association avec l'un ou l'autre ou les deux pathogènes à la fois. Lorsque les mycorhizes s'installent les premières dans les racines, elles n'empêchent ni l'arrivée ni le développement de *Fusarium* sp., encore moins celui de *P. terrestris* qui dans tous les cas domine les deux autres champignons en fin de culture.

Pourtant en 1975, Baltruschat & Schoenbeck avaient montré que *G. mosseae* pouvait protéger le tabac, la luzerne et le haricot contre *Chalara elegans*, encore appelé *Thielaviopsis basicola*, une basidiomycète responsable de la pourriture des racines noires. Des endomycorhizes ont aussi protégé des plants de tomate contre *F. oxysporum* et dans ce cas, les symbiotes facilitent l'absorption de l'eau, permettent aux plants de mieux supporter la transplantation, et de résister aux températures élevées et aux attaques des nématodes et des champignons pathogènes.

Nous, nous avons noté à la 8<sup>e</sup> semaine, qu'avec les plants inoculés avec *G. mosseae* les infections racinaires les plus importantes sont celles dans lesquelles se trouve impliqué *P. terrestris*. Ainsi, les racines mycorhizées + *P. terrestris* font 27,72 % ; *P. terrestris* + *Fusarium* sp. 17,39 % ; *P. terrestris* + *Fusarium* sp. + mycorhizes 15,22 % ; racines non mycorhizées + *P. terrestris* 28,80 % soit au total 89,10 % du système racinaire. L'inoculum *G. mosseae* n'était donc pas efficace.

Quant à *Glomus* sp., les plants qui en sont inoculés donnent l'impression d'être prédisposés à l'infection par *Fusarium* sp. à la 8<sup>e</sup> semaine, de plus en fin de culture c'est *Pyrenochaeta terrestris* qui semble favoriser le maintien de ce parasite.

Nous avons essayé de contrôler les effets de ces pathogènes par l'usage du Basamid (Dazomet) de la même manière que Porter *et al.* (1989) qui ont associé ce produit à la solarisation. Dans nos conditions expérimentales, le Basamid protège bien les plants

d'oignon  
sur  
en  
end  
lim  
inc  
aug

et la  
mal

Progr  
des  
oxyg  
Tou  
fon  
l'inc

de  
path  
tau

infe  
et P  
aus  
stad  
Bas  
raci  
acti  
et to

les e  
pour  
& G  
avor  
sont  
sans  
myc

BAL

BOYE

CAMA  
P  
Et  
Da

d'oignon âgés de 8 semaines contre *P. terrestris*. Par contre, il n'a aucun effet répressif sur *Fusarium* sp. qui de ce fait infecte 86,54 % du système racinaire. Du reste, on retrouve en fin de culture les deux pathogènes, individuellement ou en association avec les endomycorhizes dans la plupart des racines. L'efficacité du Basamid était donc très limitée. Pourtant ce produit, utilisé seul ou combiné avec la solarisation réduit les incidences de la maladie ainsi que sa sévérité selon les travaux de Porter *et al.* (1989). Il augmente la récolte à 100 %, améliore la qualité et la conservation des oignons.

Gonzalez & Garcia (1991), en désinfectant les racines des plants d'oignon au Basamid et le lit des semences au chlorothalonil, réduisent considérablement l'incidence de la maladie.

De nombreux autres fongicides (Benomyl, Iprodione, Vinclozolin et Sumisclex ou Procymidone) ont été étudiés au laboratoire et au champ pour le contrôle de la pourriture des racines roses provoquée par *P. terrestris*, la pourriture basale provoquée par *Fusarium oxysporum* et la pourriture du collet provoquée par *Botrytis allii* sur les plants d'oignon. Tous ces pathogènes, à l'exception de *P. terrestris* sont sensibles à un ou plusieurs de ces fongicides. *P. terrestris* les tolère tous au laboratoire. Par contre, au champ, tous réduisent l'incidence des maladies, y compris celle des racines roses (Koriem *et al.*, 1991).

Lorsque nous avons inoculé les plants avec *G. leptotichum*, nous avons relevé 3,57 % de racines indemnes de tout champignon et 20,72 % de racines mycorhizées sans pathogène dès la 8<sup>e</sup> semaine. C'était la seule fois qu'un des inoculums testés donnait un taux aussi élevé de racines dépourvues de parasite au début des observations.

A propos de *P. terrestris*, nous avons remarqué par la même occasion que seul, il infeste 8,57 %, son association avec *Fusarium* sp. 0 %, *P. terrestris* + mycorhizes 1,43 % et *P. terrestris* + mycorhizes + *Fusarium* sp. 0,71 %. C'était aussi la seule fois que des taux aussi bas concernant *P. terrestris* et ses associations étaient notés à la 8<sup>e</sup> semaine. A ce stade, l'inoculum *G. leptotichum* semblait plus efficace que les autres y compris le Basamid. Seulement, il n'était pas non plus actif contre *Fusarium* sp. et 40 % du système racinaire était envahi par le couple mycorhizes + *Fusarium* sp. En fin de culture cette action bénéfique du début, attribuée à l'inoculum *G. leptotichum* disparaît complètement et toutes les racines sont atteintes de la maladie des racines roses.

Ainsi le sol du Gandiolais est sévèrement infesté par des pathogènes au point que ni les endomycorhizes naturelles ou inoculées, ni les traitements chimiques au Basamid qui pourtant ont fait leurs preuves d'efficacité en d'autres lieux (Porter *et al.*, 1989 ; Gonzalez & Garcia, 1991) n'ont pu protéger les plants cultivés sur notre terrain expérimental. Nous avons observé différentes sortes d'infections au niveau des racines et les cas les plus rares sont ceux des racines qui sont indemnes de tout champignon, ou des racines mycorhizées sans pathogène. Un grand nombre abrite à la fois *P. terrestris*, *Fusarium* sp. et les mycorhizes.

## RÉFÉRENCES

- BALTRUSCHAT, H. & SCHONBECK, F. (1975). - The influence of endotrophic mycorrhiza on the infestation of tobacco by *Thielaviopsis basicola*. *Phytopathol. Z.*; 84 : 172-188.
- BOYETCHKO, S.M. & TEWARI, J.P. (1990). - Root colonization of different hosts by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus dimorphicum*. *Plant and soil*, 129 : 131-136.
- CAMARA, M. (1992). - Contribution à l'étude épidémiologique de la maladie des racines roses de l'oignon (*Allium cepa* L.) dans le Gandiolais, au nord du Sénégal. Mémoire de Diplôme d'Etudes approfondies (D.E.A.) de Biologie Végétale. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Dakar, Sénégal, 55 pp.

- C.D.H. (Centre pour le Développement de l'Horticulture) (1986). - Les cultures maraîchères au Sénégal: Bilan des activités du C.D.H. de 1972 à 1985: 139-158.
- DEHN, H.W. (1982). - Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. *Phytopathol. Z.*, 72 : 1115-1119.
- GONZALES, H. & GARCIA, G.A. (1991). - Validation of technology for controlling *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) on onion (*Allium cepa* L.). *Agro. Trop.* (Maracay), 41 (3-4): 147-152.
- HARTZ, T.K., BOGLE, C.R., BENDER, D.A. & AVILA, F.A. (1989). - Control of pink root disease in onion using solarisation and fumigation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 114 (4): 587-590.
- KORIEEM, S.O., HUSSEIN, F.N. & METWALLY, A.M. (1991). - Chemical control of pink root, basal rot and neck rot diseases of onion produced by sets. *Assuit J. of Agr. Sc.*, 22 (1): 81-97.
- KREUTZER, W.A. (1941). - Host-parasit relationships in pink root of *Allium cepa* L. III The action of *Phoma terrestris* on *Allium cepa* and other host. *Phytopathol.*, 31 : 907-915.
- MESSIAEN, C.M., BLANCHARD, D., ROUXEL, F. & LAFON, R. (1991). - *Les maladies des plantes maraîchères*. I.N.R.A. Paris, France.
- PHILLIPS, J.M. & HAYMAN, D.S. (1970). - Improved procedure for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular fungi for rapide assessment of infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 55 : 158-161.
- PORTER, I.J., MERRIMAN, P.R. & KEANE, P.J. (1989). - Integrated control of pink root (*Pyrenochaeta terrestris*) of onion by dazomet and soil solarization. *Aust. J. of Agr. Research*, 40 (4): 861-869.
- SAFIR, G. (1968). - The influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on the resistance of onion to *Pyrenochaeta terrestris*. M.S.Thesis, University of Illinois, Urbana, U. S. A., 36 pp.
- SCHENK, N.C. (1981). - Can mycorrhizae control root disease ? *Florida Agr. Exp. Stat. J.*, 2622 : 230-334.
- SINGH, S.N., RAO, V.P. & PAVAR, S.E. (1990). - Studies on growth stimulation of onion (*Allium cepa* L.) with vesicular arbuscular mycorrhizas in Maharashtra region. *Ind. J. of App. and Pure Biol.*, 5 (1): 1-3.
- STRULLU, D.G. (1991). - *Les mycorrhizes des arbres et des plantes cultivées*. Ed.Tec. et Doc. Lavoisier, Paris, France.

Bull.  
1999

As

\* Dépe  
Dake  
\*\* LRÉST  
group  
Des in  
infect  
Diffé  
milieuMots  
croissMor  
eggrABST  
descri  
was pr  
Tests  
25°CKey  
mycel

L

local

l'esp

P

char

cées

Blanc

escula

été as

par W

cette r

C

la zone

fait, le

qui m

symp

présen

Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire Cheikh Anta Diop de Dakar

1994

ISSN 0011-6524

N° 5086

# Bulletin

de  
l'Institut  
Fondamental  
d'Afrique  
Noire

Cheikh  
Anta  
Diop

Série A Sciences de la Vie  
Sciences de la Terre



Université Cheikh Anta Diop de Dakar