LES PLANTATIONS LINÉAIRES DENSES SUR LES SOLS SABLEUX DÉGRADÉS DE LA ZONE CENTRE-NORD DU SÉNÉGAL

Comportement et effets sur les cultures adjacentes de quelques espèces locales et introduites

par

Michel CAZET

Ingénieur de Recherche au CTFT

SUMMARY

DENSE LINE PLANTING ON DEGRADED SANDY SOILS IN THE CENTRAL-NORTHERN AREA OF SENEGAL

Behaviour of some local and imported species and their effect on adjacent crops

In the central-northern area of Senegal, dense line woody plantations, set at the edge of cultivated plots under the form of break wind hedges, seem to be one of the means to restore degraded ecosystems and increase the rural population's incomes.

Some experiments have been carried out in this field at the Station of Agro-Forestry Research of DRPF/ISRA in Thiénaba, on five local species : Faidherbia albida, Acacia tortilis *ssp.* raddiana, Acacia nilotica *ssp.* adstringens, Acacia senegal, Prosopis juliflora *and on two Australian acacias :* Acacia holosericea *and* Acacia tumida ; *they were planted in lines with 2.50 m inter-tree spacing. The results obtained at age 30 months show the adequate adaptation of Australian species ; the latter reach 4.40 m and 3.60 m in height and 97 % and 92 % survival rates respectively vs 2.00 m for* Acacia senegal *and 1.80 m for* Acacia tortilis *ssp.* raddiana, *the best growth rates for local species.*

The inoculation of plants in nurseries, with Rhizobium *stubs taken from ORSTOM collections, enhanced the growth of some species, such as* Faidherbia albida *(+ 13 %),* Acacia tumida *(+ 10 %) and* Prosopis juliflora *(+ 15 %). The nematocide treatment of the plantation soil entails the improvement of plant growth during the first year of vegetation, ranging from 8 to 25 %.*

Root profiles, carried out at age 30 months on about twenty trees show variable strategies of root development according to species. They permit to account, at least partially, for the competition exerted by the trees on adjacent crops. With the three local acacias, the competition entails declines in yields which may reach over 60 % within a 2.50 m radius of the lines of trees.

As far as the management of the dense line formations is concerned, trials of partial thinnings, carried out every two months, showed the capacity of Australian acacia stubs to coppice (after cutting back at 0.40 m from ground). The capacity varies according to the logging period. For Acacia holosericea, *the optimal period for cutting back is between January and July, whereas it extends from November to May for* Acacia tumida. *Local species generally show the right capacity to coppice and regenerate productive hedges rapidly.*

RESUMEN

PLANTACIONES LINEALES DENSAS EN SUELOS ARENOSOS DEGRADADOS DE LA ZONA CENTRO-NORTE DE SENEGAL

Comportamiento y efectos sobre los cultivos adyacentes de algunas especies locales y foráneas

Las plantaciones lineales densas de especies madereras, implantadas en la periferia de las parcelas cultivadas en forma de setos cortavientos, en la zona Centro-Norte del Senegal, parecen constituir uno de los medios capaces de rehabilitar los ecosistemas degradados y mejorar las condiciones económicas de las poblaciones rurales.

Se han emprendido diversas experimentaciones en tal sentido en la Estación de Investigaciones Agroforestales de la DRPF/ISRA de Thienaba, mediante cinco especies « locales » es decir : Faidherbia albida, Acacia tortilis *ssp.* raddiana, Acacia nilotica *ssp.* adstringens, Acacia senegal, Prosopis juliflora *y dos especiales de acacias de origen australiano a saber :* Acacia holosericea *y* Acacia tumida *plantadas linealmente con una separación entre árboles de 2,50 m. Los resultados conseguidos en un plazo de 30 meses demuestran una correcta adaptación de las especies australianas, que han alcanzado respectivamente 4,40 m y 3,60 m de altura, con un porcentaje de supervivencia de un 97 % y de un 92 % mientras que, para las especies locales, los mejores crecimientos se obtienen mediante las especies* Acacia senegal *(2,00 m) y* Acacia tortilis *ssp.* raddiana *(1,80 m).*

La inoculación de las plantas en vivero, con estirpes de Rhizobium *tomadas de las colecciones del ORSTOM, ha venido a mejorar el crecimiento de ciertas especies, como, por ejemplo,* Faidherbia albida *(+ 13 %),* Acacia tumida *(+ 10 %) y* Prosopis juliflora *(+ 15 %). Un tratamiento nematicida del terreno de plantación permite conseguir una mejora del crecimiento de las plantas durante el primer ano de vegetación, que oscila entre un 8 y un 25 %.*

Los perfiles de arraigamiento, obtenidos a los 30 meses en unos veinte árboles, muestran estrategias de desarrollo de las raíces que son variables según las especies, pero que permiten explicar, por lo menos parcialmente, la competición ejercida por los árboles con respecto a los cultivos adyacentes. Al tratarse de las tres especies locales, esta competición se pone de manifiesto por disminuciones de rendimiento que pueden ser superiores de un 60 % hasta una distancia de 2,50 m de las alineaciones de árboles.

Por lo que se refiere a la gestión de estas formaciones lineales densas, los ensayos de cortes de aclareo parciales, llevados a cabo con intervalos de dos meses, han demostrado una aptitud acusada de las estirpes de acacias australianas para rebrotar (tras un desmoche a 0,40 m del suelo), que varía según la fecha de explotación. Para Acacia holosericea, *el punto óptimo de desmoche se sitúa entre enero y julio, mientras que, para* Acacia tumida *se prolonga entre los meses de noviembre a mayo. Las especies locales demuestran, por lo general, una correcta aptitud para retonar y reconstituir rápidamente setos vivos productivos.*

La zone Centre-Nord du bassin arachidier est une des sept régions naturelles définies par l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) pour sa programmation 1989-1993. Elle s'étend sur plus de 20 % du territoire sénégalais dans les domaines de végétation sahélo-soudanienne et soudano-sahélienne et comporte près de 30 % de la population du Sénégal.

Dans cette zone, la plupart des sols ont été dégradés par les effets conjugués de la rotation arachide-mil sans fertilisants, de la suppression de la jachère longue et de la surexploitation du couvert arboré qui constituait le traditionnel paysage à parc.

Dès 1965, CHARREAU et VIDAL avaient mis en évidence l'influence bénéfique de *Faidherba albida* sur la nutrition minérale et les rendements de mil au Sénégal. En 1966, SCHOCH montrait l'influence d'une strate arborée au Sénégal sur la réduction de l'évaporation potentielle et ses conséquences agronomiques et proposait *Faidherbia albida* « arbre providentiel » comme brise-vent. En 1968, DANCETTE et POULAIN suggéraient qu'en agriculture traditionnelle de type SERER, *F. albida* pouvait compenser, sous son couvert, l'absence de fertilisation chimique ; cet arbre étant susceptible de ramener à la surface des éléments chimiques lessivés en profondeur tels que les nitrates.

En 1969 et 1970, JUNG confirmait l'action favorable d'*Acacia albida* sur l'activité microbiologique des sols et leur fertilité. A la même époque (1970), GERAKIS et TSANGARAKIS montraient qu'*Acacia senegal* augmentait la teneur en azote et en carbone organique d'un sol sableux au Soudan. Cette amélioration des rendements au voisinage d'*Acacia senegal* était également observée par C. SYLLA (1986) dans la zone sylvo-pastorale du Sénégal.

La réintroduction de l'arbre dans l'exploitation agricole apparaît donc comme étant l'un des moyens de restaurer des écosystèmes dégradés et d'améliorer le revenu des populations rurales (GIFFARD, 1974, 1975 ; DELWAULLE, 1973, 1977, 1979). Mais, pour densifier les plantations ligneuses à l'intérieur des terroirs agricoles sans gêner l'agriculture, les arbres pourraient être plantés sous forme de plantations linéaires denses, d'abord autour des parcelles, puis à l'intérieur des champs aboutissant à un véritable paysage bocager.

C'est dans cette optique que des expérimentations ont été mises en place en 1985 à la Station de Recherches Agroforestières de Thiénaba (Sénégal) sur deux espèces d'acacias australiens — *Acacia holosericea, Acacia tumida,* quatre espèces locales : *Faidherbia albida, Acacia tortilis ssp. raddiana, Acacia nilotica ssp. adstringens, Acacia senegal* et une espèce introduite de longue date : *Prosopis juliflora.* Dans le cadre de ces recherches, nous avons tenté de tester l'effet de l'inoculation des plants par diverses souches de *Rhizobium* sur la croissance des arbres au jeune âge.

Pour les cinq espèces « locales », seront ensuite étudiés l'effet d'un traitement nématicide du sol sur la croissance des plants ainsi que l'influence des diverses espèces sur les cultures adjacentes. Des profils racinaires ont en outre été réalisés la troisième année. Les schémas et quelques caractéristiques de ces systèmes racinaires aident à comprendre les interactions arbres-cultures.

LE SITE EXPÉRIMENTAL

Situation et climat

La Station de Thiénaba, gérée par la Direction des Recherches sur les Productions Forestières de l'ISRA, est située à environ 15 km à l'est de Thiès, dans le domaine soudano-sahélien. La moyenne pluviométrique de 690 mm relevée à Thiès sur la période 1930-1960 n'a pas été atteinte pendant la période d'observation (tableau 1).

TABLEAU 1

PLUVIOMÉTRIE A LA STATION EXPÉRIMENTALE DE THIÉNABA (1985-1988)

Années	1985	1986	1987	1988	Moyenne des 4 années
Pluviométrie	385	334	522	579	455

En réalité, pendant la période d'observation, la moyenne pluviométrique et la répartition des pluies avec 95 % des précipitations en juillet, août et septembre sont caractéristiques du climat sahélo-soudanien.

Pédologie

La Station est située sur sol ferrugineux tropical peu différencié. La texture est très sableuse et le sol ne compte que 3 à 5 % d'argile avec une fraction argile + limon toujours inférieure à 8 %. Ces sols sont en outre caractérisés par leur pauvreté en matière organique, phosphore et bases échangeables et par une faible capacité d'échange. Les caractéristiques pédologiques moyennes figurent au tableau 2.

TABLEAU 2

ANALYSES DES SOLS DE THIÉNABA * (VALEURS MOYENNES ET EXTRÊMES SUR 11 PROFILS)

Caractéristiques	Horizons 0 - 30 cm			Horizons 110 - 140 cm		
	mini.	maxi.	moy.	mini.	maxi.	moy.
pH eau 1/2,5	4.4	6.9	5.4	4.4	5.2	4.6
pH KCl N	3.9	6.1	4.8	4.2	4.7	4.4
Argile (< 2μ) %	1.5	4.1	2.8	2.2	4.8	3.5
Argile + limon (< 50μ) %	6.9	10.6	7.5	5.5	8.5	6.9
Bases échangeables me/100 g	0.16	1.65	0.79	0.12	0.78	0.40
Capacité d'échanges me/100 g	1.7	2.4	1.9	0.8	1.4	1.1
				Horizons 30 - 50 cm		
Carbone ‰	1.5	2.8	2.2	1.2	1.8	1.5
Azote ‰	0.14	0.42	0.22	0.10	0.22	0.15
Phosphore total ‰	0.09	0.22	0.14	0.07	0.13	0.10
Phosphore OLSEN ppm	traces	0.10	0.03	traces	0.04	0.01

* Analyses effectuées en 1986 au Laboratoire de Pédologie de l'ORSTOM-Hann.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Acacias australiens

Les deux espèces retenues, originaires du Nord-Ouest australien, ont été introduites au Sénégal en 1974 sur les Stations de Bambey et Keur-Mactar. Notons que, dans leurs aires d'origine, ces deux espèces se développent sur les sols les plus divers (TURNBULL, 1986). Les graines utilisées dans cet essai proviennent des descendances de provenance d'origine (tableau 3).

Les plants ont été élevés en pépinière dans des conteneurs en polyéthylène pendant trois mois. C'est à ce stade qu'ils ont été inoculés avec 2 ml d'inoculum (souche de *Rhizobium* ORS 841) obtenu à partir de culture en milieu liquide YEMA (à 10^9 ml-1 bactéries). Ils ont été mis en place les 22 et 23 juillet 1985, dans un dispositif en bloc complet randomisé comprenant 10 répétitions pour chaque espèce. Chaque répétition est constituée de deux parcelles linéaires de 12 arbres : l'une rece-

vant des plants inoculés, l'autre des plants non inoculés. L'écartement entre les arbres étant de 2,50 m, les 240 arbres mis en place pour chaque espèce représentent une plantation linéaire de 600 mètres.

La hauteur des plants est mesurée chaque année en milieu de saison sèche. La circonférence à 10 cm du sol a été mesurée à partir de la troisième année. Afin de déterminer la date optimale de recépage, une éclaircie échelonnée dans le temps a été entreprise à partir de mai 1988. Tous les deux mois, un arbre de chaque parcelle est coupé, cubé et pesé.

Des profils racinaires ont été réalisés sur deux plants d'*Acacia holosericea* en mai 1988. Toutes les racines visibles ont été récoltées par tranche de 50 cm de sol, puis pesées fraîches.

TABLEAU 3

CARACTÉRISTIQUES DES GRAINES UTILISÉES DANS L'ESSAI « ACACIAS AUSTRALIENS » MIS EN PLACE A THIÉNABA EN 1985

Espèces	N° lot	Lieu de récolte	Date de récolte	Origine australienne	
				Long.	Lat.
A. holosericea	84/1016	K. Mactar	29.03.84	121° 05'	19° 37'
A. tumida	82/663	Bambey	25.03.82	122° 56'	16° 25'

Espèces locales

Les caractéristiques relatives à la récolte et aux prétraitements des graines des cinq espèces « locales » figurent au tableau 4.

TABLEAU 4

CARACTÉRISTIQUES DES GRAINES UTILISÉES DANS L'ESSAI ESPÈCES « LOCALES » MIS EN PLACE A THIÉNABA EN 1985

Espèces	N° des lots	Provenances	Date de récolte	Temps de trempage dans H_2SO_4 à 98 %
FA	84/1043	Keur-Mactar	04.02.84	30 min.
ATR	84/1073	Bandia	05.05.84	60 min.
ANA	84/1146	Mbiddi	02.03.84	120 min.
AS	84/1013	Mbiddi	02.03.84	15 min.
PJ	84/1141	Bandia	28.07.84	15 min.

FA = *Faidherbia albida*
AS = *Acacia senegal*
PJ = *Prosopis juliflora*
ATR = *Acacia tortilis ssp. raddiana*
ANA = *Acacia nilotica ssp. adstringens*

Les plants ont été élevés pendant huit semaines en pépinière. Comme pour les acacias australiens, la moitié des plants a été inoculée avec une culture de *Rhizobium* par injection dans les conteneurs de 2 ml d'inoculum à 10^9 ml-1 bactéries, 6 à 10 jours après la levée. Les souches utilisées, prélevées dans les collections du Laboratoire de microbiologie des sols de l'ORSTOM Bel-Air, figurent au tableau 5.

TABLEAU 5

SOUCHES DE *RHIZOBIUM* UTILISÉES POUR L'INOCULATION DES ESPÈCES LOCALES

Espèces	Souches
Faidherbia albida	CB 756
A. tortilis ssp. raddiana	ORS 928
A. nilotica ssp. adstringens	ORS 928
Acacia senegal	ORS 911
Prosopis juliflora	PJ 12

La plantation a eu lieu le 28 juillet 1988, dans des trous de 20 cm × 20 cm et 30 cm de profondeur, creusés à la bèche immédiatement avant la plantation. Le dispositif expérimental est un plan à trois facteurs et quatre répétitions, qui peut être analysé globalement comme un dispositif en split plot ou espèce par espèce, comme un dispositif à deux facteurs :

— **le facteur 1** — espèces ligneuses — a cinq niveaux correspondant aux cinq espèces testées. Il est placé en sous-bloc à l'intérieur des répétitions ;

— **le facteur 2** — inoculation avec *Rhizobium sp.* — comporte pour chaque espèce deux modalités : inoculé et non inoculé ;

— **le facteur 3** — traitement nématicide — a deux modalités : terrain traité au dibromochloropropane (DBCP) à la dose de 15 litres par hectare et terrain de plantation non traité.

Le dispositif global comprend 80 parcelles élémentaires de 30 m × 15 m couvrant une surface de 3,5 ha. Chaque parcelle élémentaire comportait initialement trois lignes de douze arbres avec des espacements de 2,50 m dans la ligne et de 5 m entre les lignes. Au total, chaque espèce était donc représentée par 576 arbres, soit une longueur totale de haie brise-vent de 1.440 mètres.

Une culture intercalaire est mise en place sur l'ensemble du dispositif selon la rotation niébé-arachide-mil. Pour limiter la concurrence arbre-culture, des bandes de garde d'au moins un mètre de largeur de part et d'autre des lignes d'arbres sont laissées sans cultures. Enfin, pour apprécier le rendement des cultures en l'absence d'arbres, une parcelle-témoin de 180 m × 30 m a été suivie à l'ouest du dispositif expérimental.

Comme pour l'essai « Acacias australiens », cet essai a fait l'objet d'entretiens systématiques autour des plants pendant l'hivernage. Des mensurations de hauteurs sont effectuées chaque année en milieu de saison sèche. A partir de 1987, les circonférences à 10 cm du sol ont été relevées. En janvier et février 1988, une éclaircie systématique d'une ligne sur deux a été réalisée et les produits d'éclaircie ont été pesés.

En mars et avril 1988, des profils racinaires ont été effectués sur six arbres de chaque espèce avec pesée des racines et exécution de schémas du système racinaire (fig. 2, p. 35). Les cultures intercalaires ont fait l'objet de récolte et de pesées par bandes. Les rendements ont été estimés en prenant en compte les surfaces réellement cultivées et en éliminant les bandes de bordure.

En juin 1987, 160 échantillons de sol ont été prélevés à la tarière pédologique, selon une maille de 30 m × 30 m, à des profondeurs de 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm et 120-150 cm. Les analyses pédologiques effectuées par l'ORSTOM ont porté sur les valeurs du pH, les teneurs en carbone, azoté, phosphore total et assimilable, bases échangeables et sur la capacité d'échange.

Notons que pour apprécier l'influence des espèces ligneuses sur le rendement des cultures intercalaires, le dispositif sera considéré comme un dispositif à quatre blocs complets randomisés, la parcelle unitaire étant alors un rectangle de 30 × 60 m comportant six lignes de 24 arbres. Compte tenu de la grande hétérogénéité du sol, cet effet « arbre » sera apprécié en analyse de covariance en prenant comme covariables deux ou trois paramètres de fertilité.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Acacias australiens

SURVIE

Les taux de survie observés à l'âge de 33 mois étaient très satisfaisants : 97 % pour *Acacia holosericea* et 92 % pour *Acacia tumida.*

CROISSANCE

Il apparaît que ces deux espèces et particulièrement *Acacia holosericea* ont une excellente croissance au moins jusqu'à trois ans. Les caractéristiques moyennes en volume et en poids frais tirées des éclaircies de mai et juillet 1988 figurent au tableau 6.

TABLEAU 6

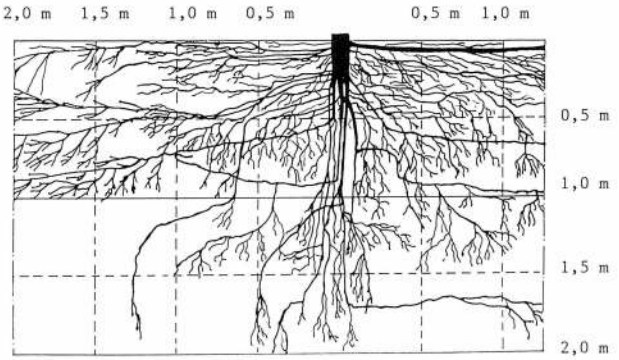
CARACTÉRISTIQUES MOYENNES A 3 ANS DES DEUX ACACIAS AUSTRALIENS MIS EN PLACE A THIÉNABA EN 1985

Espèces	Volume moyen du bois utilisable (+) (dm^3/arbre)	Poids frais de la biomasse aérienne (kg/arbre)
Acacia holosericea	19,3	43,6
Acacia tumida	8,9	17,5

(+) Bois dont la circonférence est supérieure ou égale à 2 cm.

SYSTÈMES RACINAIRES (cf. fig. 1)

Les profils racinaires effectués sur deux *Acacia holosericea* âgés de 33 mois ont fait apparaître un système racinaire densément ramifié, se développant en profondeur au moins jusqu'à 2 mètres et latéralement au-delà de 2,50 m. Dans les deux profils, plus de 97 % de la biomasse racinaire sont localisés dans le premier mètre du sol, tandis que le rapport poids frais de la partie aérienne/poids frais des racines est supérieur à 4,5.



Acacia holosericea (poids des racines : 9 kg)
Caractéristiques de la tige : poids = 41,7 kg ; diamètre au collet = 17,4 cm ; hauteur = 4,60 m

FIG. 1. — Schéma d'une partie du système racinaire d'*Acacia holosericea* à 34 mois. Essai 294/Thiénaba 1985 (schéma réalisé par Alioune SARR).

INFLUENCE DE L'INOCULATION PAR *RHIZOBIUM*

Les effets de l'inoculation sur la croissance sont résumés au tableau 7.

TABLEAU 7

EFFET DE L'INOCULATION RHIZOBIENNE DE DEUX ACACIAS AUSTRALIENS SUR LA CROISSANCE EN HAUTEUR ET SUR LE DIAMÈTRE JUSQU'À L'ÂGE DE TROIS ANS (VALEURS OBTENUES SUR NEUF RÉPÉTITIONS)

	Acacia holosericea		*Acacia tumida*	
	Moyennes arbres non inoculés	Effet de l'inoculation	Moyennes arbres non inoculés	Effet de l'inoculation
Hauteur à 7 mois	0,81 m	+16 %**	0,61 m	+25 %***
Hauteur à 18 mois	2,64 m	+ 2 % NS	2,01 m	+12 %**
Hauteur à 33 mois	4,35 m	+ 1 % NS	3,41 m	+10 %**
Diamètre à 33 mois	9,9 cm	+ 1 % NS	10,3 cm	+ 4 % NS

*** Effet significatif au seuil de 0,1 %. ** Effet significatif au seuil de 1 %.
* Effet significatif au seuil de 5 %. NS Effet non significatif.

Pour *Acacia tumida,* l'effet de l'inoculation sur la hauteur reste significatif jusqu'à l'âge de 33 mois, alors que pour *Acacia holosericea* il devient négligeable dès la deuxième année.

ALPTITUDES DES SOUCHES À REJETER

La date d'exploitation semble avoir une grande influence sur l'aptitude de ces deux espèces à rejeter de souche, comme le montre le tableau 8.

TABLEAU 8

POURCENTAGE DE SOUCHES PORTANT DES REJETS
AU 20 AVRIL 1989 APRÈS COUPES EFFECTUÉES A 40 cm DU SOL

Espèces	Date des exploitations					
	13.05.88	22.07.88	18.09.88	16.11.88	16.01.89	13.03.89
A. holosericea	89	80	6	5	95	75*
A. tumida	78	55	5	72	89	89*

* Les taux des rejets obtenus pour l'exploitation du 13.03.89 sont provisoires.

Les meilleurs résultats sont donc obtenus entre janvier et juillet pour *Acacia holosericea,* entre décembre et mai pour *Acacia tumida.*

Espèces locales

TAUX DE SURVIE

A 30 mois, les taux de survie étaient très satisfaisants : 89 % pour *Acacia tortilis ssp. raddiana,* 95 % pour *Prosopis juliflora,* 97 % pour *Faidherbia albida,* 98 % pour *Acacia nilotica* ssp. *adstringens* et *Acacia senegal.*

CROISSANCE DE LA PARTIE AÉRIENNE

Les meilleures performances à l'âge de 30 mois sont obtenues par *Acacia senegal* avec une moyenne générale de 2,05 m pour la hauteur et de 5,5 cm pour le diamètre. Ces valeurs sont à comparer aux 4,37 m de hauteur et aux 9,9 cm de diamètre obtenus en moyenne avec *Acacia holosericea.*

La croissance au stade juvénile de *Faidherbia albida* est particulièrement faible. En effet, à l'âge de 30 mois, il atteint en moyenne 0,66 m de hauteur et 1,2 cm de diamètre. Entre *Faidherbia albida* et *Acacia senegal,* se situent en ordre croissant *Acacia nilotica* ssp. *adstringins, Prosopis juliflora* et *Acacia tortilis* ssp. *raddiana.*

Ce classement est confirmé par les valeurs moyennes des diamètres du houppier, mesurés perpendiculairement à la ligne d'arbres, et le poids frais des houppiers récoltés à l'éclaircie de janvier 1988 comme le montre le tableau 9.

TABLEAU 9

DIAMÈTRE ET POIDS FRAIS DES HOUPPIERS
DE 5 ESPÈCES LOCALES ÂGÉES DE 30 MOIS

Moyennes obtenues sur l'ensemble des arbres pour le diamètre et sur la moitié des arbres pour le poids des houppiers

	FA	ATR	ANA	AS	PJ
Diamètre du houppier (m)	0.63	1.81	1.29	2.70	1.86
Poids frais du houppier (kg)	0.14	4.57	1.13	7.60	3.80

NB : pour la légende des espèces, se reporter au tableau 4, p. 30.

LES EFFETS DE L'INOCULATION SUR LA CROISSANCE

L'inoculation n'a pas eu d'effet significatif sur la croissance des trois acacias locaux. En revanche, l'inoculation de *Faidherbia albida* avec la souche rhizobienne « CB 756 » a un effet significatif sur la croissance jusqu'à la troisième année (+ 14 % sur la hauteur, + 15 % sur le diamètre).

On notera également un effet de l'inoculation de *Prosopis juliflora* avec la souche rhizobienne « PJ 12 » qui, pour n'être pas significatif, n'en est pas moins important (+ 15 % sur les hauteurs, + 29 % sur le diamètre à 30 mois).

INFLUENCE DU TRAITEMENT NÉMATICIDE SUR LA CROISSANCE

L'effet du traitement nématicide sur la croissance en hauteur et en diamètre des différentes espèces est résumé dans le tableau 10.

TABLEAU 10

EFFET DU TRAITEMENT NÉMATICIDE SUR LA CROISSANCE DE CINQ ESPÈCES LOCALES
(exprimé en pourcentage d'augmentation par rapport au témoin)

	FA	ATR	ANA	AS	PJ
Hauteur à 7 mois	+ 25**	+ 8*	+ 19*	+ 16*	+ 16**
Hauteur à 18 mois	+ 19**	+ 1 NS	+ 18 NS	+ 15 NS	+ 4 NS
Hauteur à 24 mois	+ 18**	+ 5 NS	+ 14 NS	+ 16 NS	+ 5 NS
Hauteur à 30 mois	+ 17*	+ 6 NS	+ 4 NS	+ 11 NS	+ 1 NS
Diamètre à 24 mois	+ 27**	+ 12 NS	+ 21 NS	+ 17 NS	+ 1 NS
Diamètre à 30 mois	+ 22*	+ 8 NS	+ 9 NS	+ 8 NS	+ 4 NS

Pour les espèces, voir le tableau 4, p. 30 ; pour les seuils de signification (** ; * ; NS), se reporter au tableau 7, p. 31.

Le traitement du sol au Dibromochloropropane a un effet stimulant sur la croissance des arbres pendant la première année. Cet effet est encore significatif à l'âge de 30 mois pour *Faidherbia albida* (+ 17 % sur la hauteur, + 22 % sur le diamètre au collet). Pour *Acacia nilotica* ssp. *adstringens* et *Acacia senegal,* l'effet du traitement nématicide, s'il n'est pas significatif en raison d'une forte hétérogénéité intrabloc, reste important jusqu'à l'âge de deux ans.

APTITUDE DES SOUCHES À REJETER

Les pourcentages des souches ayant rejeté après la coupe pratiquée à 5 cm du sol, en janvier et février 1988, figurent au tableau 11.

L'aptitude à rejeter, après une coupe en milieu de saison sèche, est excellente pour *Faidherbia albida* et *Acacia senegal,* très mauvaise pour *Prosopis juliflora,* moyenne pour *Acacia tortilis* ssp. *raddiana* et *Acacia nilotica* ssp. *adstringens.*

TABLEAU 11

APTITUDE DES ESPÈCES LOCALES
A REJETER DE SOUCHES
(après un recépage réalisé du 28 janvier au 10 février 1988)

	FA	ATR	ANA	AS	PJ
Pourcentage de souches ayant rejeté	96	72	70	91	12

Espèces : se reporter au tableau 4, p. 30.

CROISSANCE RACINAIRE

L'analyse du système racinaire a été réalisée à partir de trois ou quatre individus par espèce pris dans l'ensemble du dispositif. Les moyennes obtenues sur ces arbres sont données au tableau 12.

TABLEAU 12

CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES RACINAIRES ET AÉRIENS DE 5 ESPÈCES LOCALES ÂGÉES DE 32 MOIS
Moyennes obtenues sur 3 ou 4 arbres

		FA	ATR	ANA	AS	PJ
Tiges	Hauteur (m)	0.71	2.02	1.36	2.30	2.03
	Diamètre (cm)	1.6	4.2	3.0	5.5	3.1
	Poids frais (kg)	0.21	3.83	1.06	9.27	2.22
Racines	Poids frais total (kg)	0.24	1.85	0.61	3.19	0.66
	Poids frais :					
	• entre 0 et 0,5 m	0.11	1.15	0.50	1.56	0.54
	• entre 0 et 1,0 m	0.08	0.37	0.07	0.79	0.07
	• entre 1 et 2 m	0.04	0.25	0.04	0.58	0.04
	• au-delà de 2 m	0.01	0.08	—	0.26	0.01
Poids tiges/Poids racines		0.88	2.07	1.74	2.91	3.36

NB : pour la légende des espèces, voir le tableau 4, p. 30.

Les pourcentages en poids des racines comprises dans les différentes tranches de sol ne traduisent pas toutes les différences qui existent entre les systèmes racinaires comme le montrent les schémas de la figure 2 ci-contre.

Il est à noter que sur les vingt profils racinaires réalisés, seuls deux arbres — un *Prosopis juliflora* et un *Acacia tortilis* ssp. *raddiana* — développaient latéralement des racines au-delà de 1,50 m.

INTERACTIONS ARBRES-CULTURES

La très grande variabilité de la fertilité intra-bloc ne permet pas d'apprécier l'effet « arbre » sur le rendement des cultures en analyse de variance simple.

Pour prendre en compte l'hétérogénéité des sols, des paramètres de fertilité ont dû être utilisés comme covariables. Préalablement, des régressions multiples du rendement des cultures sur les paramètres de fertilité ont permis de sélectionner, pour chacune d'elles, deux ou trois covariables. Il s'agit, soit des caractéristiques chimiques du sol obtenues à partir des analyses pédologiques, soit des paramètres de rendement obtenus à l'année 1 avec la culture de niébé. Ces valeurs de rendement, qui ne sont pas encore influencées par les arbres, peuvent être considérées en effet comme des indices de fertilité globale.

Ces analyses de covariances ont permis de comparer les différentes interactions arbre-culture. Dans le tableau 13, les effets des trois espèces d'acacias et de *Prosopis juliflora* sur les rendements des cultures aux années 2, 3, et 4 ont été comparés à l'effet obtenu sur les parcelles à *Faidherbia albida* prises comme références avec un effet nul sur le rendement. Rappelons que l'effet « arbre » est apprécié sur la bande de culture comprise entre 1 m et 2,50 m des lignes d'arbres.

Le tableau 13 montre qu'une plantation linéaire dense d'*Acacia tortilis* ssp. *raddiana, nilotica* ssp. *adstringens* ou *senegal* entraîne une baisse de rendement supérieure à 50 % sur la culture intercalaire de mil à l'année 3.

Compte tenu des attaques de criquets qui ont eu lieu en 1988 sur la culture de niébé, les baisses de rendements ne sont pas significatives ; elles n'en sont pas moins importantes, atteignant 57 % avec *Acacia tortilis.*

TABLEAU 13

INFLUENCE DES LIGNES D'ARBRES SUR LES RENDEMENTS DE CULTURES ADJACENTES
(en % de variation par rapport aux rendements obtenus sur les parcelles de *Faidherbia albida* servant de témoin)

Espèces	Année 2	Année 3	Année 4
	Arachide	Mil	Niébé
F. albida (référence)	0	0	0
A. tortilis ssp. raddiana	− 57 % *	− 65 % *	− 57 % NS
A. nilotica ssp. adstringens	− 44 % *	− 63 % *	− 38 % NS
A. senegal	− 1 % NS	− 54 % *	− 43 % NS
P. juliflora	+ 10 % NS	− 9 % NS	− 10 % NS
	Covariables retenues dans l'analyse		
	N+P+S	N+RFN1	N+RTN1

(*, NS) : voir le tableau 7, p. 31.
N = Azote ; P = Phosphate assimilable ; S = Bases échangeables.
RFN1 = Rendement en fane de niébé à l'année 1.
RTN1 = Rendement total de niébé (fane + gousses) à l'année 1.

Le tableau 13 fournit par ailleurs un résultat inattendu : la concurrence moindre qui serait exercée par *Prosopis juliflora* et qu'il n'est pas possible d'expliquer à l'état actuel de nos recherches.

L'ordre de grandeur de la baisse de rendement enregistrée au voisinage de lignes d'arbres n'est pas aberrante. En effet, en zone tempérée, KORT (1988) montre que la diminution du rendement d'un blé de printemps à proximité d'une haie brise-vent est d'environ 100 % jusqu'à une distance de 0,5 H (H étant la hauteur moyenne du brise-vent) ; elle est d'environ 50 % entre 0,5 H et H.

En revanche, l'effet brise-vent se faisait sentir jusqu'à une distance de 15 H ; il se traduisait dans l'étude de KORT par un accroissement net du rendement d'environ 3,5 %.

CONCLUSION

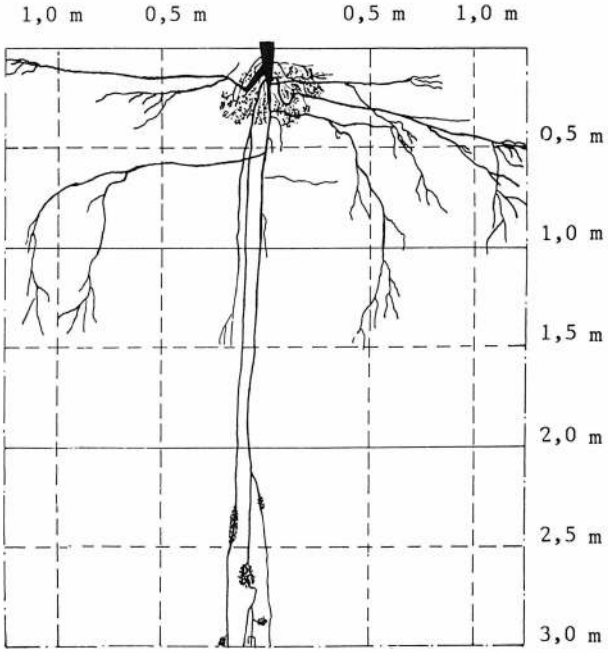
Concernant le choix d'espèces utilisables pour réaliser des plantations linéaires denses dans le secteur nord du bassin arachidier sénégalais, notre étude a montré l'aptitude de deux espèces australiennes — *Acacia holosericea* et *Acacia tumida* — à se développer rapidement sur des sols sableux dégradés en conditions climatiques sahéliennes (pluviométrie de 450 mm).

A 33 mois, ces deux espèces atteignent en moyenne respectivement 4,40 m et 3,60 m de hauteur avec des productions de biomasse aérienne fraîche de 43,6 kg et 17,5 kg par arbre, alors qu'*Acacia senegal,* espèce locale la plus performante au stade juvénile, donne à cet âge une biomasse aérienne de 7,6 kg.

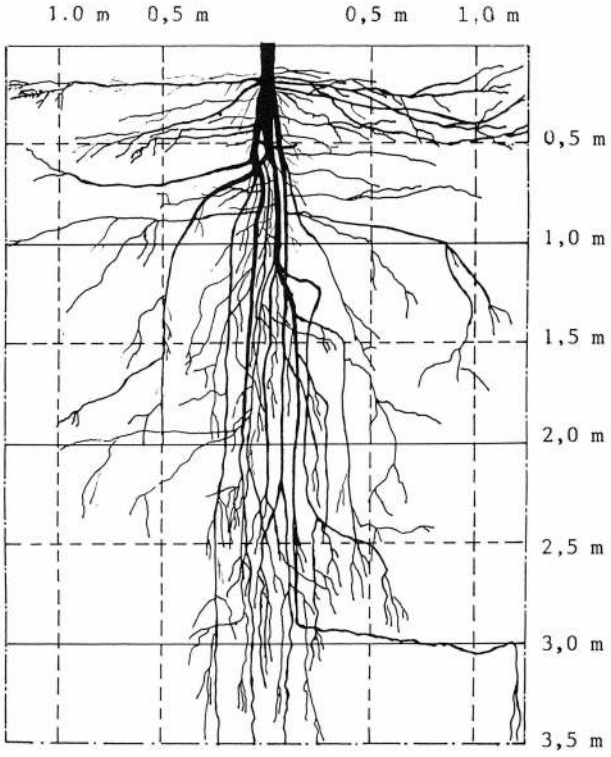
Le traitement nématicide a un effet stimulant sur la croissance des espèces locales pendant la première année de végétation.

L'effet améliorant de l'inoculation se maintient la troisième année de végétation sur *Acacia tumida, Faidherbia albida* et *Prosopis juliflora.* Avec les trois espèces d'acacias locaux, l'inoculation avec *Rhizobium* sp. n'a pas un effet significatif sur la croissance, tandis qu'avec *Acacia holosericea,* l'effet de l'inoculation

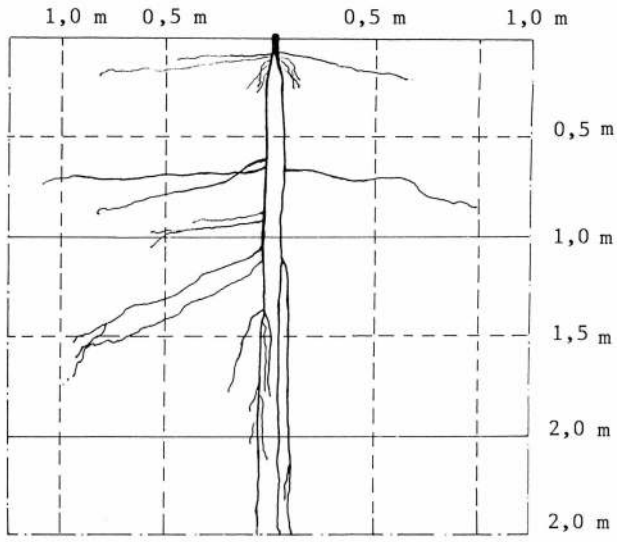
FIG. 2. — Schémas des systèmes racinaires de 5 espèces « locales » à 32 mois (essai 293/Thiénaba 1985 - schémas réalisés par Alioune SARR).



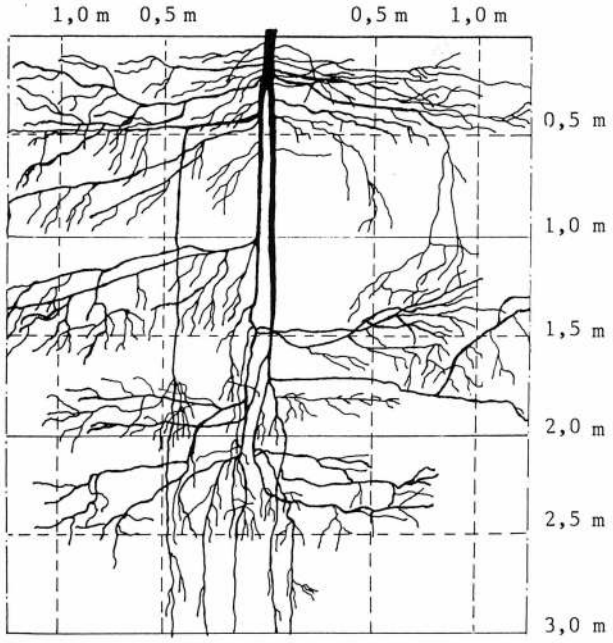
Prosopis juliflora (poids des racines = 0,41 kg)
Caractéristiques de la tige : poids = 1,45 kg
diamètre au collet = 3,1 cm ; hauteur = 2,05 m



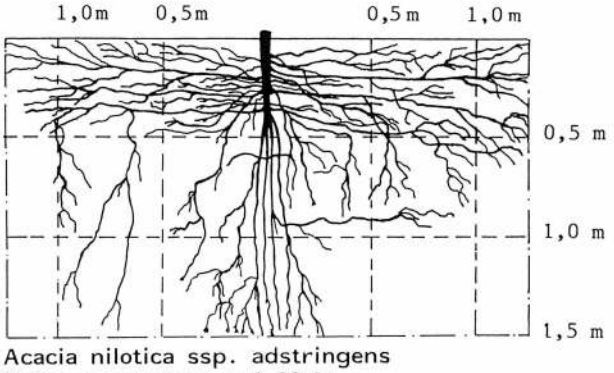
Acacia senegal (poids des racines = 2,94 kg)
Caractéristiques de la tige : poids = 9,50 kg
diamètre au collet = 5,3 cm ; hauteur = 2,40 m



Faidherbia albida (poids des racines = 0,31 kg)
Caractéristiques de la tige : poids = 0,20 kg
diamètre au collet = 1,7 cm ; hauteur = 0,70 m



Acacia tortilis ssp. raddiana
Poids des racines : 1,32 kg
Caractéristiques de la tige : poids = 2,50 kg
Diamètre au collet : 3,4 cm ; Hauteur : 1,70 m



Acacia nilotica ssp. adstringens
Poids des racines = 0,98 kg
Caractéristiques de la tige : poids = 1,50 kg
diamètre au collet = 3,8 cm, hauteur = 1,50 m



Photo Cazet.

Acacia holosericea *de 38 mois (essai 294/Thiénaba 1985).*



Photo Cazet.

Acacia senegal *de 38 mois avec rejets de 4 mois et culture intercalaire de niébé (essai 293/Thiénaba 1985).*

observé à sept mois était devenu insignifiant à l'âge de 18 mois.

Les profils racinaires réalisés sur un échantillonnage, certes restreint, d'individus ont montré des stratégies de développement racinaire variables selon les espèces. Les systèmes racinaires densément ramifiés dans le premier mètre du sol des trois acacias locaux expliquent, en partie, les concurrences exercées par ces espèces sur les cultures adjacentes dont le rendement peut être diminué de plus de 50 % jusqu'à une distance de 2,50 m de la ligne d'arbres.

Concernant la gestion de ces plantations linéaires denses, des éclaircies partielles, effectuées à intervalle de deux mois, ont montré que l'aptitude des souches d'acacias australiens à rejeter après récépage à 0,40 m du sol, varie avec la date d'exploitation. Pour *Acacia holosericea,* l'exploitation doit être suspendue entre août et décembre sous peine de détruire un grand nombre de souches. En revanche, de janvier à juillet, plus de 80 % des souches rejettent.

Il est dès à présent possible, sur les sols sableux de la région Centre-Nord du Sénégal, d'envisager la création de haies brise-vent constituées par deux lignes d'acacias australiens plantés en quinconce (HAMEL, 1980) et d'exploiter ce type de brise-vent sous forme d'éclaircie opérée alternativement sur les deux lignes pendant le premier semestre, de manière à conserver l'effet brise-vent en évitant le dépérissement des souches.

La plupart des espèces locales ont, quant à elles, montré une excellente aptitude à rejeter après exploitation au ras du sol et il est possible d'envisager, avec ce type de plantation, la récolte de fourrage ligneux et la reconstitution rapide de haies vives efficaces. De telles plantations linéaires denses (écartement de 2,50 m entre les arbres) sont susceptibles de fournir, en première coupe à l'âge de 30 mois, une biomasse aérienne importante (1,8 tonne à l'hectare avec *Acacia tortilis* ssp. *raddiana,* 3 tonnes à l'hectare avec *Acacia senegal*).

Des recherches doivent néanmoins être poursuivies pour déterminer la véritable valeur fourragère de ces espèces locales ainsi que des modes de gestion adaptés aux contraintes du monde rural. La plupart de ces espèces peuvent être également utilisées en brise-vent (GUINAUDEAU, 1987 ; RITCHIE, 1988).

La baisse de rendement observée sur la culture intercalaire au voisinage immédiat des lignes d'arbres ne préjuge pas de l'amélioration globale que l'on peut attendre des brise-vent dans ces zones, tant au niveau de l'augmentation du rendement des cultures que de l'amélioration de la fertilité des sols.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CHARREAU (C.) et VIDAL (P.), 1965. — Influence de l'*Acacia albida* Del. sur le sol, la nutrition minérale et le rendement des mils *pennisetum* au Sénégal. *Agronomie Tropicale, 20* (6-7), 600-625.

DANCETTE (C.) et POULAIN (J. F.), 1968. — Influence de l'*Acacia albida* sur les facteurs pédoclimatiques et les rendements des cultures. *African Soils, 13* (3), 197-239.

DELWAULLE (J. C.), 1973. — Désertification de l'Afrique au sud du Sahara. *Bois et Forêts des Tropiques, 149,* 3-20.

DELWAULLE (J. C.), 1977. — Le rôle de la foresterie dans la lutte contre la désertification et sa contribution au développement. *Bois et Forêts des Tropiques, 174,* 3-25.

DELWAULLE (J. C.), 1979. — Plantations forestières en Afrique Tropicale sèche : Techniques et espèces à utiliser. CTFT Nogent-sur-Marne France.

GERAKIS (P. P.), TSANGARAKIS (C. L.), 1970. — The influence of *Acacia senegal* on the fertility of a sand street (GOZ) soil in the central Sudan. *Plant and Soil, 10,* 81-86.

GIFFARD (P. L.), 1974. — Les possibilités de reboisement en *Acacia albida* au Sénégal. *Bois et Forêts des Tropiques, 95,* 21-23.

GIFFARD (P. L.), 1974. — L'arbre dans le paysage sénégalais : Sylviculture en zone tropicale sèche - CTFT Dakar, 431 pp.

GIFFARD (P. L.), 1975. — Les gommiers, essences de reboisement pour les régions sahéliennes. *Bois et Forêts des Tropiques, 161,* 3-21.

GUINAUDEAU, 1987. — Les brise-vent au Sénégal. Rapport de mission FAO Dakar, 1987.

HAMEL (O.), 1980. — Acclimatation et utilisation des acacias à phyllodes d'origine australienne au Sénégal. Colloque International sur les fourrages ligneux en Afrique, CIPEA, Addis-Abeba, 02-12 avril 1980.

JUNG (G.), 1969. — Cycles bio-géoclimatiques dans un écosystème de région tropicale sèche *Acacia albida* Del. Sol ferrugineux tropical peu lessivé (Dior). *Oecol. Plant,* 4, 195-210.

JUNG (G.), 1970. — Variations saisonnières des caractéristiques microbiologiques d'un sol ferrugineux tropical peu lessivé (Dior) soumis ou non à l'influence d'*Acacia albida* Del. *Oecol. Plant,* 5, 113-136.

KORT (J.), 1988. — Benefits of windbreaks to field and forage crops. *Agric. Ecosystems Environ.* 22/23 : 165-190.

RITCHIE (K. A.), 1988. — Shelterbelt Plantings in semi-arid Areas. Agric. Ecosystems Environ. 22/23 : 425-440.

SCHOCH (P. G.), 1966. — Influence sur l'évapotranspiration potentielle d'une strate arborée au Sénégal et conséquences agronomiques. *Agronomie Tropicale,* 21 (1), 1283-1290.

SYLLA (C.), 1986. — Comportement de divers ligneux fourragers en plantation dans la zone sahélienne — le cas de Mbiddi — Mémoire de confirmation — ISRA/DRPF.

TURNBULL (J. W.), MARTENSZ (P. N.) and HALL (N.), 1986. — Notes on Lesser-known Australian Trees and Shrubs with Potential for Fuelwood and Agroforestry *in* : J. W. TURNBULL (Editor) — Multipurpose Australian Trees and Shrubs, ACIAR, Canberra, 316 p.