

Amélioration de la croissance et de la fixation

Étude de deux acacias australiens

Acacia Holosericea A. Cunn ex G. Don. et *Acacia mangium* Willd

E. S. Da¹

T. Guissou²

Introduction

La pression démographique constitue un danger réel pour les ressources naturelles et la fertilité des sols au Burkina Faso.

La désertification avance inexorablement dans les pays du Sahel. Pour ralentir ce processus, le Burkina Faso s'est fixé plusieurs objectifs dont la protection de l'environnement, l'autosuffisance alimentaire, la satisfaction des besoins de la population en produits ligneux.

Parmi les essences forestières utilisées dans les programmes de reboisement au Burkina Faso, les arbres fixateurs d'azote occupent une place très importante parce qu'ils sont capables de pousser sur des sols pauvres et de s'adapter à des milieux dégradés. De même, dans les systèmes traditionnels d'utilisation des terres, les arbres fixateurs d'azote sont souvent associés à des cultures vivrières. Parmi les acacias introduits dans la sous-région, *Acacia holosericea* et

¹ Laboratoire CNSF, BP 2682 Ouagadougou 01, Burkina Faso.

² Laboratoire Irbet, BP 7047 Ouagadougou, Burkina Faso

Acacia mangium font partie des plus utilisés en plantation (Turnbull, 1986 ; Gunn et Vercoe, 1992).

Cependant, ces deux espèces sont quasi absentes du paysage rural burkinabè. Seulement, *Acacia holosericea* est présente dans les plantations du Cirad-forêt à Gonse (zone soudano-sahélienne) et *Acacia mangium* à Dindéresso (zone soudano-guinéenne).

Les connaissances acquises sur ces espèces, en zone aride et semi-aride, montrent qu'elles peuvent jouer un rôle déterminant en foresterie rurale et en agroforesterie en particulier pour la production du bois de chauffe, la lutte anti-érosive et le maintien de la fertilité des sols.

■ Matériels et méthodes

Matériels

Matériel pédologique (sols)

Les sols sont prélevés à une profondeur de 10 cm dans la plantation de *A. holosericea* à Gonsé et dans la plantation de *A. mangium* à Dindéresso.

Un échantillon de sol est également prélevé au pied d'un *Azelia Africana* à Dindéresso.

Matériel végétal

Les graines utilisées pour *A. holosericea* proviennent de Sangalkam au Sénégal et pour *A. mangium* de San-Pédro en Côte d'Ivoire. Ces graines ont été récoltées dans la station de Dindéresso.

Matériel bactérien

Les souches de référence utilisées proviennent de l'IRD/Dakar. Il s'agit de souches de *Bradyrhizobium* ORS 802 et ORS 800.

Méthodes

Traitement des sols

Chaque échantillon de sol est homogénéisé et réparti dans des sacs en polyéthylène (20 x 8 cm) pour les expériences de piégeages des souches de *Bradyrhizobium*.

Le sol prélevé sous *A. africana* est utilisé comme substrat de culture pour comparer, dans un abri, l'efficacité des différentes souches de *Bradyrhizobium*. Ce sol est désinfecté par autoclavage à 120 °C pendant 1 h puis stocké dans des barriques.

Traitement des graines

Les graines sont traitées à l'acide sulfurique concentré à 95 % pendant 30 mn puis rincées abondamment à l'eau distillée. Elles sont ensuite trempées pendant 24 h dans l'eau distillée puis mises à germer dans l'eau gélosée à 0, 8 % à l'obscurité à 30 °C dans une étuve.

Après trois jours, les graines ont germé. Elles sont débarassées de leur tégument et repiquées en boîtes de Pétri, en tubes à essais ou en sachets plastiques.

Piégeage des souches bactériennes

Il consiste à cultiver pendant 2 mois, des semis d'*A. holosericea* et d'*A. mangium* sur les sols de stations. Les nodules présents sur le système racinaire sont soigneusement récoltés pour l'isolement des souches de *Bradyrhizobium*.

Isolement des souches bactériennes

L'isolement est réalisé selon la technique décrite par Cleyet-Marel (1988).

Les nodules d'un même plant sont soigneusement lavés à l'eau courante à l'aide d'un pinceau afin d'éliminer toutes les grosses particules de terre. Ils sont ensuite désinfectés superficiellement par des trempages successifs dans de l'éthan à 95 % pendant 5 à 10 s puis dans des bains avec du chlorure mercurique à 0,1 % de 1 à 4 mn.

Les nodules sont abondamment rincés à l'eau distillée. Ils sont aseptiquement écrasés dans une goutte d'eau distillée à l'aide d'une baguette en verre.

La suspension obtenue est étalée en boîtes de Pétri par la méthode des stries sur un milieu nutritif Yeast Mannitol Agar (YMA) (Vincent, 1970).

Les boîtes de Pétri sont incubées, à l'étuve à 30 °C, jusqu'à l'obtention de colonies de *Bradyrhizobium*.

Les colonies sont purifiées par des repiquages successifs.

Préparation de l'innoculum

Des colonies bactériennes sont mises en culture sur le milieu YMA liquide sous agitation (11 rpm) pendant 7 jours dans une chambre de culture contrôlée (photopériode 16 h, température du jour 30 °C, température de nuit 27°C, intensité lumineuse à 6 500 lux et humidité relative maintenue entre 60-70 %).

Dénombrement des bactéries en culture liquide

La méthode dilution-étalement a été utilisée pour dénombrier les bactéries dans une culture liquide de 7 jours. Pour cela, 10 ml de culture liquide de chaque isolat bactérien sont mis en suspension dans 90 ml d'eau distillée maintenus en agitation.

Cela correspond à la suspension de départ qui est diluée à 10^{-1} . À partir de cette dilution, on prépare des dilutions de 10 en 10 jusqu'à 10^{-9} .

Nous avons prélevé 1 ml de chacune des quatre dernières dilutions que nous avons déposées dans des boîtes de Pétri avec trois répétitions par dilution. Nous avons ensuite coulé ces boîtes avec 20 ml de milieu YMA à 40 °C.

Après une semaine de culture, des colonies sont observées sous la loupe binoculaire en lumière rasante.

Chaque colonie représente une bactérie, et on choisit les dilutions qui comprennent entre 30 et 300 colonies.

Nous avons compté le nombre moyen de colonies par dilution que nous avons multiplié par le facteur de dilution pour obtenir le nombre de bactéries dans la suspension de départ.

Infectivité et effectivité des souches de Bradyrhizobium

Culture en boîte de Pétri

Cette méthode permet de tester l'infectivité des isolats bactériens. Elle est réalisée en boîtes de Pétri et consiste à déposer 5 semis pré-germés sur une rondelle de papier filtre reposant sur un milieu Shemakanova sans azote (Ba *et al.*, 1994).

Les boîtes de Pétri sont incubées pendant 7 jours en chambre de culture jusqu'à l'apparition des racines latérales.

L'inoculation consiste à tremper le système racinaire dans une culture liquide de 7 jours. Pour chaque isolat bactérien, deux boîtes de Pétri sont inoculées. Un témoin sans inoculation est prévu. Les boîtes sont mises à incuber en chambre de culture pendant 15 jours.

Culture en tube Gibson (1963)

Elle a pour but de tester l'infectivité et l'efficacité des différents isolats bactériens sur la croissance et la fixation de l'azote chez *A. holosericea* et *A. mangium*.

Le milieu nutritif de Jensen a été autoclavé pendant 3 mn à 120 °C puis réparti dans des tubes à essais de 30 ml/tube de (220 x 20 mm). Les tubes sont ensuite bouchés avec du papier aluminium, et recouverts de papier collant. Ils sont stérilisés à l'autoclave pendant 20 mn à 120 °C. Ils sont ensuite inclinés de manière à obtenir un milieu solide en pente. On réalise deux perforations, l'une par laquelle on introduit la racine de la plantule et l'autre permettant le remplissage et le maintien du niveau d'eau distillée stérile dans les tubes. Cette dernière perforation est toujours obturée avec un bouchon stérilisé. Les tubes sont placés en atmosphère saturée d'humidité pendant 48 h pour éviter le dessèchement des cotylédons.

Nous avons apporté 1 ml d'inoculum liquide par tube dès l'apparition des racines latérales. Les tubes sont ensuite placés dans la chambre de culture pendant deux mois.

Le dispositif adopté est de type factoriel en randomisation totale à un facteur (souches de *Bradyrhizobium*) avec 9 niveaux (8 souches + témoin).

Les plants témoins non inoculés ont reçu chacun 1 ml de YMA liquide. Chaque traitement est répété 7 fois.

Culture en sachet dans un abri extérieur

Cette expérience permet de comparer l'efficacité des différentes souches de *Bradyrhizobium* sur la croissance et la nodulation chez *A. holosericea* et *A. mangium* cultivés sur un sol prélevé sous *Azelia africana*. Les plantules sont répiquées en pépinière dans des sachets contenant du sol désinfecté.

Les plants sont disposés dans des chassis à 30 cm du sol sous un abri. Ils sont arrosés une fois par jour avec de l'eau de robinet. Le dispositif factoriel est en randomisation totale à un seul facteur (souches de *Bradyrhizobium*) avec 9 niveaux (8 isolats bactériens et témoin). Chaque traitement a été répété 10 fois. L'expérience a été réalisée en saison sèche à la température et à la lumière du jour. Les observations sont effectuées après 3 mois de culture.

Paramètres mesurés

Le matériel est séché dans une étuve à 70 °C pendant 4 jours. Nous avons mesuré des paramètres de croissance (hauteur des plants, poids sec de la tige et des racines) et de fixation d'azote (nombre de nodules, poids sec des nodules, azote total en mg/plant), diamètre au collet.

Dosage de l'azote total dans les parties aériennes

Minéralisation

Dans des tubes de minéralisation, un broyat de 50 mg est additionné à 5 ml d'acide sulfurique à 95 % en présence d'un catalyseur de minéralisation composé de sulfate monopotassique (KHSO₄) et de mercure de sélénium anhydre (HgSeO₃). La minéralisation est réalisée dans un bloc Digest20 à 350 °C pendant 3 h à la température ambiante. Il est ensuite réparti dans des fioles et le volume est ajusté à 50 ml avec de l'eau distillée.

Dosage de l'azote total

Le dosage est effectué dans un système auto-analyseur de sensibilité 0,2 ppm comprenant un distributeur, une pompe, un colorim-

mètre, un bain-marie et une imprimante. Le principe du dosage est basé sur la réaction de Berthelot modifiée. L'ammoniaque donne en présence du dichloroisocyanure de sodium de la monochloramine qui réagit avec le salicylate de sodium en amino-5-salicylate. Après oxydation de ce composé, il se forme un complexe de couleur verte dont l'absorbance est mesurée à 660 nm.

L'analyse consiste à injecter une solution de réaction ou complexant dans un auto-analyseur. Une gamme étalon (1, 2, 6, et 8 ppm de N) est préparée à partir d'une solution mère de NH_4Cl à 3,82 g/l (1 000 ppm de N) d'eau distillée. Les standards (C_i) sont injectés dans l'auto-analyseur. Pour chaque valeur du standard, il se forme un complexe dont l'intensité de coloration à 660 nm est proportionnelle à l'amplitude (A_i) enregistrée sur l'imprimante. La courbe étalon est de la forme : $C_i = aA_i + b$ (a et b sont des constantes).

Les échantillons sont injectés et leur concentration en azote est déterminée à partir de cette courbe étalon. Étant donné que nous avons minéralisé 50 ml, l'azote total exprimé en % (C_t) ou en mg/plant (Q_t) des échantillons est calculé par la formule suivante :

$$C_t = C_i \times 20 \times 50 = C_i \times 1\,000 \text{ (en ppm)}$$

$$C_t = C_i \times 0,1 \text{ (en \%)}$$

$$C_t = C_t \times \text{poids moyen des plants (mg ou g/plant)}.$$

Analyse statistique

Les données obtenues sont traitées avec la version 4.0 du logiciel Statview. Les analyses de variance sont faites avec « Anova Factorial » et les moyennes sont comparées avec le test de Fisher au seuil de probabilité de 5 %.

Résultats

Isolement des souches bactériennes

Cinq souches de *Bradyrhizobium* ont été isolées à partir des nodules récoltés sur des plants d'*A. holosericea* et d'*A. mangium* cultivés

dans un abri sur trois types de sols de stations. Ces souches sont dénommées IR 503, IR 504, IR 505, IR 506 et IR 507. Les souches IR 507, IR 505 et IR 503 ont été isolées à partir des nodules récoltés sur *A. holosericea*. Les souches IR 506 et IR 504 ont été isolées à partir des nodules récoltés sur *A. mangium*.

Souches de <i>Bradyrhizobium</i>	Plantes hôtes d'origine	Sols de stations	Origine
ORS 928 ORS 802 ORS 800	<i>A. holosericea</i> <i>A. mangium</i> <i>A. mangium</i>		Sénégal
IR 507 IR 506 IR 505 IR 504 IR 503	<i>A. holosericea</i> <i>A. mangium</i> <i>A. holosericea</i> <i>A. mangium</i> <i>A. holosericea</i>	Dindéresso sous <i>A. africana</i> Dindéresso sous <i>A. mangium</i> Gonsé sous <i>A. holosericea</i> Dindéresso sous <i>A. mangium</i> Dindéresso sous <i>A. mangium</i>	Burkina-Faso

Tableau 1
Origine des souches de *Bradyrhizobium*.

Courbe de croissance des souches de *Bradyrhizobium*

La figure 1 indique les courbes de croissance des différentes souches de *Bradyrhizobium*. Elles présentent un profil comparable.

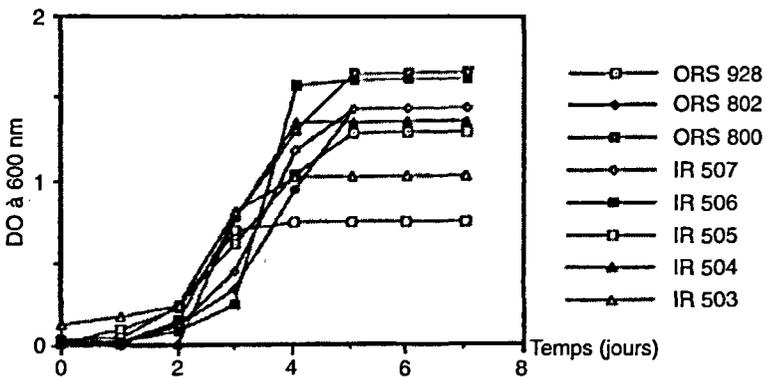


Figure 1
Courbe de croissance des souches de *Bradyrhizobium*.

Les bactéries de référence et celles que nous avons isolées montrent un temps de génération supérieur à 6 h. Ces résultats montrent que les souches IR 507, IR 506, IR 505, IR 504 et IR 503 sont des bactéries à croissance lente ou *Bradyrhizobium*.

Infectivité et efficacité des souches de Bradyrhizobium

Culture en boîte de Pétri

Toutes les souches de *Bradyrhizobium* ont provoqué la nodulation chez *A. holosericea* et *A. mangium* 9 jours après inoculation. Cette méthode aseptique permet de vérifier l'infectivité des isolats bactériens en limitant les sources de contamination. Cependant, cette technique réalisée en atmosphère confinée limite les échanges gazeux et donc la fixation d'azote.

Comparaison des souches de *Bradyrhizobium* en tube Gibson (1963)

Du point de vue de l'infectivité des isolats bactériens, les résultats en tubes confirment ceux obtenus en boîtes de Pétri. Le dénombrement des isolats bactériens en milieu liquide a donné des résultats comparables. Ainsi, 1 ml d'une suspension de *Bradyrhizobium* contient de 8×10^4 à $1,8 \times 10^5$ bactéries.

Le tableau 2 présente l'effet des souches de *Bradyrhizobium* sur la nodulation et la croissance chez *A. holosericea*. Les souches ORS 802, ORS 800 et IR 504 ont stimulé significativement la hauteur des plants par rapport au témoin. Par contre, les souches ORS 928, IR 507, IR 506, IR 504 et IR 503 n'ont pas d'effet significatif par rapport au témoin. Les souches IR 505 et ORS 802 ont amélioré significativement la production de biomasse aérienne par rapport au témoin. La souche IR 505 est la plus efficace pour ce paramètre. Toutes les autres souches de *Bradyrhizobium* n'ont pas d'effet. La souche IR 505 stimule également la biomasse racinaire d'environ 35 % par rapport au témoin. C'est la meilleure souche pour ce paramètre. Lorsqu'on considère les paramètres de la fixation d'azote comme le nombre de nodules, les souches ORS 802, IR 505 et IR 503 ont augmenté signi-

ficativement le nombre de nodules par rapport aux autres souches. Concernant le poids sec des nodules, les souches IR 503, IR 505, ORS 802, ORS 800 et IR 506 sont les plus performantes. Pour l'azote total des parties aériennes, le nombre de répétitions ne nous a pas permis de faire des analyses statistiques.

Souches	Nodules (nb/plant)	Nodules (mg/plant)	Hauteur (cm/plant)	Tige (mg/plant)	Racine (mg/plant)	Azote total (mg/plant)
ORS 928	6,43 ac	0,00167 ak	3,757 aei	0,01586 ab	0,00700 ac	0,05
ORS 802	11,29 gh	0,00290 fklmno	3,957 dijkln	0,03029 h	0,00543 bcijkl	0,14
ORS 800	5,14 cdef	0,00311 fghij	4,114 defgh	0,01343 bcdefg	0,00643 bdefgh	0,20
IR. 507	4,29 ad	0,00146 a	3,629 aj	0,01486 ac	0,00557 adi	0,04
IR. 506	5,72 ae	0,00353 bcdgl	3,957 abfk	0,01843 ad	0,00743 aej	0,35
IR. 505	11,43 bg	0,00358 belm	3,872 acgl	0,04072 i	0,01157 m	0,19
IR. 504	7,72 af	0,00214 acin	4,243 bchm	0,01386 ae	0,00572 afk	0,24
IR. 503	13,14 bh	0,00387 dejo	3,629 an	0,02072 af	0,00772 agl	0,05
Témoin	0,0 i	0,00000 p	3,414 a	0,01300 ag	0,00857 ah	0,01

Chaque valeur représente une moyenne de 7 plants. Dans une colonne, les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %. Le nombre de répétitions ne permet pas une analyse statistique.

Tableau 2

Effet des souches de *Bradyrhizobium* sur la nodulation et la croissance chez des *A. holosericea* cultivés en tubes à essais pendant 2 mois.

Le tableau 3 présente l'effet de souches de *Bradyrhizobium* sur la nodulation et la croissance chez *A. mangium*. Si l'on considère la hauteur des plants, toutes les souches de *Bradyrhizobium* ont un effet significatif par rapport au témoin, exception faite avec la souche IR 503. En ce qui concerne la biomasse aérienne, les souches ORS 800, ORS 928, ORS 802, IR 506, IR 507 et IR 504 ont un effet stimulant par rapport au témoin. Par contre, les souches IR 505 et IR 503 n'ont pas eu d'effet sur ce paramètre. L'effet de la souche ORS 800 est particulièrement remarquable sur la production de biomasse aérienne. Elle est augmentée de 381 % par rapport au témoin. Les résultats vont dans le même sens quand on considère la biomasse racinaire. Par ailleurs, les souches ORS 802, IRS 507 et IR 504 augmentent significativement le nombre de nodules par rapport aux souches IR 503, IR 505, ORS 800 et ORS 928.

Souches	Nodules (nb/plant)	Nodule (mg/plant)	Hauteur (cm/plant)	Tige (mg/plant)	Racine (mg/plant)	Azote total (mg/plant)
ORS 928	8,72 ah	0,00552 afj	3,314 adh	0,03800 afi	0,01372 ah	1,28
ORS 802	16,72 bf	0,00557 afk	3,186 ai	0,03772 agi	0,01029 bcik	0,19
ORS 800	9,14 aj	0,00360 bcdm	3,514 afk	0,04472 l	0,01572 a	0,81
IR. 507	12,29 abgi	0,00517 abhl	3,400 aej	0,03672 ahk	0,01272 abjl	1,20
IR. 506	9,57 ehijk	0,00378 jklmno	3,614chijkl	0,03486 eijk	0,01072 gkl	0,15
IR. 505	6,14 adk	0,00329 cen	3,300 agl	0,01500 bd	0,00757 cdf	0,24
IR.504	14,14 efg	0,00594 fgih	3,743 cdefg	0,03743 efgh	0,01286 ghij	0,68
IR. 503	3,00 cd	0,00502 adeio	2,900 ab	0,001014 cd	0,00486 ef	0,17
Témoin	0,0 c	0,00000 p	2,514 b	0,00929 bc	0,00729 de	0,01

Chaque valeur représente une moyenne de 7 plants. Dans une colonne, les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %. Le nombre de répétitions ne permet pas une analyse statistique.

I Tableau 3

Effets de souches de *Bradyrhizobium* sur la nodulation et la croissance chez les *A. mangium* cultivés en tubes à essais pendant 2 mois.

Comparaison des souches de *Bradyrhizobium* sur un sol de Dindéresso

Le tableau 4 indique l'effet des souches de *Bradyrhizobium* sur la croissance et la nodulation chez *A. holosericea* sous abri. Tous les paramètres de croissance mesurés sur les plants inoculés sont significativement stimulés par rapport au témoin. Lorsqu'on compare les souches entre elles, il apparaît clairement que la souche ORS 802 est la plus performante pour la hauteur, le diamètre au collet et la biomasse aérienne des plants. Elle montre, pour ce paramètre, un effet significatif sur la biomasse racinaire comparable aux meilleures souches. En ce qui concerne les paramètres de la fixation d'azote, la souche ORS 802 présente un nombre de nodules significativement plus important que toutes les autres souches de *Bradyrhizobium*. Les souches ORS 802 et ORS 800 augmentent de façon significative le poids sec des nodules par rapport aux autres souches de *Bradyrhizobium*. La souche ORS 802 est la meilleure souche chez *A. holosericea*.

Le tableau 5 présente l'effet des souches de *Bradyrhizobium* sur la croissance et la nodulation chez *A. mangium* sous abri. Les souches ORS 802, ORS 800 et IR 504 ont augmenté de façon significative la

hauteur, le diamètre au collet et la production de biomasse aérienne par rapport au témoin. La biomasse racinaire est stimulée par rapport au témoin uniquement avec les souches ORS 802 et ORS 800.

En considérant les paramètres de fixation d'azote, les souches ORS 802 et ORS 800 sont les meilleures souches chez *A. mangium*.

Souches	Nodules (nb/plant)	Nodules (mg/plant)	Hauteur (cm/plant)	Diam. collet (cm/plant)	Tige (mg/plant)	Racine (mg/plant)
ORS 928	1,60 a	0,008 a	17,21 a	0,23 a	1,62 a	0,71 a
ORS 802	119,20 f	0,108 b	26,82 d	0,34 i	2,85 c	0,78 a
ORS 800	53,30 b	0,113 b	22,49 b	0,28 bcde	2,27 b	0,41 bcde
IR 507	14,70 acd	0,048 cde	15,38 a	0,24 abf	1,47 a	0,32 bfg hi
IR 506	3,40 a	0,065 cfg	15,13 ac	0,25 acg	1,32 a	0,49 acfj
IR 505	5,80 a	0,004 ahi	15,17 a	0,23 a	1,31 a	0,57 adgk
IR 504	26,80 ce	0,034 adfh	22,78 bc	0,26 adh	1,86 ab	0,77 a
IR 503	34,10 bde	0,031 aeg	17,28 a	0,28 efgh	1,71 a	0,45 ehjk
Témoin	0,00 a	0,000 ai	9,17 e	0,16 j	0,52 d	0,13 i

Chaque valeur représente une moyenne de 10 plants. Dans une même colonne, les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

Tableau 4

Effets des souches de *Bradyrhizobium* sur la nodulation et la croissance des plants d'*A. holosericea* cultivés dans un abri pendant 3 mois.

Souches	Nodules (nb/plant)	Nodules (mg/plant)	Hauteur (cm/plant)	Diam. collet (cm/plant)	Tige (mg/plant)	Racine (mg/plant)
ORS 928	1,60 a	0,002 a	13,58 a	0,21 abcdefgh	0,76 a	0,21 a
ORS 802	76,30 b	0,159 b	21,90 bcd	0,25 ai	1,57 bc	0,37 bcdef
ORS 800	78,20 b	0,154 b	22,90 bef	0,26 bi	1,98 b	0,41 bghij
IR 507	19,70 ac	0,023 cde	13,06 a	0,16 cjk	0,53 a	0,16 a
IR 506	16,60 ad	0,051 cf	16,43 ag	0,21 dijl	0,91 ad	0,30 acg
IR 505	3,60 a	0,017 a	16,77 ah	0,22 eim	0,83 ae	0,24 adh
IR 504	28,90 cde	0,080 ad	21,61 cei	0,24 fi	1,29 cdef	0,37 aei
IR 503	21,60 ae	0,046 aef	18,62 dfghi	0,22 gin	0,82 af	0,36 afj
Témoin	1,67 a	0,002 a	12,67 a	0,17 hklmn	0,55 a	0,12 a

Chaque valeur représente une moyenne de 10 plants. Dans une même colonne, les moyennes suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5 %.

Tableau 5

Effets des souches de *Bradyrhizobium* sur la nodulation et la croissance des plants d'*A. mangium* cultivés dans un abri pendant 3 mois.

I Discussion et perspectives

Les résultats obtenus en tube sur un milieu dépourvu d'azote assimilable nous ont permis de comparer l'efficacité des souches de référence (ORS 800, ORS 802 et ORS 928) avec des souches (IR 503, IR 504, IR 505, IR 506 et IR 507) que nous avons isolées dans les sols du Burkina Faso. Toutes ces souches ont nodulé le système racinaire des plants de *A. holosericea* et d'*A. mangium*. Ceci nous conduit à penser en accord avec Dreyfus et Dommergues (1981) et Galiana *et al.* (1991) que les souches de bactéries capables de noduler ces deux espèces végétales appartiennent au genre *Bradyrhizobium*. L'inoculation d'*A. holosericea* et d'*A. mangium* avec ces souches de *Bradyrhizobium* a un effet bénéfique sur la croissance des plants.

Chez *A. holosericea*, les souches ORS 802 et IR 505 stimulent la production de biomasse aérienne respectivement de 133 % et de 213 % par rapport au témoin non inoculé. Ces deux souches de *Bradyrhizobium* sont parmi les meilleures quant au nombre et au poids sec des nodules. La souche IR 505 a été la meilleure pour le poids sec de la partie aérienne. Chez *A. mangium*, la souche ORS 800 a augmenté de 380 % la biomasse aérienne par rapport au témoin. Les résultats obtenus en tube nous ont permis de déterminer un premier niveau de discrimination de l'efficacité relative des souches de *Bradyrhizobium* sur *A. holosericea* et *A. mangium*. L'expérimentation conduite sous abri nous a permis d'évaluer la reproductibilité des résultats obtenus en tube.

Dans l'abri extérieur, les résultats ont été obtenus sur un sol caractérisé par une teneur moyenne en azote total (500 ppm) et une teneur très faible en phosphore assimilable (4 ppm environ). Les résultats obtenus sur *A. mangium* après inoculation avec ORS 800 et ORS 802 montrent une augmentation significative du nombre et du poids sec des nodules par rapport au témoin. La souche ORS 800 est la plus performante quant à la production de biomasse aérienne (+ 260 %). Ce résultat est comparable avec celui obtenu en tube. Trois mois après l'inoculation, les résultats obtenus en abri confirment l'efficacité de la souche ORS 802 déjà observée en tube sur la croissance et la nodulation d'*A. holosericea*. Les effets de cette

souche sont particulièrement marqués sur le nombre et le poids sec des nodules, sur le diamètre au collet (+ 112 %) et sur la production de biomasse aérienne (+ 448 %). La souche ORS 800 présente des effets comparables notamment sur le poids sec des nodules.

Dans nos conditions expérimentales, nous avons travaillé sur un sol dont la teneur en azote (500 ppm) est beaucoup plus importante. Dans ces conditions et avec la meilleure souche, nous avons obtenu quatre fois plus de matière sèche aérienne par rapport au témoin. Or, nous savons que les légumineuses ont tendance à utiliser préférentiellement l'azote du sol aux dépens de l'azote de l'air (Obaton, 1992). On aurait pu s'attendre à une production moins importante de biomasse résultant par exemple d'une inhibition de la nodulation et de la fixation comme c'est le cas dans les sols riches en nitrate. Nos résultats montrent, tout au moins pour les meilleures souches (ORS 800 et ORS 802), une plus grande tolérance à la teneur en azote dans le sol.

Selon Colonna *et al.* (1991), des essais en pépinière ont montré qu'une carence marquée en phosphore assimilable à 11 ppm dans un sol à 200 ppm d'azote total a eu pour conséquence de rendre sans effet l'inoculation avec des souches bactériennes sélectionnées. Dans des conditions comparables, Cornet et Diem (1982) ont observé une augmentation de la biomasse aérienne après inoculation avec un champignon endomycorhizien ou avec un apport de 10 ppm de phosphore soluble dans le sol. Dans nos conditions d'études, cette carence en phosphore assimilable n'a pas masqué l'effet de l'inoculation sur *A. mangium* et *A. holosericea*.

Nous pouvons donc envisager des expériences d'inoculation avec des champignons endomycorhiziens et/ou ectomycorhiziens.

Conclusion

En conclusion, il apparaît clairement qu'il est tout à fait possible d'améliorer par la voie symbiotique la croissance et la fixation d'azote chez *A. holosericea* et *A. mangium* dans un sol représentatif de la province du Houet. Nos travaux ont permis également de

montrer que des souches de *Bradyrhizobium* (ORS 800 et ORS 802) originaires du Sénégal sont plus performantes que celles du Burkina Faso. Ces résultats devraient nous permettre d'envisager l'utilisation de ces deux souches en particulier dans des programmes d'inoculation des sols de pépinière habituellement non désinfectés.

Remerciement

Au terme de nos travaux de recherche, nous tenons à signifier notre reconnaissance à la coordination du comité scientifique du réseau et au comité d'organisation de nous avoir permis de présenter notre travail pendant ces VII^e journées scientifiques.

Nous n'oublions pas nos collaborateurs chercheurs pour leur disponibilité à notre égard pendant les travaux de recherche. Que les techniciens et tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre trouvent ici notre profonde gratitude. À nos parents, épouses et amis qui nous ont beaucoup réconfortés, nous leur disons merci.

Bibliographie

Amarger N., Lagacherie B., 1983 — Caractéristiques et écologie des Rhizobium. In Fichier technique de la fixation symbiotique de l'azote, Légumineuse/Rhizobium, FAO, Rome, Biol., 2, 1/4-4/4.

Ba A.M., Balaji B., Piche Y., 1994 — Effect of time of inoculation on in vitro ectomycorrhizal colonization and nodule initiation in *Acacia holosericea* seedlings. *Mycorrhiza*, 4, 109-119.

Cleyet-Marel J.C., 1988 — Isolement de souches de Rhizobium. In Fichier technique de la fixation symbiotique de l'azote, Légumineuse/Rhizobium, II RHIZ 1C, FAO, 1/2-2/2.

Colonna J.P., Ducousso M., Badji S., 1991 — Peut-on améliorer la croissance

de l'*Acacia senegal* (L.) Willd. et du système symbiotique « *Acacia senegal*-Rhizobium » ? In Reidacker A., Dreyfus E., Pafadnam C., Joly H., Bory G. (eds.) *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides*, 195-204.

Cornet F., Diem H.G., 1982 — Étude comparative de l'efficacité des souches de Rhizobium d'*Acacia* isolées de sols du Sénégal et l'effet de la double symbiose *Rhizobium-Glomus mossae* sur la croissance de *Acacia holosericea* et *A. raddiana*. *Bois et forêts des tropiques*, 198, 3-14.

Cornet F., Diem H.G., 1983 — Quand est-il possible d'améliorer la croissance des *Acacia* par inoculation avec des champignons endomycorhiziens ou par apport

de phosphates ? In 3^e congrès international sur les composés phosphorés, Imphos, France, 145-152.

Cornet F., Otto C., Rinaud O., Diem H.G., Dommergues Y.R., 1985 — Nitrogen fixation by *Acacia holosericea* growing in field-simulating conditions. *Oecol. Planta.*, 6, 211-218.

Crawford D.F., Hartney V.J., 1986 — Micropropagation of *Acacia mangium* and *Acacia stenophylla*. In Turnbull J.W. (ed.), Australian acacias in developing countries, Proceedings of an International Workshop at the Forestry Training Center, Gympie, Australia, Aciar, Canberra, 16, 64-65.

Dreyfus B., Dommergues Y.R., 1981 — Nodulation of *Acacia* species by fast-and low-growing tropical strains of *Rhizobium*. *App. And Environ. Microbiol.*, 41, 97-99.

Galiana *et al.*, 1991 — In vitro micropropagation of the nitrogen-fixing tree-legume *Acacia mangium* Willd. *Plant and soil*, 135p. pp151-159.

Gibson A.H., 1963 — Physical environment and symbiotic nitrogen fixation. I. The effect of root temperature on recently nodulation *Trifolium subterraneum* L. plants. *Aust. J. Biol. Sci.*, 16, 28-42.

Gunn B.V., Vercoe T.K., 1992 — Australian acacias and their use in sub-saharan West Africa. In Some L.M. et De Kam M. (éds).

Les problèmes de semences forestières, notamment en Afrique, Iufro Symposium, Ouagadougou, 23-28 nov. 1992, 41-53.

Maslin B., Thomson L.A.J., 1992 — Reappraisal of the taxonomy of *Acacia holosericea* A. Cunn. Ex Don. Including the description of a new species, *Acacia coleii* and the reinstatement of *Acacia neurocarpa* A. Cunn. Ex Hook. *Aust. J. Syst. Bot.*, accepted in Press.

Thomas K.I., Kent G.A., 1986 — Growth of *Acacia mangium* throughout Sabah. In Turnbull J.W. (1987), Australian acacias in developing countries, Proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld., Australia, Aciar Proceedings n° 16, 160-163.

Turnbull J.W., 1986 — Multipurpose Australian trees and shrubs for fuelwood and agroforestry, ACIAR Monograph N°1, 316p.

Udarbe M.P., Hepburn A.J., 1986 — Development of *Acacia mangium* as a plantation species in Sabah. In Turnbull J.W. (ed.), Australian acacia in developing countries, Proceedings of an International Workshop at the Forestry Training Center, Gympie, Australia, Aciar, Canberra, 16, 157-159.

Vincent J.M., 1970 — A manual for the practical study of the root-nodule bacteria. IBP handbook N°15, Blackwell Scientific Publishers, Oxford. 164p.