

F0000-2-12

17 910 130
1030
2302
115

Doc

République du Sénégal

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT
RURAL ET DE L'HYDRAULIQUE



INSTITUT SENEGALAIS
DES
RECHERCHES AGRICOLES

**Rapport annuel des activités effectuées dans le
cadre du co-contrat TS2* 0227 SN (EDB)**

“application des symbioses plantes-fixateur d’azote-mycorhizes et
étude de la diversité génétique des acacias sahéliens en vue de la
mise en place de systèmes agro-sylvo-pastoraux”.

Période de août 1990 à août 1991

M.H. Chevallier, P. Danthu, M. Dione et M. Ducousso

Introduction

Les travaux menés dans le cadre du projet par la Direction de Recherches sur les Productions forestières de l'Institut Sénégalais des Recherches agricoles ont pour but :

- d'étudier l'arbre (*Acacia senegal*) dans son écosystème.
de rechercher des individus d'*Acacia senegal* à haut potentiel gommier.
- de multiplier végétativement l'*Acacia senegal* et d'en conserver des clones
- d'étudier la diversité inter et intra provenance d'*Acacia senegal* au Sénégal.
- d'analyser les systèmes symbiotiques des acacias.

En cette deuxième année du projet, les actions ont été menées dans plusieurs directions distinctes et complémentaires.

- Après une mise au point méthodologique, l'étude de la croissance et de l'efficience de l'eau dans 9 associations agrosylvicoles différentes a été initiée.
- L'étude de la dynamique des gommieraias naturelles a débutée.
- Le suivi de la production de gomme arabique chez les individus à haut potentiel et l'élargissement de la prospection des individus à haut potentiel ont été réalisés.
- L'aire sénégalaise de l'*Acacia senegal* a été prospectée et des provenances ont été installés, c'est à dire, qu'un certain nombre d'individus représentatifs du peuplement retenu ont été repérés et sélectionnés.
- La méthodologie de mobilisation des copies végétatives d'*Acacia senegal* adultes a été mise au point définitivement. Cette phase a été menée sur du matériel tout venant prélevé dans la station de Bandia.
- Des copies végétatives de chaque sujet sélectionné lors des prospections ont été mobilisées en utilisant la méthode mise au point. Les *Acacia senegal* sélectionnés sur deux critères principaux : la croissance juvénile et la production de gomme arabique ont été clonés avec pour objectif de mettre en place des essais multiclonaux-multilocaux permettant de repérer les génotypes les plus performants afin de les rassembler dans un verger à graines de clones qui produira en libre pollinisation des semences améliorées.
- Les systèmes symbiotiques des acacias, *Rhizobium* et mycorhizes ont été étudiés.

1- L'arbre dans son écosystème

1- 1 : Nutrition minérale et efficience de l'eau dans les associations agrosylvicoles

Etude de la consommation en eau et de la croissance des acacias dans les associations agrosylvicoles.

1- 1- 1 : Matériel et méthodes

Le dispositif a été mis en place dans l'enceinte du CRZ de Dahra. Les mesures de diamètre et de hauteur ont été effectuées une fois par an. Quant aux mesures de consommation hydrique, elles ont été faites à un rythme mensuel depuis leur démarrage en septembre 1990.

Les acacias ont été associés à 3 cultures différentes : le haricot (niébé), le mil (souma) et la pastèque non sucré (béref). En vue de l'évaluation de l'action améliorante des acacias fixateur d'azote sur la fertilité du sol, un troisième arbre, non fixateur d'azote, *Zizyphus mauritiana* a été associé dans le même dispositif aux trois cultures précitées.

Ainsi, nous obtenons 9 associations agrosylvicoles différentes. Trois placcaux témoins où chaque culture est seule, sans arbre associé, ont été installés à côté.

Les placcaux agrosylvicoles sont des unités de $9 \times 9 = 81$ arbres à écartement de 7×7 m. Les placcaux de culture seule sont de 50×50 m = 0,25 ha.

Pour évaluer la croissance et la survie, des mesures de circonférence, de hauteur et des comptages sont réalisés une fois par an sur un carré intérieur de $8 \times 8 = 64$ arbres, laissant ainsi une ligne de bordure qui n'est pas prise en compte.

Les mesures de consommation en eau ont été effectuées avec une sonde à neutron de marque CAMPBELL 503 DR ; les tubes d'accès de 6 m de longueur ont été placés au centre du placcau. Les mesures commencent à une profondeur de 15 cm, puis tout les 15 cm jusqu'à 105 cm, puis tout les 20 cm jusqu'à 205 cm, puis tout les 30 cm jusqu'à 295 cm puis tout les 40 cm jusqu'à 600 cm.

I-1-2 : Résultats dendrométriques

En ce qui concerne les rendements des cultures associées, aucune différences n'a été mise en évidence entre les associations à la première année de culture. Les deux années suivantes, les cultures ont mal terminé leur

cycle à cause de l'invasion d'insectes ravageurs et d'animaux.

L'analyse de la hauteur montre une décroissance des arbres entre 1988 et 1989. Cela est dû au broutage des jeunes pousses par les animaux. Ainsi, les comparaisons des performances dendrométriques dans les associations sont essentiellement basées sur la circonférence.

Acacia senegal + cultures.

Durant les deux premières années, les meilleures performances sont celles obtenues dans les associations avec le niébé ou le béréf. A partir de la troisième année, l'association avec le béréf passe nettement en tête, suivie de l'association avec le niébé.

Acacia raddiana + cultures.

L'évolution est similaire à celle de l'association avec le *Zizyphus mauritiana*. Cependant, la supériorité dendrométrique apparue en première année dans l'association avec le niébé se maintient les deux années suivantes. L'association avec le béréf se place toujours en deuxième position.

Zizyphus mauritiana + cultures.

Les performances de cette essence sont toujours moins bonnes dans l'association avec le mil. Ceci apparaît aux premières évaluations, 5 mois après la plantation. L'association avec le niébé donne les meilleures performances (tableau 1).

Tableau 1 : Classement de la croissance et de la consommation hydrique des associations agrosylvicoles

	<i>Acacia senegal</i>			<i>Acacia raddiana</i>			<i>Zizyphus mauritiana</i>		
	Niébé	Mil	Béréf	Niébé	Mil	Béréf	Niébé	Mil	Béréf
rang de croissance	2	3	1	1	3	2	1	3	2
rang de consommation hydrique	2	1	2	1	2	3	1	3	2
Période arbre	1	2	3	1	2	3	3	2	1
consommation globale	2	1	3	1	2	3	1	3	2

I-1-3 : Discussion

Ces résultats montrent que le comportement des acacias est très variable selon l'espèce ou selon la culture où même selon qu'on est en première ou en troisième année de mise en culture.

Il apparaît que le mil est toujours défavorable à la croissance des arbres quelle que soit l'espèce ou la rotation.

Avec le béréf, *Acacia senegal* donne les meilleurs résultats de croissance à la troisième année. Les associations de cette culture avec *Acacia raddiana* ou *Zizyphus mauritiana* ont un niveau de performance situé entre celui des associations avec le niébé et celui des associations avec le mil.

I-1-4 : Consommation en eau des associations

En général, les associations avec le *Zizyphus mauritiana* consomment plus d'eau que les associations avec les acacias. Quel que soit l'arbre, l'association avec le mil à une consommation presque invariable autour de 110 mm durant la période entre septembre 90 et mai 91 (tableau 2).

Les associations *Acacia raddiana* ou *Zizyphus mauritiana* avec le niébé consomment deux fois plus d'eau que l'association avec *Acacia senegal*. 139 et 140 mm respectivement pour *Acacia raddiana* et *Zizyphus mauritiana* contre 66 mm pour *Acacia senegal*.

Les associations des acacias avec le béréf prélèvent de 30 à 60 mm d'eau, donc consomment moins que l'association avec *Zizyphus mauritiana* qui en prend 126 mm.

Les cultures réalisent leur cycle durant la période de septembre à janvier. Leur impact sur les consommations en eau des associations se localisent à cette période.

Dans les associations où *Acacia raddiana* est en présence du niébé, la consommation de 124 mm est double de celle où cet arbre est en présence du béréf : 55 mm.

Pendant la saison sèche où la consommation hydrique est essentiellement le fait des arbres, on note que la consommation varie très peu dans les associations avec le mil : 7 à 9 mm. Les associations des acacias avec le béréf ont toutes une consommation quasi identique, 5 fois moins élevée que l'association du *Zizyphus mauritiana* avec cette culture : 2 mm pour les acacias et 11 pour *Zizyphus mauritiana*.

Les consommations hydriques les plus élevées sont enregistrées dans les associations des acacias avec le niébé ; 15 à 32,5 mm. Le record est dans l'association *Acacia senegal* niébé : 32,5 mm.

Tableau 2 : consommation en eau mensuelle saisonnière et annuelle des associations agrosylvicoles

	<i>Acacia senegal</i>			<i>Acacia raddiana</i>			<i>Zizyphus mauritiana</i>		
	Niébé	Mil	Béref	Niébé	Mil	Béref	Niébé	Mil	Béref
sep 90	197,7	265,6	174,7	265,9	267,4	218,4	264,1	266,8	266,9
oct 90	178,7	264,3	168,3	265,0	263,5	170,9	263,0	265,5	266,6
jan 91	164,4	138,9	142,0	141,4	163,7	163,2	118,8	162,8	151,9
mai 91	131,9	130,0	140,0	126,5	155,8	161,2	114,x	155,9	140,6
ETR jan/sep	33,3	126,7	32,7	124,5	103,7	55,3	149,3	104,0	115,0
ETR mai/jan	32,5	8,9	2,0	14,9	7,9	2,0	4,0	6,9	11,3
ETR totale	65,8	135,6	34,7	139,4	111,6	57,3	149,3	110,9	126,3

1- 1-5 : Conclusions

La comparaison des performances dendrométriques aux consommations hydriques correspondantes fait ressortir les associations acacias béref comme optimales car elles donnent les meilleures croissances avec les plus faibles prélèvements hydriques. Ceci est illustré dans le tableau 1 où sont reportés les classements au point de vue croissance et consommation en eau des différentes associations. Ainsi, au mois de mai, dans les associations avec le béref, l'eau est encore disponible pour les arbres étant donné que les stocks hydriques sont encore proches ou même dépassent le point de flétrissement qui correspond à 148.0 mm (tableau 2).

Les associations avec le mil viennent en deuxième position sur le plan économie d'eau alors que les performances dendrométriques sont les moins bonnes. Les types d'associations auront donc tendance à mieux favoriser la recharge des nappes phréatiques par le report de stock hydrique d'une année à l'autre.

Ces conclusions seront à l'avenir corrélées à l'état hydrique des arbres, notamment par des mesures de potentiel hydriques renseignant sur la régulation stomatique de la transpiration chez les divers arbres. La méthode a déjà été mise au point pour *Acacia senegal* et *A. raddiana*. En ce qui concerne la phénologie foliaire des arbres on note que les consommations hydriques citées correspondent à une phénophase de chute progressive des feuilles traduisant donc une faible activité physiologique. Pour toutes les espèces, aucune différence notable n'apparaît entre les associations sur le plan phénologique (tableau 3). Un fait remarquable est l'apparition des premières fructifications (comestibles) dans l'association *Zizyphus mauritiana* niébé.

Tableau 3 : évolution de la phénologie des arbres en associations agrosylvicoles

	<i>Acacia senegal</i>			<i>Acacia raddiana</i>			<i>Zizyphus mauritiann</i>		
	Niébé	M i l	Béref	Niébé	M i l	Béref	Niébé	Mil	Béref
oct 90	Fe3	Fe3	Fe3	Fe3	Fe3	Fe3	Fe3	Fe3/Fr 1	Fe3/Fr
fev 91	Fe4	Fe4	Fe4	Fe4	Fe4	Fe4	Fe4	Fe4	Fe4
avr 91	Fe4/Fe5	Fe5	Fe5	Fe5	Fe5	Fe5	Fe5	Fe5	Fe5
juin 91	Fe5	Fe5	Fe5	Fe5	Fe5	Fe5	Fe5	Fe5	Fe5

Fe1 à Fe2 : début de feuillaison

Fe3 à Fr : maximum de la feuillaison

Fe4 à Fe5 : chute des feuilles

I-2 : Etude des effets de la mise en défens des gomméraires naturelles

I-2-1 : Description de la méthode d'étude

Pour cette étude, le dispositif a été installé dans la parcelle J de la concession du CRZ à Dahra. Ce dispositif comprend trois placeaux de 4 ha (200 X 200 m) subdivisés chacun en quatre placettes pour faciliter l'inventaire complet des différentes espèces ligneuses.

Le premier placeau représente le traitement "gomméraire ouverte" ; il est situé à la façade Nord externe de la concession. En face, du côté intérieur de cette façade, se situe le traitement dit "gomméraire mis en défens", entièrement clôturé depuis Août 1990 avec du grillage Ferlo. Avant cet aménagement, il n'y avait que la clôture de la concession à trois rangs de fil de fer barbelée, perméable aux petits ruminants. Le dernier placeau, situé à l'Ouest du deuxième représente le traitement "semi-mise en défens" car la protection à ce niveau est moins hermétique que la clôture Ferlo.

Les inventaires effectués au départ en septembre puis un an après donnent les caractéristiques écologiques, les structures dendrométriques des gomméraires. Leur comparaison renseigne sur l'évolution de ce milieu.

I-2-2 : Résultats

I-2-2-1 : Caractéristiques des peuplements

Avant les interventions, les deux gomméraires situées dans l'enceinte du CRZ de Dahra présentent,

toutes espèces confondues 2,5 fois plus d'espèces que celles situées en dehors. La densité moyenne est d'environ 240 individus.ha⁻¹ dans la concession et de 96 à l'extérieur. La densité est de 104 individus.ha⁻¹ dans la gomméraie de Mbiddi, site le moins arrosé.

Les six principales espèces, représentant au moins 75 % de l'effectif total dans chaque gomméraie sont : *Acacia senegal*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum aculeatum*, *Feretia apodanthera*, *Acacia seyal* et *Commiphora africana*.

La proportion d'*Acacia senegal* va de 24 à 38 %. On note au départ des observations que cette espèce est la plus représentée dans la gomméraie dite "semi-mise en défens". Cela est probablement dû au fait de sa situation peu accessible au bétail avant l'intervention (tableau 5). *Balanites aegyptiaca* prédomine dans la gomméraie ouverte et *Combretum aculeatum* prédomine dans la parcelle contiguë à celle-ci, toutes deux préalablement fréquentées de façon identique par les petits ruminants.

I-2-2-2 : Observations après les interventions de mise en défens

Dans les deux gommérais non protégées, on note pour *Acacia senegal* une régression de 5 à 6 % tandis que dans les gommérais protégées, on observe une augmentation du même ordre. Il en va de même pour les espèces compagnes comme : *Balanites aegyptiaca*, *Combretum aculeatum* et *Grewia bicolor*. Seul *Combretum aculeatum* ne subit pas de régression de ces effectifs en gommérais non protégées.

La forte mortalité dans les gommérais protégées est due probablement à l'influence des mares qui sont plus étendues dans celles-ci et représentent 4 à 6,5 % du site contre 2 % dans la gomméraie ouverte alors que les mortalités y sont réputées plus élevées en cas de sécheresse (Poupon 1977) comme celle enregistrée à Dahra en 1990 (200 mm contre 360 mm de moyenne pour les 10 dernières années).

I-2-2-3 : Structure dendrométrique de la gomméraie

La répartition des effectifs par classe de diamètre indique que les gommérais de Dahra sont relativement jeunes : plus de 70 % des sujets ont un diamètre inférieur à 3 cm. La proportion de sujets adultes ne dépasse pas 27 %. Cette structure est à l'opposée de la gomméraie de Mbiddi où les jeunes sujets constituent 44 % des effectifs alors que les sujets âgés (diamètre supérieur à 4 cm) représentent plus de 50 %.

I-2-3 : Conclusions et perspectives

Un an après les interventions de protection l'évolution des gommérais se caractérise par une régression dans des proportions identiques de toutes les espèces.

Pour les années à venir, dans les relevés, il sera tenu compte de la microtopographie des parcelles, cela afin de mieux appréhender l'influence de cet élément sur la dynamique des gommérais.

II- Recherche d'individus à haut potentiel

La première étape de cette action consiste à faire le point des acquis concernant les critères relatifs à la production de gomme. L'analyse des tests de saignées effectués à Mbiddi en 1982 a permis de retenir un certain nombre de variables.

Ensuite, l'extension géographique de la recherche des individus à haut potentiel a été réalisée par des tests de saignées opérées à Mbiddi et à Mbeuleukhé, au sud de la zone gommère.

Des prospections ont été réalisées dans l'aire sénégalaise d'*Acacia senegal* afin d'installer des provenances „c'est à dire de repérer et sélectionner un certain nombre d'arbres représentatifs des peuplements retenus.

11-1 : Evolution du rendement en gomme des individus à haut potentiel

Les rendements en gomme arabe au cours des 12 dernières années pour les sujets performants appartenant à la descendance F22 sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Production moyenne de gomme arabe des sujets de la descendance F22 et pluviométrie

Année	Production moyenne (g)	Pluviométrie (mm)
1979	920,3	218,6
1980	209,4	197,9
1981	531,1	318,3
1982	664,4	231,8
1983	373,3	155,6
1984	0	84,5
1985	0	280,8
1986	0	312,6
1987	58,3	347,3
1988	373,1	344,5

(Tableau 4 sui te)

1989	404,1	452,2
1990	0	224,4

La performance moyenne de production est très variable d'une année à l'autre. Trois difficultés apparaissent alors dans la recherche des individus à haut potentiel :

- la période optimale pour la saignée. La date de saignée où les arbres produiront le maximum varie d'une année à l'autre donc, si les saignées ne sont pas réalisées à ce moment précis, l'expression du potentiel n'est que partielle.
- Cette situation arrive aussi avec les pluviométries variables de l'hivernage. Un hivernage déficitaire fait baisser la production donc affecte aussi le potentiel. Les différences de site qui font que la période optimale de saignée de sujet situé en dune est très différente de celle des sujets en dépression. Par exemple pour une meilleure expression du potentiel des sujets vivant dans une dépression, les saignées doivent être effectuées en janvier-mars alors que ce sera en octobre pour les sujets de dune.

II-2 : Prospection des individus à haut potentiel

Le tableau 5 montre qu'une cinquantaine d'individus sont répertoriés à Mbiddi et Mbeuleukhé. Les performances de production vont de 650 grammes à 5 kg de gomme par an.

Ces différents sujets répertoriés dans le tableau 5 peuvent constituer le matériel génétique à mobiliser pour être introduit en cultures *in vitro*.

Tableau 5 : Répertoire et localisation des sujets performants

Référence	Nombre d'année de suivi	sol	Localité	site	production en g en 1989/1990
Descendance F22					
sujet 15	12	2	Mbiddi	Dépression	874,1
sujet 17	12	2	Mbiddi	Dépression	1156,6
sujet 19	12	2	Mbiddi	Dépression	587,5
sujet 21	12	2	Mbiddi	Dépression	749,5
sujet 23	12	2	Mbiddi	Dépression	773,5
sujet 28	12	2	Mbiddi	Dépression	584,9
sujet 29	12	2	Mbiddi	Dépression	663,6
sujet 42	12	2	Mbiddi	Dépression	653,6
M8	1(88/89)	4	Mbculeukhé	sommet dune	925
M21	1(88/89)	4	Mbculeukhé	sommet dune	1131
M24	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1669
M63	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1564
M64	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	793
M70	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1130
M85	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	950
M86	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1043
M87	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1512
M88	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1098
M90	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1200
M96	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	950
P25	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1220
P26	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1399
P27	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	2102
P28	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1218
P30	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1072
P31	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1380
P36	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1431
P37	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	2113
P38	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1029
P40	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	2233
P41	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1921
P46	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	5488

(Tableau 5 sui te)

P48	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1912
P49	1(88/89)	4	Mbeuleukhé	sommet dune	1086
RP75A-69	1	4-3	Mbiddi	Sommet dune	747
RP75A-72	1	4 3	Mbiddi	Sommet dune	865
RP75A-118	1	4-3	Mbiddi	Sommet dune	951
RP75B-200	1	4	Mbiddi	Dépression	724
RP78A-19	1	5	Mbiddi	Replat	1269
RP78A-23	1	5	Mbiddi	Replat	982
RP78B-48	1	5	Mbiddi	dépression	1657
RP78B-79	1	5	Mbiddi	dépression	724
RP78C-91	1	5	Mbiddi	Sommet dune	812
RP78C-94	1	5	Mbiddi	Sommet dune	853
RP78C-95	1	5	Mbiddi	Sommet dune	1297
RP78C-100	1	5	Mbiddi	Sommet dune	1694
RP78C-101	1	5	Mbiddi	Sommet dune	1182
RP78C-107	1	5	Mbiddi	Sommet dune	1074
RP78C-111	1	5	Mbiddi	Sommet dune	784
RP78C-133	1	5	Mbiddi	Sommet dune	828
RP78C-145	1	5	Mbiddi	Sommet dune	1277
RP78C-146	1	5	Mbiddi	Sommet dune	1705
RP78C-148	1	5	Mbiddi	Sommet dune	881
YY9-2	1	4	Mbiddi	Sommet dune	704

sol 2 : sols ferrugineux tropicaux peu lessives à pseudo-gley de profondeur

sol 3 : sols ferrugineux tropicaux peu lessivé

sol 3 : sols bruns rouges subarides intergrades sols ferrugineux sur matériaux sableux dunaires

sol 5 : sols bruns calcaires

II-3 : Prospections et installation de provenances d'*Acacia senegal*

Des provenances d'*Acacia senegal* ont été installées afin de couvrir au mieux l'aire de répartition de cette espèce au Sénégal. Les provenances ont été installées dans les zones écologiques sahéliennes et soudaniennes en tenant compte d'éventuelles particularités édaphiques, par exemple Ngane est une provenance installée sur tanne. Sinthiou Dialy représente, à l'est du Sénégal, la limite sud de l'espèce.

Dans chaque peuplement retenu, 25 à 30 arbres séparés les uns des autres par au moins 150 m ont été sélectionnés, marqués, et repérés très précisément afin de pouvoir être suivis année après année. Sur chaque sujet ont été ou seront récoltés des graines et des boutures. Le tableau 6 présente la liste des provenances installées au Sénégal.

Tableau 6 : liste des provenances d'*Acacia senegal* installées au Sénégal

Origine	Provenance		Nombre semenciers	Poids de semences récolté (g)
	Lat-N	Lon-W		
Thiarène	15°55	15°55	25	8690
Diaménar	15°58	15°55	29	12775
Vélingara	15°00	14°30	25	
Pété	16°05	13°58	26	5792
Daïba	15°22	13°05	26	
Ranerou	15°18	14°05	25	14655
Kidira	14°27	12°15	25	8188
Namarel	16°15	14°55	25	
Nganc	14°12	16°12	30	2880
Sinthiou Dialy	14°20	13°20	15	

III- Multiplication végétative d'*Acacia senegal*

III-1 : Mobilisation des *Acacia senegal*-misc au point définitive de la technique

Les résultats présentés ici reprennent et complètent ceux exposés pour le premier rapport. Ils présentent la méthodologie qui paraît, dans l'état actuel de nos connaissances la mieux appropriée au but fixé.

La mobilisation des ortets près du laboratoire et leur rajeunissement est une étape préalable essentielle à la multiplication clonale d'arbres adultes par microbouturage (culture *in vitro*).

Le choix du matériel végétal de départ devant répondre à un certain nombre de critères :

- pouvoir être récolté en brousse en un unique passage afin de limiter les missions. Il était difficilement envisageable de repérer un arbre, le récolter puis revenir le mois suivant récolter les rejets. Cette méthode aurait exigé la mise en défens des individus sélectionnés et l'accord du propriétaire.
- récolter un matériel végétal pouvant résister plusieurs jours dans des conditions sommaires avant la mise en place en pépinière. Cette contrainte exclut l'utilisation des pousses herbacées.

Nous avons donc décidé de choisir comme matériel de base des fragments lignifiés directement prélevés dans le houppier d'arbres adultes.

Le bouturage est réalisé en châssis, sous ombrière, sur un substrat drainant : la brisure de basalte. L'arrosage est assuré en fonction des besoins du matériel végétal.

L'influence d'un certain nombre de paramètres sur le bouturage de l'*A. senegal* a été mesurée sur des rameaux prélevés sur des arbres âgés de 13 ans élevés dans la station de Bandia.

Le taux d'enracinement des boutures, 90 j après la mise en place (expérience effectuée en mai) est optimal pour des boutures lignifiées dont le diamètre est compris entre 5 et 16 mm (pousses de 2 ou 3 ans). Pour des diamètres inférieurs, la survie des boutures est nulle et pour les diamètres supérieurs, l'enracinement est nul bien que 50 % des boutures émettent des rameaux (Tableau 7).

Tableau 7 : Influence du diamètre des boutures d'*Acacia senegal* (15 cm, défeuillées, traitées par AIB 4 %) sur le développement de ces dernières (test de Newman-Keuls au seuil 5 %)

Diamètre de la bouture (mm)	Taux de bt. vivantes	Taux de bt. ramifiées	Taux de bt. racinées
≤5	0c		
5-10	93 a	30 a	45 a
10-16	68 b	36 a	39 a
≥16	50 b	43 a	0b

Comme le montre le tableau 8, les boutures de longueur 15 cm présentent le meilleur compromis entre l'enracinement et la présence de rameaux. Les boutures plus longues dessèchent et meurent et les boutures plus courtes (7 cm) ont trop peu de bourgeons réactifs et présentent un taux de ramification déficitaire.

Tableau 8 : Influence de la longueur de la bouture d'*Acacia senegal* sur son devenir (boutures de diamètre 10-16 mm, défeuillées, traitées par AIB 4 %)

Longueur de la bouture (cm)	Nombre de bt. vivantes	Nombre de bt. ramifiées	Nombre de bt. racinées
7	57 a	7 b	47 a
15	68 a	36 a	39 a
23	7 b	7 b	7 b

L'ablation des feuilles pré-existantes sur les boutures avant mise en place est un facteur qui favorise l'enracinement (Tableau 9), il est donc possible d'émettre l'hypothèse que les feuilles âgées sont la source d'un inhibiteur d'enracinement comme cela a déjà été montré sur l'*Eucalyptus grandis*.

Tableau 9 : Effet de l'ablation des feuilles des boutures d'*Acacia senegal* sur leur devenir

Feuillaison de la bouture	Nombre de bt. vivantes	Nombre de bt. ramifiées	Nombre de bt. racinées
défeuillée	68 a	36 a	39 a
4 feuilles	39 b	30 a	11 b

L'enracinement est significativement amélioré par un traitement auxinique de la base des boutures avant mise en place. La formule retenue est l'enrobage par une poudre de talc contenant de l'acide-indolyl acétique. La concentration en AIB la plus favorable est de 4 % (Tableau 10). Cependant le facteur capital de la réussite du bouturage de l'*Acacia senegal* est la période de prélèvement des boutures comme le montre le tableau

Tableau 10 : Influence de la teneur en AIB de la poudre d'enrobage sur l'évolution des boutures d'*Acacia senegal* (défeuillées, 10 mm de diamètre, 15 cm de long)

Teneur en AIB (%)	Nombre de bt. vivantes	Nombre de bt. ramifiées	Nombre de bt. racinées
0	64 a	29 a	0 b
1	43 a	18 a	7 b
2	71 a	21 a	14 b
4	68 a	36 a	39 a
8	43 a	25 a	11 b

En utilisant les conditions optimales (boutures de 1 cm de diamètre, 15 cm de longueur, défeuillées avant mise en place et traitées par AIB 4 %) le taux d'enracinement s'élève à plus de 70 % après 90 j si le prélèvement est fait en hivernage (juillet-Septembre)(Tableau 11). En milieu de saison sèche, seules 10 % des boutures s'enracinent. Les résultats obtenus dans les tableaux 7, 8, 9 et 10 sont conformes à la valeur obtenue dans la période intermédiaire (avril-juin).

Tableau 11 : Evolution du taux d'enracinement des boutures d'*Acacia senegal* en fonction de la période de prélèvement.

Période de prélèvement	Taux d'enracinement
janvier-mars	12 c
avril-juin	37 b
juillet-septembre	71 a
octobre-décembre	31 b

Les boutures émettent en moyenne $1,5 \pm 0,4$ rameaux qui semblent présenter un rajeunissement éphémère si l'on prend en compte comme marqueur de juvénilité, le nombre de folioles des feuilles portées par le rameau. Ce nombre augmente progressivement de 4 à 8 avec le rang des feuilles le long du rameau (une feuille mûre a de 8 à 12 folioles). Cependant, d'autres critères prouvent un rajeunissement insuffisant. Par exemple, la présence d'inflorescences sur le rameau quoique l'*Acacia senegal* puisse fleurir dès la première année. D'autre part, seul un rameau sur six a une croissance orthotrope (angle formé avec la verticale $\leq 30^\circ$) et 50 % sont plagiotropes (angle $\geq 60^\circ$). Toutefois, le critère déterminant est la réactivité *in vitro*. Lorsque l'on prélève des microboutures sur des boutures enracinées ou non, leur reprise est impossible, il est donc impératif de rajeunir davantage notre matériel végétal. Plusieurs techniques sont à notre disposition : greffage ou bouturage en cascade, recépage des boutures, microgreffage. L'ensemble de ces méthodes sont ou seront mises au point et comparées quant à leur capacité réjuvenilisante.

III-2 : Clonage des génotypes sélectionnés

L'application de la méthodologie définie au paragraphe III-1 sur les plans sélectionnés dans les différentes provenances permet de mobiliser les génotypes retenus sous forme de boutures horticoles.

Le protocole retenu est le suivant :

- prélèvement de rameaux de 50 cm sur les ortets sélectionnés, conservés dans une toile de jute humide jusqu'au retour au laboratoire
- les fragments sont débités en boutures qui sont mises dans des conditions optimales d'enracinement. Vingt boutures sont mises en place pour chaque génotype
- parmi ces vingt boutures, la plus vigoureuse (au niveau des systèmes racinaire et aérien) est sevrée et transplantée en vase de végétation de grande capacité (25 l)
- ce plant constitue "la tête de clone" qui subira les traitements rajeunissants (en cours de mise au point) afin d'obtenir des explants réactifs en culture *in vitro* et donc aptes à la micropropagation et au clonage.

A l'heure actuelle, une cinquantaine de "têtes de clone" sont installées et sont au début de la phase de rajeunissement. Les travaux en cours portent d'une part sur la maîtrise du rajeunissement des boutures et d'autre part sur la mise au point des milieux et des techniques de culture *in vitro*.

IV- Recherche sur les symbioses racinaires

IV- 1 : Culture et isolement de micro-organismes

IV-I- I : Collection de souches

Les souches de *Rhizobium* conservées en collection à + 4" C ont été repiquées dans des boîtes de Petri contenant du milieu Y EMA .

IV- 1-3 : Piégeage de *Rhizobium*

Des semis ont été réalisés en pépinière avec *Acacia albida*, *A. ataxacantha*, *A. bivenosa*, *A. dudgeoni*, *A. gourmaensis*, *A. holosericea*, *A. laeta*, *A. mellifera*, *A. monticola*, *A. nilotica* var. *adansoni*, *A. nilotica* var. *tomentosa*, *A. raddiana*, *A. sclerosperma*, *A. senegal*, *A. seyal* et *A. trachycarpa* afin d'obtenir des nodules pour isoler de nouvelles souches de ces différentes espèces.

IV-2 : Ecologie des systèmes symbiotiques

IV-2-1 : Détermination de l'état symbiotique de quelques espèces

Les systèmes racinaires de plants cultivés en conditions de pépinière à la DRPF ont été examinés quant à leur état symbiotique. Des nodules ont été observés sur *Acacia albida*, *A. ataxacantha*, *A. auriculiformis*, *A. hivenosa*, *A. dudgeoni*, *A. gourmaensis*, *A. laeta*, *A. mellifera*, *A. nilotica*, *A. raddiana*, *A. sclerosperma*, *A. senegal*, *A. seyal* et *A. trachycarpa*. Le pouvoir fixateur d'azote de ces espèces est en cours d'étude. Des prélèvements d'échantillons racinaires ont été réalisés afin de déterminer la présence de mycorhizes vésiculo-arbusculaires. Un effort est également réalisé pour mettre en relation l'état symbiotique d'une espèce avec son environnement.

D'après ces résultats et nos travaux antérieurs, on peut penser que la plupart des acacias seront capable de former des nodules et des endomycorhizes. Les ectomycorhizes ont, jusqu'à présent été observées uniquement sur des acacias originaires d'Australie. Pour ce qui concerne la nodulation, nous avons observé un renouvellement annuel des nodules. Bien que nous ne possédions pas de données précises à ce sujet, il est probable que l'intensité de la nodulation en zones sèches soit liée à la pluviométrie.

IV-3 : Etude du développement de l'infection par *Glomus mosseae* du système racinaire d'*Acacia albida*.

Des semis d'*Acacia albida* inoculé ou non par *Glomus mosseae* ont été réalisés dans des buses en PVC de 25 cm de diamètre et de longueur variable (0,5, 1,0 et 1,5 m). L'exploitation de l'expérience a été fractionnée en fonction de la longueur des buses. Le système racinaire des plants a été observé dès que le pivot a atteint le fond d'une buse. Ainsi les plants ont été exploités après 7, 9 et 12 semaines de culture.

L'inoculation par *Glomus mosseae* permet une très nette amélioration de la croissance des plants ; + 68 % pour la hauteur et + 112 % pour la biomasse. Pour ce qui concerne la nodulation, à partir de la neuvième semaine de culture, on observe un très fort accroissement du nombre de nodules pour les plants inoculés par *Glomus mosseae*. Cependant, ces nodules sont très petits et apparaissent beaucoup plus tardivement que sur les plants cultivés en sachet de polyéthylène de 1 litre. La variation du volume du vase de végétation est probablement un facteur qui affecte la nodulation.

L'étude du développement de l'infection endomycorhizienne a montré que celle-ci ne se propage pas en profondeur. Quand on sait que le système racinaire des arbres des zones arides et semi arides peut atteindre 40 m de profondeur et que très peu de racine sont présentes dans les horizons superficiels, on peut s'interroger sur le devenir d'un tel champignon lors d'un transfert au champ. Pour cela, il apparaît nécessaire d'isoler et de sélectionner de nouveaux champignons endomycorhiziens capables d'infecter le système racinaire des arbres au fur et à mesure de son développement en profondeur.

IV-4 : Etude de la croissance et de l'établissement des symbioses chez *Acacia albida* et *A. senegal* en fonction du volume du vase de végétation.

Des plants d'*Acacia albida* et d'*A. senegal* ont été cultivés en pépinière pendant 12 semaines dans des sachets en polyéthylène d'un volume variable de 0,125 à 16 litres. Les sachets utilisés d'une longueur de 10, 20 et 40 cm pour un diamètre de 4, 5,6, 8, 11,3, 16 et 22,3 cm ont été confectionnés dans du polyéthylène noir et transparent. La croissance en hauteur des plants a été mesurée toutes les 2 semaines. A la fin de l'expérience, les parties aériennes et racinaires ont été séchées puis pesées, les nodules comptés et l'état d'infection endomycorhizienne estimé.

L'analyse des résultats (en cours) fait ressortir de grandes variations de croissance et de développement racinaire en fonction des dimensions des sachets utilisés. Ces observations n'ont rien d'étonnant. Il était prévisible qu'après 12 semaines de culture un volume de sol de 0,125 ou 1 l constitue un facteur limitant par rapport à un sachet de 16 litres. Cependant, les effets de cette limitation de croissance en pépinière sur le devenir des plants après la transplantation n'est pas encore connu. Pour certaines espèces, afin de limiter le stress de pépinière, il sera sans doute préférable d'utiliser des sachets de grand volume et/ou de réduire la durée de la pépinière.

En ce qui concerne la nodulation, nous avons constaté pour les volumes inférieurs à 1 l le même effet de stress que pour la croissance. Lorsque le volume de sol est plus important, on observe au contraire une apparition plus tardive des nodules. Pour les plants d'*Acacia senegal* cultivés dans des sachets de 40 X 22,3 cm (16 l) nous avons constaté l'absence de nodules. Ces nouvelles données concernant l'écologie des symbioses en milieu contrôlé font l'objet de nouveaux travaux afin de préciser ces observations.

Les résultats concernant l'infection endomycorhizienne ne sont pas encore analysés.