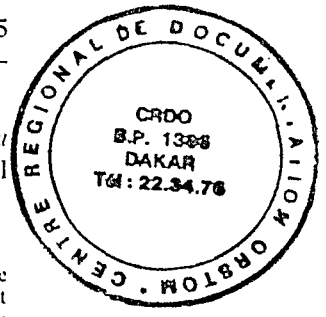
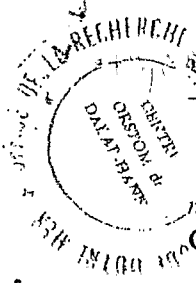


pour Paris X

147



MICROBIOLOGIE. — Effet de l'infection endomycorhizienne (*Glomus mosseae*) sur la nodulation et la croissance de *Casuarina equisetifolia*. Note (\*) de Hoang Gia Diem et Daniel Gauthier, présentée par Roger Buvat.

Des plants de *Casuarina equisetifolia* cultivés sur un sol stérile contenant seulement  $10.10^{-6}$  de phosphore assimilable, ont été inoculés soit par *Frankia* sp. (sous forme de broyat de nodules), soit par *Glomus mosseae*, soit simultanément par les deux endophytes. Au bout de 6 mois, le nombre de nodules et l'azote total des parties aériennes étaient plus de deux fois plus élevés chez les plants inoculés par *Frankia* sp. et *Glomus mosseae* que chez les plants inoculés par *Frankia* seulement.

Seedlings of *Casuarina equisetifolia*, grown in a sterile soil containing only  $10.10^{-6}$  available phosphorus, were inoculated with *Frankia* sp. (as crushed nodules) or *Glomus mosseae* or both endophytes. After 6 months, the number of nodules and the total nitrogen of aerial parts were more than twice as great in plants simultaneously inoculated with *Frankia* sp. and *Glomus mosseae* as in plants inoculated with *Frankia* sp. alone.

Il est désormais bien établi que l'association des racines de légumineuses avec des endomycorhizes vésiculo-arbusculaires est susceptible d'accroître la fixation d'azote et la productivité de ces plantes lorsque celles-ci poussent dans des conditions édaphiques défavorables, notamment dans des sols mal pourvus en phosphore assimilable. On sait que ce rôle des endomycorhizes est essentiellement, mais non exclusivement, de nature trophique [1]. Par leur réseau d'hyphes extramatricielles, les endomycorhizes constituent des structures mieux adaptées que les racines à l'absorption des éléments nutritifs peu mobiles du sol, notamment le phosphore. On peut *a priori* penser que l'infection endomycorhizienne des racines joue un rôle semblable dans le cas des non-légumineuses fixatrices d'azote. Cette hypothèse découle du fait que l'on a montré que pratiquement tous les genres connus de non-légumineuses fixatrices d'azote pouvaient héberger des endomycorhizes vésiculo-arbusculaires [2]. En ce qui concerne plus particulièrement *Casuarina* sp. la présence des endomycorhizes vésiculo-arbusculaires a été rapportée antérieurement par Rose [3] et par Diem et coll. [4]. A notre connaissance une seule étude expérimentale a été effectuée à ce jour pour vérifier l'effet de l'infection endomycorhizienne sur la croissance et la nodulation d'une non-légumineuse fixatrice d'azote : c'est l'étude conduite sur *Ceanothus velutinus* par Rose et Youngberg [5].

Dans la présente Note, nous rapportons les résultats d'une première expérience portant sur *Casuarina equisetifolia* cultivé dans un sol renfermant seulement  $10.10^{-6}$  de phosphore assimilable. L'infection par *Glomus mosseae* de jeunes plants de *C. equisetifolia* déjà inoculés avec *Frankia* (apporté sous forme de broyats de nodules) entraîne un doublement du poids des nodules et de la teneur totale en azote des plantes.

MATÉRIEL ET MÉTHODES. — Le sol utilisé a été un sol ferrugineux tropical faiblement lessivé (non vernaculaire : Dek) renfermant seulement  $10.10^{-6}$  de phosphore assimilable. Les autres caractéristiques de ce sol figurent au tableau.

Afin d'obtenir des plantules homogènes de *Casuarina equisetifolia* on a préalablement mis à germer des graines sur du sable stérile. On a choisi des plantules de même vigueur pour les repiquer dans des sachets de polyéthylène de  $11 \times 24$  cm renfermant chacun 1 kg de sol préalablement stérilisé. Après avoir appliqué les traitements décrits ci-dessous on a placé les sachets contenant les plantules sous un abri vitré de la station O.R.S.T.O.M. de Bel-Air, Dakar, Sénégal, pendant la période allant du mois d'août au mois de janvier inclus. Tous les mois, on a apporté à chaque plante 10 ml de solution nutritive de Hewitt [6] dépourvue de phosphore et d'azote et diluée deux fois. Tous les 2 jours, on a apporté la quantité d'eau nécessaire pour maintenir la tension de l'eau du sol au voisinage de la capacité au champ.

CRDO - DAKAR  
date 7/10/82  
n° 8824 cote 834  
DIE



Fonds Documentaire ORSTOM  
Cote: B\* 4956 Ex: 1

L'inoculum de *Frankia* sp. a été constitué par un broyat de nodules, étant donné que les tentatives d'inoculation avec des cultures pures de *Frankia* sont restées vaines jusqu'à présent ([7], [8]). Afin que le broyat de nodules soit exempt de Champignons endomycorhiziens, les nodules ont été prélevés sur des plantes cultivées dans du sable stérile. Aussitôt après récolte, les nodules ont été stérilisés comme suit : on a immergé environ 1 g de nodules (poids frais) dans une solution de chloramine T 1,5 % (poids/volume) pendant 15 mn. On a ensuite rincé les nodules à l'eau distillée stérile, puis on les a broyés dans 30 ml d'eau stérile. On a procédé à l'inoculation en introduisant 1 ml de ce broyat de nodule dans le sol au niveau du collet de chaque plantule, au moment de repiquage.

TABLEAU

*Inoculation de jeunes plants de Casuarina equisetifolia par un broyat de nodules (apportant Frankia sp.) et par un Champignon endomycorhizien (Glomus mosseae).*

Traitements	Nodules poids sec (mg/plante)	Infection par <i>G. mosseae</i> (%)	Parties aériennes		
			Poids sec (g/plante)	Azote total (mg/plante)	Phosphore total (mg/plante)
(1) Témoin . . . . .	0 a	0	2,69 a	22,0 a	2,6 a
(2) Inoculation avec broyat de nodules . . . . .	57 b	0	4,23 b	50,7 b	2,1 a
(3) Inoculation avec <i>G.</i> <i>mosseae</i> . . . . .	0 a	39 a	2,32 a	19,7 a	5,1 b
(4) Inoculation avec broyat de nodules et <i>G. mosseae</i> . . . . .	132 c	47 a	7,69 c	96,1 c	3,9 b
(5) Inoculation avec broyat de nodules et apport de phosphore . . . . .	107 c	0	7,49 c	120,5 c	3,0 b

Caractéristiques du sol utilisé (sol stérile) : pH (KCl), 6,2; phosphore total,  $79 \cdot 10^{-6}$ ; phosphore assimilable (Olsen [10]),  $10 \cdot 10^{-6}$ ; N total  $300 \cdot 10^{-6}$ ; argile, 8,5 %; limon, 3,3 %; sables, 94,7 %. Le phosphore a été apporté à la dose de  $90 \cdot 10^{-6}$  sous forme de  $K_2HPO_4$ . Les déterminations ont été effectuées lorsque les plantes étaient âgées de 6 mois. Dans chaque colonne ne sont pas significativement différentes ( $P = 0,05$ ) les moyennes suivies de la même lettre (test de Duncan [12]).

L'inoculum de Champignon endomycorhizien, *Glomus mosseae*, a été constitué par des fragments de racines de *Sorghum sudanense* inoculés préalablement avec *Glomus mosseae* suivant la technique habituelle, utilisée par exemple par Menge et coll. [9]. On a procédé à l'inoculation en appliquant environ 500 mg (poids frais) de racines fragmentées contre le système racinaire de chaque plantule au moment du repiquage. L'apport complémentaire de phosphore a consisté à ajouter au sol en une fois au début de l'expérience  $90 \cdot 10^{-6}$  de phosphore sous forme de  $K_2HPO_4$ .

Les analyses du matériel végétal récolté au 6<sup>e</sup> mois ont consisté à peser les parties aériennes des plantes après séchage à 65° à l'étuve jusqu'à poids constant, à doser l'azote total par la méthode Kjeldahl et le phosphore total par la méthode au métavanadate et molybdate d'ammonium [10].

Pour obtenir une évaluation quantitative de l'infection endomycorhizienne on a effectué un prélèvement randomisé de racines (environ 0,5 g par plante). Les racines ont ensuite été colorées suivant la méthode de Phillips et Hayman [11]. On a placé 120-130 segments de 3 mm de long sous la loupe binoculaire et l'on a déterminé le pourcentage de segments infectés.

Si les racines sont très opaques, il peut être nécessaire de disséquer le cortex racinaire pour mieux voir les tissus infectés.

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL. — Le principe de l'expérience a été de comparer la nodulation, la croissance et les teneurs totales en azote et phosphore des plants de *Casuarina equisetifolia* (1) en l'absence d'endophytes (témoin), (2) en présence de *Frankia* sp. apporté sous forme de broyat de nodules, (3) en présence du Champignon endomycorhizien *Glomus mosseae*, (4) en présence des deux endophytes, (5) en présence de *Frankia* sp. avec apport complémentaire de phosphore. Chaque traitement a comporté sept répétitions. Les inoculations ont été effectuées au moment du repiquage des plantules de *Casuarina equisetifolia*.

RÉSULTATS ET DISCUSSION. — Le tableau montre l'effet des différents traitements sur l'infection du système racinaire de *Casuarina equisetifolia* par *Frankia* sp. (mesurée par le poids des nodules), sur l'infection par *Glomus mosseae* (mesurée par le pourcentage des segments de racine infectés), sur le poids sec des parties aériennes et leur teneur totale en azote et phosphore.

L'inoculation avec *G. mosseae* seul (traitement 3) est pratiquement sans effet; elle accroît la teneur totale des plantes en phosphore mais ne modifie pas leur poids. L'inoculation avec *Frankia* sp. seul (traitement 2) exerce un effet favorable puisqu'elle accroît le poids sec des plantes de 57 % et leur teneur totale en azote de 130 %; elle est, par contre, sans effet sur la teneur totale en phosphore. Ces deux premiers résultats suggèrent que, dans le sol et pour le système symbiotique considéré, l'azote était le facteur limitant majeur.

L'inoculation double avec *Frankia* sp. et *Glomus mosseae* (traitement 4) accroît de façon spectaculaire le poids sec des plantes (+186 %), vraisemblablement par suite de l'amélioration de la nodulation et de la fixation de l'azote, d'où un accroissement considérable de la teneur totale en azote des plantes (+337 %). L'apport complémentaire de  $90.10^{-6}$  de phosphore combiné à l'inoculation avec *Frankia* (traitement 5) donne pratiquement les mêmes résultats que la double inoculation (traitement 4). En d'autres termes, l'inoculation avec *G. mosseae* équivaut, dans nos conditions expérimentales, à un apport complémentaire de phosphore. Ces derniers résultats montrent qu'après l'azote, le phosphore était un facteur limitant très important.

Il existe, notamment sous les tropiques, de nombreux sols caractérisés par une déficience en azote et phosphore où seules peuvent s'installer des plantes capables à la fois de fixer l'azote et de mieux explorer le sol pour en extraire le phosphore. *Casuarina equisetifolia*, présente ces deux propriétés, lorsqu'il a pu s'associer symbiotiquement avec *Frankia* et un champignon endomycorhizien tel que *Glomus mosseae*. Dans ces conditions *C. equisetifolia* constitue une espèce particulièrement précieuse pour fixer les sols dunaires dont on connaît la pauvreté en éléments nutritifs.

(\*) Remise le 12 octobre 1981, acceptée le 9 novembre 1981.

[1] B. MOSSE et D. S. HAYMAN, in *Tropical Mycorrhiza Research*, P. MIKOLA, éd., Clarendon Press, Oxford, 1980, p. 213.

[2] J. M. TRAPPE, in *Proceedings Workshop Symbiotic Nitrogen Fixation in the Management of temperate Forests*, J. C. GORDON, C. T. WHEELER et D. A. PERRY, éd., Forest Research Laboratory, Oregon State Univ., Corvallis, 1979, p. 160.

[3] S. H. ROSE, *Can. J. Bot.*, 58, 1980, p. 1149.

[4] H. G. DIEM, I. GUEYE, V. GIANINAZZI-PEARSON, J. A. FORTIN et Y. R. DOMMERGUES, *Æcol. Plantarum*, 2, 1981, p. 53.

[5] S. L. ROSE et C. T. YOUNGBERG, *Can. J. Bot.*, 59, 1981, p. 34.

- [6] E. J. HEWITT, *Sand and Water Culture Methods Used in the Study of Plant Nutrition Technical Communication*, n° 22, 2<sup>e</sup> éd., Commonwealth Bureau, London, 1966, p. 431.
- [7] D. GAUTHIER, H. G. DIEM et Y. R. DOMMERGUES, *Appl. Environ. Microbiol.*, 41, 1981, p. 306.
- [8] D. GAUTHIER, H. G. DIEM et Y. DOMMERGUES, *Comptes rendus*, 293, Série III, 1981, p. 489.
- [9] J. A. MENGE, E. L. V. JOHNSON et V. MINASSIAN, *New Phytol.*, 82, 1979, p. 473.
- [10] M. L. JACKSON, *Soil Chemical analysis*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1958, p. 153.
- [11] J. M. PHILLIPS et D. S. HAYMAN, *Trans. Br. Myc. Soc.*, 55, 1970, p. 158.
- [12] D. B. DUNCAN, *Biomitris*, 11, 1955, p. 1.

O.R.S.T.O.M., C.N.R.S.,  
Laboratoire de Microbiologie du Sol, B. P. n° 1386, Dakar, Sénégal.