75970/1667
K020
DRPF

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
ET DE L'HYDRAULIQUE

INSTITUT SENEGALAIS
DE RECHERCHES AGRICOLES
(ISRA)

SYNTHESE DES ACQUIS DE LA RECHERCHE FORESTIERE

P530
MDR

SEPTEMBRE 1992

DIRECTION DES RECHERCHES SUR LES PRODUCTIONS FORESTIERES

Route des Peres Maristes - Parc Forestier de Hann - B.P. 2412 - Dakar (Senegal)

K020
DRPF

S O M M A I R E

	Page
0 - INTRODUCTION	1
1 - SYLVICULTURE ET AMENAGEMENT DES FORETS NATURELLES	
1 - TECHNIQUES DE PRODUCTION DE PLANTS	2
2 - TECHNIQUE DE PLANTATION ET GESTION SYLVICOLE DES PEUPLEMENTS	3
21 - Préparation du sol	
22 - Période et densités de plantation	
23 - Age d'exploitation et production ligneuse	
24 - Les essences locales et pseudo-locales	4
25 - Les espèces exotiques autres que <i>Eucalyptus</i>	5
26 - Conduite sylvicole des taillis	6
27 - Outils d'évaluation de la production ligneuse sur pieds	
3 - ETUDES ET AMENAGEMENT DES FORMATIONS NATURELLES	
4 - TECHNOLOGIE DU BOIS	7
II - MICROBIOLOGIE, ECOLOGIE ET PHYSIOLOGIE DES VEGETAUX	
1 - MICROBIOLOGIE	8
11 - Détermination de l'état symbiotique des plants	
12 - Isolement de microorganismes	9
13 - Production d'inoculum	
14 - Inoculation des plants en pépinière	10
15 - Etude des effets de l'inoculation	
2 - ECOLOGIE ET PHYSIOLOGIE DES VEGETAUX	

III - GENETIQUE ET AMELIORATION DES ARBRES FORESTIERS

1 - ESSAIS DE COMPORTEMENT	12
2 - TECHNOLOGIE DES SEMENCES	
3 - MULTIPLICATION VEGETATIVE	13
4 - EVALUATION DES RESSOURCES GENETIQUES	

IV - AGROFORESTERIE

1 - CONNAISSANCE DU MILIEU	15
21 - Acquis de la DRSAEA/ISRA	
22 - Etudes menées par l'ISRA et l'ICRAF	
2 - RESULTATS DISPONIBLES POUR LE DEVELOPPEMENT	16
21 - Haies vives	
22 - Brise-vent	17
23 - Cultures en couloirs	
24 - Système des parcs	
25 - Jachères améliorées	18
26 - Fixation des dunes	
27 - Arbres de concession et boisements familiaux	
28 - Arbres dans les pâturages - Pâturages sous couvert arboré	
3 - CONCLUSION	19

INTRODUCTION

Le présent document tente de faire le point sur les acquis les plus significatifs de la recherche forestière. Il convient de rappeler que cette structure a été créée en 1964-65 et que, jusqu'à un passé récent (1982), elle ne comptait que deux ingénieurs de recherche du CTFT et un seul chercheur sénégalais.

Tout en rendant un hommage mérité à ces précurseurs, on peut remarquer que l'effort décisif de recherche ne date que d'une dizaine d'années. Si on ajoute à cela l'échelle de temps spécifique aux ligneux, on se rend mieux compte de l'investissement qui a été fait dans ce secteur.

Ce document est par conséquent un rapport d'étape qui demande à être régulièrement réactualisé, mais à la seule condition que l'on se donne les moyens de mener la politique forestière que nous affichons et qui, du reste, demeure légitime compte tenu des interpellations incessantes du secteur.

**SYLVICULTURE ET AMENAGEMENT
DES FORETS NATURELLES**

La présentation des acquis de ce programme portera, après un rappel des objectifs poursuivis, sur les techniques de production de plants, de plantation et de gestion sylvicole des peuplements artificiels, sur les études en aménagement des formations naturelles et sur la technologie des bois.

Les objectifs du programme sont :

- d'identifier pour les opérations de reboisement dans les différentes conditions écologiques du pays, les espèces forestières les plus performantes en terme de production ligneuse pour la fourniture en bois d'énergie, de service et d'oeuvre. Ce programme vise aussi l'élaboration d'outils techniques pour les sylviculteurs et les aménagistes forestiers ;

- d'augmenter le nombre de tiges à l'hectare des "essences de valeur" en forêt naturelle et d'appréhender la dynamique de croissance des peuplements naturels afin de donner aux aménagistes forestiers des outils techniques leur permettant de prévoir, de manière quantitative, l'effet de tel ou tel traitement sylvicole sur l'évolution de ces formations naturelles.

I - TECHNIQUES DE PRODUCTION DE PLANTS

Les techniques de production de plants sont à l'heure actuelle maîtrisées au niveau de la pépinière et tous les schémas de production en fonction des zones écologiques sont disponibles (type de semis, période de semis, nature des substrats, mode, conduite, lutte phytosanitaire, etc...). Les conditions écologiques sévères de la vallée du fleuve Sénégal font que les semis doivent être réalisés durant la saison fraîche pour une plus grande chance de succès.

Les plantations réalisées à partir de plants élevés en pots présentent plus de garanties de réussite (bonne reprise, bonne croissance, bonne productivité) par rapport aux plantations à base de barbatelles (plants à racines nues) sauf dans le cadre des enrichissements des formations naturelles par la méthode des layons, dans les reboisements sous irrigation, ces types de plants (racines nues) exigent des irrigations régulières et importants sur une longue période.

2 - TECHNIQUE DE PLANTATION ET GESTION SYLVICOLE DES PEUPELEMENTS

21 - PREPARATION DU SOL

Les études comparatives des différentes techniques de préparation du sol ont montré qu'une simple trouaison aux dimensions de la bêche forestière était suffisante au moment de la plantation. Cependant, dans la partie sahélienne, la réalisation d'un sous-solage profond croisé ou de grands potets est indispensable avant la plantation.

En irrigué, il faut, à cause de la grande fragilité mécanique des sols, façonner les rigoles d'irrigation perpendiculairement aux canaux irrigateurs.

22 - PERIODE ET DENSITES DE PLANTATION

La période de plantations est située au Sénégal au début de la saison des pluies et est déterminée par la quantité des premières pluies tombées. Cette période est relativement courte et se situe, selon les zones écologiques, entre fin juin et début août.

Les densités de plantations varient avec les capacités de rétention hydrique des sols : 400 pieds/ha (écartement de 5 m x 5 m) à 1111 pieds/ha (écartement de 3 m x 3 m). En plantations irriguées, bien qu'il soit possible de planter toute l'année, la période de plantation la plus favorable se situe au début de l'hivernage (juillet) et les densités de plantation varient de 2500 pieds/ha (2 m x 2 m) à plus de 17000 pieds/ha (écartement de 0,75 m x 0,75 m).

23 - AGE D'EXPLOITATION ET PRODUCTION LIGNEUSE

L'âge d'exploitation des espèces à croissance rapide telles que les *Eucalyptus* est très variable et dépend à la fois des objectifs de production et de la densité de plantation.

En Casamance, l'âge d'exploitation de la futaie varie entre 6 et 7 ans pour des densités de plantation de 1111 pieds/ha pour les meilleures provenances d'*Eucalyptus* parmi lesquelles on peut citer *E. camaldulensis Katherine* et *E. tereticornis 684-688*.

Dans la zone de Bandia, l'âge de coupe se situe entre 6 et 8 ans avec des densités de plantation ne dépassant pas 816 plants/ha et une productivité maximale de 4,0 m³/ha/an.

Dans la zone centre et sud du bassin arachidier, les exploitations sont réalisées après 7 à 10 ans de végétation avec des densités de plantation variant de 400 à 1111 pieds/ha. La plus forte productivité, qui est de 6,14 m³/ha/an est obtenue à Keur Mactar avec *Eucalyptus camaldulensis* 8098.

Au niveau de la vallée du fleuve Sénégal, en conditions irriguées, l'âge de la coupe varie de deux ans et demi à trois avec des productivités de 26 à 40 m³/ha/an. Aussi, pour des zones de pluviométrie inférieure à 500 mm/an, en conditions expérimentales et selon une densité de plantation de 1111 pieds/ha, la productivité de l'*Eucalyptus* ne peut guère dépasser 4 m³/ha/an.

Pour des zones à pluviométrie comprise entre 500 et 700 mm par an et à une densité de plantation de 1111/ha, il est possible d'obtenir des productivités de 6 à 8 m³/ha/an. Plus de 10 m³/ha/an peuvent être obtenus pour des zones de pluviométrie supérieure à 700 mm/an.

Sous irrigation, avec des densités bien supérieures, il est possible d'atteindre des productivités variant de 30 à 40 m³/ha/an. La production des brise-vent sous irrigation varie de 11 à 16 m³/km/an pour 500 arbres/km avec des brise-vent bi-linéaires périphériques.

24 - LES ESSENCES LOCALES ET PSEUDO-LOCALES

Dans la zone de la vallée du fleuve Sénégal en plantations irriguées, de bons résultats ont été obtenus avec *Prosopis juliflora* (12 m³/ha/an), *Acacia nilotica* var. *tomentosa* (10 m³/ha/an), *Khaya senegalensis*, *Casuariana equisetifolia* et *Parkinsonia aculeata*.

En zone sylvopastorale, pour *Acacia senegal*, le phénotype gris-clair résiste mieux sur site dunaire que le phénotype gris foncé à réserver aux dépressions argileuses. *Acacia tortilis* var. *raddiana* demeure l'espèce la mieux adaptée à la zone. *Acacia nilotica* var. *adstringens*, *Bauhinia rufescens*, *Sclerocarya birrea* sont à réserver aux bas-fonds. *Acacia seyal* peut être implanté dans les mares temporaires. Pour *Acacia senegal*, des techniques efficaces de saignée pour la production de gomme arabique ont été mises au point (outils, dates, modalités).

Dans le bassin arachidier Nord :

- sur sols sableux dégradés, des espèces comme *Acacia senegal* se comportent mieux que *Acacia tortilis*, *Faidherbia albida* et *Prosopis juliflora* ;

- sur sols limoneux des bas-fonds, en plus des espèces citées-ci dessus, les espèces suivantes montrent une bonne adaptation : *Tamarindus indica*, *Sclerocarya birrea*, *Bauhinia rufescens* ainsi que *Anogeissus leiocarpus* ;

- sur sols argileux à cuirasse peu profonde, les espèces comme *Prosopis juliflora*, *Acacia seyal*, *Acacia nilotica* sp., *Azadirachta indica*, *Sclerocarya birrea*, *Zizyphus mauritiana* se comportent bien.

Au Sine-Saloum :

- sur **argilo-limoneux non salés**, des résultats satisfaisants ont été obtenus avec *Acacia nilotica* var. *adstringens*, *Prosopis juliflora*, *Albizia lebeck*, *Azadirachta indica*, *Ceiba pentandra*, *Sterculia setigera*, *Balanites aegyptiaca*, *Zizyphus mauritiana*, *Sclerocarpa birrea* et *Anogeissus leiocarpus* ;

- sur **sols salés** ("tanns"), on note un bon comportement de *Parkinsonia aculeata*, *Tamarindus senegalensis*.

En **Casamance**, une vingtaine d'espèces a été testée essentiellement pour l'enrichissement de la forêt naturelle en layons. Les espèces suivantes ont donné de bons résultats : *Oxythenanthera abyssinica*, *Erythrophlaeum guineense*, *Spatodera compenulata*, *Chlorophra regia*, *Antiaris africana*, *Ceiba pentandra*.

Des études sur la mangrove, ont permis de mettre au point des techniques de production de plants de *Avicennia* et de *Rhizophora* et d'identifier quelques espèces susceptibles de donner des résultats satisfaisants dans les efforts de reboisement des zones de mangroves dégradées.

25 - LES ESPECES FORESTIERES EXOTIQUES AUTRES QUE EUCALYPTUS

Les résultats les plus intéressants, après études de 120 espèces ou provenances se présentent comme suit :

Dans la **zone du fleuve Sénégal** (plantations irriguées), très bonne croissance de *Leucaena leucocephala* (20,6 m³/ha/an), bon comportement de *Acacia holosericea* (9,7 m³/ha/an) et *Acacia cyanophylla* et de *Melaleuca leucadendron*.

En **zone sylvo-pastorale** (climat sahélien), les *Acacia* australiens introduits ne sont pas adaptés.

Dans la zone centre-ouest :

- sur **terrain limoneux**, *Acacia holosericea*, *A. tumida* et *A. trachycarpa* donnent des résultats intéressants. *Acacia laeta*, *A. mellifera*, *Bauhinia cunninghamii* sont à retenir.

- sur **sols argileux**, *Acacia scleroscarpa*, *A. bivenosa* et *A. coriacea* sont particulièrement adaptées, *A. laeta*, *Acacia tumida x eriopodora*, *Acacia stipuligera*, *Acacia cowleana* sont également prometteurs.

Outre les acacias à phyllodes cités, les espèces suivantes, qui sont essentiellement fourragères, donnent de bons résultats: *Acacia mellifera*, *Prosopis cineraria*, *Bauhinia cheilanta*, *Cassia excelsa*, *Caesalpinia ferrea* et *Zizyphus joazeiro*.

Dans la **zone centre sud** :

- sur **sol argilo-limoneux** non salé de bons résultats ont été enregistrés pour *Melaleuca leucadendron* et *Melaleuca viridiflora* (surtout dans les bas-fonds) ainsi que pour *Acacia holosericea*, *A. bivenosa*, *A. sclerosperma*, *A. laeta* et *Dalbergia sissoo*.

- sur **sol salé argileux** (type tann enherbé) peuvent résister *Melaleuca sp.*, *Prosopis juliflora* et dans une moindre mesure *Acacia holosericea* et *Acacia sclerosperma*.

En **Casamance**, parmi les espèces australiennes testées, *Acacia mangium*, *A. holosericea*, *A. tumida*, *A. monticola* se comportent bien. Des espèces fourragères et agronomiquement intéressantes telles que *Gliricidia sepium* et *Leucaena leucocephala* donnent de bons résultats.

26 - CONDUITE SYLVICOLE DES TAILLIS

Après exploitation, la gestion du taillis pour les espèces à forte capacité de rejeter de souches comme les *Eucalyptus* consiste à sélectionner un ou plusieurs brins selon les objectifs de production (poteaux, perches, bois de service et bois de feu) et la sélection définitive des rejets peut se faire 6 mois après exploitations.

27 - OUTILS D'EVALUATION DE LA PRODUCTION LIGNEUSE SUR PIEDS

Les principaux outils mis au point sont des tarifs de cubage à une ou deux entrées pour évaluer le stock de bois sur pieds.

3 - ETUDES ET AMENAGEMENT DES FORMATIONS NATURELLES

En **Casamance** et au **Sine Saloum**, les études menées ont permis d'établir la structure des massifs forestiers suivis et de confectionner des tarifs de cubage pour les essences de bois d'oeuvre et pour les arbres de première grandeur. Pour ces espèces du sous-bois, des tarifs de peuplement ont été élaborés, qui donnent les volumes de bois présents en fonction des effectifs par classes de diamètres à 20 cm du sol.

Dans le **bassin sahélien** (zone sylvopastorale) :

- les techniques d'évaluation des potentialités forestières (fourrages ligneux, bois de service, bois de feu, fruits sauvages) et d'estimation assez précises des stocks ont été mises au point ;

- des méthodes d'approche pluridisciplinaires, historiques et participatives concernant la gestion des ressources naturelles et l'aménagement sylvopastoral des terroirs pastoraux ont été développées.

4 - **TECHNOLOGIE DU BOIS**

Les études menées par cet ancien programme ont permis

- de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et énergétiques des bois et charbon de bois senegalais et exotiques,
- de mettre en évidence des capacités fongicides et anti-termiques de goudrons issus de la carbonisation de certaines essences.

**MICROBIOLOGIE, ECOLOGIE ET
PHYSIOLOGIE DES VEGETAUX**

1 - MICROBIOLOGIE

Le laboratoire de microbiologie forestière de la DRPF/ISRA mène des études sur les principaux systèmes symbiotiques des arbres au Sénégal. Des travaux concernant la fixation d'azote et les mycorhizes sont engagés depuis une dizaine d'années.

11 - DETERMINATION DE L'ETAT SYMBIOTIQUE DES PLANTS

Des techniques de détection et de quantification des infections sont maîtrisées avec :

- les bactéries fixatrices d'azote (dénombrement des nodules ou des points d'infection sur les systèmes racinaires entiers des plants en pépinière ou estimation aux champs sur des arbres adultes) ;
- les champignons endomycorhiziens (dénombrement des spores du sol, observation et quantification des infections racinaires après coloration au bleu Trypan dans le lactophénol) ;
- les champignons ectomycorhiziens (mesure du nombre de racines courtes ectomycorhizées par rapport au nombre total de racines courtes).

Des méthodes de prospection et de conservation des carpophores de champignons ectomycorhiziens sont au point.

L'utilisation de ces techniques au laboratoire de microbiologie forestière nous a permis de déterminer l'état symbiotique *in situ* de plus de 150 espèces ligneuses croissant au Sénégal et en pépinière sur plus de 130 espèces. Les données ainsi recueillies constituent la base des travaux en écologie des symbioses en vue de leur application en foresterie et en agroforesterie.

12 - ISOLEMENT DE MICROORGANISMES

Les techniques d'isolement de microorganismes symbiotiques sont maîtrisées:

- avec les bactéries fixatrices d'azote des genres *Rhizobium* et *Bradyrhizobium* (isolement direct à partir de nodules frais ou isolement à partir de broyat de nodules désinfectés superficiellement et purification par étalement successif en boîte de Pétri) ;
- avec quelques espèces de champignons ectomycorhiziens (mise en culture de fragments de chaire piléique sur un milieu de culture choisi en fonction de l'espèce et mise en culture à partir d'ectomycorhizes prélevés *in situ*).

L'application de ces techniques aux symbioses des arbres au Sénégal et l'obtention de souches de références provenant de laboratoires extérieurs ont permis la constitution de collections vivantes de ces microorganismes. Cependant, la conservation de longue durée de ces collections pose des problèmes principalement liés à la fiabilité du matériel.

13 - PRODUCTION D'INOCULUM

La production d'inoculum est maîtrisée avec les bactéries fixatrices d'azote ; l'inoculum est soit produit directement en milieu YEM liquideensemencé au départ de la culture à raison de 10^2 à 10^3 cellules.ml⁻¹, soit la culture en milieu liquide est incluse dans l'alginate. Ce dernier procédé permet le séchage de l'inoculum et sa conservation sur de plus longues durées.

De l'inoculum endomycorhizien est produit sur des racines de plantes hôtes ; des tests ont permis de sélectionner deux espèces, la tomate et le *jaxatu*, particulièrement bien adaptées à la production d'inoculum (rapidité de croissance, importante prolifération de racines et pureté de l'inoculum) dans nos conditions de pépinière.

Les techniques de production d'inoculum ectomycorhizien sont très diversifiées et doivent souvent faire l'objet d'adaptation en fonction de la souche. Un mélange de tourbe et de vermiculite arrosé de milieu MNM a été utilisé avec les souches de 4 espèces fongiques, la technique du *Paper sandwich* n'a pu être utilisée qu'avec des souches de *Pisolithus sp.*

La production d'inoculum assurée actuellement au niveau du laboratoire représente de faibles quantités qui sont exclusivement réservées pour des travaux de recherche. La recherche de moyens doit être entreprise pour le développement de la production d'inoculum matriciel afin de pouvoir inoculer les plants de plus grande envergure.

14 - INOCULATION DES PLANTS EN PEPINIERE

L'inoculation des plants en pépinière est réalisée avec différents inoculums produits. Dans l'état actuel de nos travaux, seul l'inoculum matriciel peut être utilisé pour un nombre important de plants. Des techniques permettant d'utiliser les inoculums mycorhiziens sur de plus grandes échelles sont à l'étude.

15 - ETUDE DES EFFETS DE L'INOCULATION

Estimation de la fixation d'azote : les mesures de l'intensité de la nodulation et de l'activité réductrice d'acétylène ainsi que le dosage de l'azote (méthode de Kjeldahl et méthode isotopique ^{15}N) dans les différentes parties de la plante et le sol ont permis l'estimation du potentiel fixateur d'azote de 8 espèces d'arbres croissant au Sénégal.

La création, la mise en place et l'interprétation statistique des dispositifs expérimentaux permettant de mettre en évidence le rôle des symbiotes sont maîtrisées.

2 - ECOLOGIE ET PHYSIOLOGIE DES VEGETAUX

Dans la zone sylvopastorale, les reboisements constituent un élément déterminant dans la stratégie de revégétalisation de la partie Nord du pays confrontée à l'avancée du désert. Du fait du climat sahélien qui y prévaut, l'eau demeure une contrainte majeure au reboisement et les sécheresses épisodiques constituent une donnée incontournable.

Dans cette partie du territoire, l'application des résultats de la recherche forestière en écologie et physiologie concerne les plantations agroforestières et/ou gommères. Les acquis sont d'ordre méthodologique, ils concernent :

- la mise au point récente de méthodes d'évaluation de la résistance à la sécheresse de certaines essences vulgarisées pour les exploitations agroforestières (*Acacia senegal*, *Zizyphus mauritiana* et *Acacia raddiana*) et pour la production de gomme arabique (*Acacia senegal*). Les méthodes sont basées sur l'utilisation de la bombe à pression pour la mesure du potentiel de sève des arbres ;
- La mise au point de méthode de quantification de la consommation hydrique des gommères et des exploitations agroforestières. Les méthodes sont basées sur l'utilisation des sondes gamma neutroniques ;
- la constitution d'une banque de données pour la modélisation du comportement et de la productivité des gommères. La banque comporte à présent trois années de suivis dendrométriques, phénologiques, météorologiques de la production gommère et de la suivie.

En ce qui concerne les connaissances, on peut signaler celles relatives au comportement dendrométrique et phénologique en fonction du site d'*Acacia senegal* en plantation gommière. L'influence du site sur la productivité gommière d'*Acacia senegal* a pu être mise en évidence.

Au niveau de l'utilisation de l'*Eucalyptus* dans le reboisement au Sénégal, la DRPF/ISRA a pu établir la limite-seuil à partir de laquelle le fonctionnement hydrique de cette espèce est perturbé. La consommation hydrique de l'*Eucalyptus*, de l'*Acacia seyal* et de la végétation herbacée concurrentielle a été quantifiée.

La détermination du comportement écophysologique des capacités de résistance à la sécheresse de l'*Eucalyptus* a permis de mieux cerner les zones susceptibles d'être reboisées par l'*Eucalyptus*.

**GENETIQUE ET AMELIORATION
DES ARBRES FORESTIERS**

L'ISRA/DRPF a, depuis de nombreuses années, mené une activité de recherche dont le but est de fournir du matériel végétal génétiquement et physiologiquement amélioré aux projets de reboisement, aux ONG et aux particuliers.

1 - ESSAIS DE COMPORTEMENT

De nombreux essais de comportement d'espèces exotiques ont été menés dans les stations expérimentales de l'ISRA. Avec un recul parfois supérieur à dix ans, il apparaît que certaines espèces sont adaptées aux conditions édapho-climatiques du Sénégal et présentent des propriétés ou des productions intéressantes.

Il est possible de citer *Acacia bivenosa* et *Acacia sclerosperma* d'origine australienne qui sont de bons fixateurs de sols et *Caesalpinia ferrea* (brésilienne) fourragère, *Acacia hilliana* qui peut être utilisé sur le cordon littoral. *Zizyphus joazeiro* espèce du nordeste brésilien est un arbre aux qualités fruitières avérées adapté à l'utilisation en haies vives. *Lysiphyllum gilvum* (australienne) et *Hardwickia binata* (indienne) sont deux espèces fourragères très prometteuses.

2 - TECHNOLOGIE DES SEMENCES

Au laboratoire, il a été mis au point pour de nombreuses espèces la méthodologie de levée de dormance des graines. Le but est d'accélérer et d'homogénéiser la germination. Classiquement, la scarification des semences présentant une dormance utilise l'acide sulfurique concentré. Les conditions de trempage dans ce produit ont été précisées et optimisées : une heure pour *Faidherbia albida*, deux heures pour *Acacia raddiana* et douze heures pour *Adansonia digitata* par exemple.

Cependant, cette technique est dangereuse et coûteuse. Il a donc été recherché des méthodes alternatives permettant de lever la dormance sans utiliser l'acide. Il a ainsi été démontré qu'*Acacia senegal* germe parfaitement après une prégermination (trempage dans l'eau à température ambiante) de douze à vingt-quatre heures.

Pour d'autres espèces récalcitrantes et de grande diffusion, la technique mise au point actuellement est la scarification par l'acide au laboratoire puis le stockage des semences scarifiées avant diffusion. Cette méthode s'applique correctement pour *Acacia raddiana*.

De façon générale, l'ISRA/DRPF maîtrise les méthodes de récolte (détermination du stade de maturité, techniques de décorticage), de conservation, de traitement avant semis, d'élevage en pépinière et de transfert au champ pour plus de quatre vingt espèces ligneuses autochtones et exotiques.

3 - MULTIPLICATION VEGETATIVE

Dans le domaine de la multiplication végétative, les acquis portent surtout sur les techniques horticoles : une méthodologie de bouturages a été mise au point et est appliquée en routine pour la mobilisation et le rajeunissement de sujets adultes.

La greffe sur diverses espèces d'*Acacia* est maîtrisée. Cette technique permet de mobiliser des *A. senegal* par exemple sur des portes-greffe *A. laeta*, sans qu'il y ait risque de confusion entre porte-greffe et greffon.

Le bouturage de racines ou drageonnage contrôlé de *Faidherbia albida*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica* est maîtrisé avec cependant une faible réussite pour la première espèce.

Les méthodes *in vitro* sont plus récentes. Cependant les problèmes liés à la désinfection du matériel et à l'acclimatation des vitroplants sont en partie résolus. Les premières copies végétatives *in vitro* sont à l'heure actuelle acclimatées en pépinière.

4 - EVALUATION DES RESSOURCES GENETIQUES

L'évaluation des ressources génétiques sur les caractères agrosylvicoles a pour but la détermination des provenances et des descendances les mieux adaptées aux diverses conditions écologiques sénégalaises et les plus performantes, grâce à la mise en place de dispositifs expérimentaux appropriés sur de nombreuses espèces sahéliennes ou soudano-sahéliennes (*Acacia albida*, *A. senegal*, *Tamarindus indica*, *Khaya senegalensis*, *Zizyphus mauritiana*...). Cette évaluation peut aussi se faire sur les caractères morphologiques, ainsi la caractérisation des provenances d'*Acacia albida*, à partir des mesures de forme et de taille des gousses, est en cours.

L'utilisation des marqueurs isoenzymatiques et un outil puissant, mais il a demandé la maîtrise des techniques biochimiques d'électrophorèse sur feuilles ou sur cotylédons de toutes les espèces étudiées *Acacia*, *Zizyphus* et *Tamarindus* (extraction du matériel végétal, migration sur gels d'amidon, révélation des systèmes enzymatiques, obtention de zymogrammes).

L'interprétation génétique des zymogrammes obtenus est maintenant acquise et permet la caractérisation génétique des individus ou populations étudiés (génotypes, taux de polymorphisme, distances génétiques. Les premiers résultats portent sur :

- l'identification de quelques espèces sahéliennes d'*Acacia* rencontrées au Sénégal par les marqueurs isoenzymatiques à un stade précoce du développement de la plante (stade cotylédons) et la détermination possible des hybrides interspécifiques ;
- la caractérisation de quatre espèces de *Zizyphus* grâce à trois enzymes (*Z. mauritiana*, *Z. abyssinica*, *Z. mucronata*, *Z. joazeiro*) et la détermination des relations taxonomiques entre les espèces. Il a ainsi été montré que *A. laeta* provenait vraisemblablement d'un croisement entre *A. senegal* et *A. mellifera*.

AGROFORESTERIE

1 - CONNAISSANCE DU MILIEU

11 - ACQUIS DE LA DRSAEA/ISRA

La Direction des Recherches sur les Systèmes Agraires et l'Economie Agricole (DRSAEA/ISRA) a mené plusieurs études dans le domaine de la connaissance socio-économique, mais aussi biophysique, principalement dans la zone sylvopastorale, le sud du bassin arachidier et en Casamance. Ces études, bien que très localisées pour la plupart, ont cependant donné des résultats fort intéressants sur lesquels la recherche agricole s'est basée pour développer des actions en milieu réel.

Ces études sont fondamentales pour la recherche agroforestière et nécessitent d'être étendues à d'autres zones. Là où elles ont déjà été effectuées, une actualisation et approfondissement s'imposent à cause des changements importants intervenus durant ces dernières années, aussi bien dans le comportement des paysans pour les diverses spéculations que sur les pratiques appliquées en matière agricole ou perpétrées sur l'environnement, sans oublier les changements imposés par la sécheresse et la désertification.

12 - ETUDES MENEES PAR L'ISRA ET L'ICRAF

Des études menées conjointement par l'ISRA (par l'intermédiaire de la DRPF) et l'ICRAF par une équipe pluridisciplinaire dans le cadre du réseau AFRENA/SALWA ont identifié cinq systèmes d'utilisation des terres (SUT) à l'intérieur de la zone semi-aride du Sénégal.

Cette identification s'est basée sur les potentialités agroforestières grâce à une étude bibliographique complétée par une tournée de terrain. Ces potentialités tiennent aussi bien compte des facteurs biophysiques que des facteurs socio-économiques. Les SUT identifiés sont :

- le système des Niayes
- le système du Ferlo
- le système de la Haute Vallée du fleuve Sénégal
- le système du Bassin arachidier
- le système du Nord Tambacounda.

Les principaux problèmes et contraintes au développement agroforestier ont été identifiés au niveau de chacun des SUT. Les domaines prioritaires de recherche ont ensuite été dégagés et les recherches d'appui nécessaires en agroforesterie retenues. Par ailleurs, les thèmes de recherche agroforestière à approfondir ont été ciblés.

Ces études ont fait l'objet de deux publications intitulées :

- *Potentialités agroforestières dans les systèmes d'utilisation des terres de la zone semi-aride du Sénégal,*
- *Priorité de la recherche agroforestière dans le bassin arachidier du Sénégal.*

2 - RESULTATS DISPONIBLES POUR LE DEVELOPPEMENT EN AGROFORESTERIE

Les essais mis en place par l'ISRA, bien que récents, ont tout de même permis, pour certaines technologies, de disposer de résultats que le développement peut vulgariser en tenant compte des conditions expérimentales dans lesquelles ces résultats ont été obtenus. Ainsi, les résultats suivants sont disponibles.

21 - HAIES VIVES

Leur objectif est de lutter contre la divagation du bétail, les incursions humaines dans les champs de cultures et les périmètres maraîchers. Elles servent également à délimiter les parcelles et à réduire ainsi les conflits fonciers. Les résultats suivants ont été obtenus :

- les techniques de récolte de semences de toutes les essences forestières actuellement utilisées en foresterie au niveau national,
- les techniques de production de plants en pépinière pour la plupart des espèces utilisées au Sénégal pour les reboisements et autres technologies agroforestières. Ces techniques incluent aussi bien les semis directs, les plants à racines nues, le bouturage que les plants élevés en pot,
- les techniques de plantation des espèces utilisées pour les haies vives, notamment la dimension des potets, les traitements anti-termites, les écartements à adopter, le suivi,...
- une liste d'espèces (par zone écologique) utilisables en haies vives :

- **zone nord du bassin arachidier** : *Acacia mellifera*, *Bauhinia rufescens*, *Acacia tortilis*, *Acacia nilotica* var. *adansonii*, *Dichrostachys glomerata*, *Acacia ataxacantha*,...

- **zone sud du bassin arachidier** : *Acacia laeta*, *Acacia mellifera*, *Bauhinia rufescens*, *Acacia ataxacantha*, *Zizyphus mauritiana*, *Acacia senegal*, *Acacia macrostachya*,...

- les méthodes de gestion de certaines espèces sélectionnées pour une utilisation en haies vives : dates, hauteurs et périodicité des coupes.

22 - BRISE-VENT (Moyenne vallée et Bassin arachidier)

- les techniques de plantation de brise-vent pour quelques espèces, notamment la dimension des potets, les traitements anti-termite, les écartements à adopter et le suivi post-plantation

- une liste d'espèces (par zone écologique) utilisables en brise-vent :

- zone nord du bassin arachidier : *Eucalyptus camaldulensis*, *Anacardium occidentale*, *Azadirachta indica*, *Acacia tumida*, *Acacia holosericea*,...

- zone sud du bassin arachidier : *Eucalyptus camaldulensis*, *Melaleuca leucadendron*, *Acacia bivenosa*,...

- les modes de gestion de brise-vent pour quelques espèces, surtout pour ce qui est des périodes et hauteurs de coupe à préconiser (*Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia holosericea*, *Acacia tumida*,...),

- les utilisations possibles et quantification des sous-produits d'exploitations du bois de service, du bois de feu,...

Pour les autres technologies, il existe également des résultats préliminaires.

23 - CULTURES EN COULOIRS (Bassin arachidier et Casamance)

- Comportement et influence de quelques espèces sur le rendement des cultures. Les espèces comme *Cajanus cajan*, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Azadirachta indica*, *Acacia albida*, *Acacia nilotica*, *Acacia tortilis*, *Prosopis juliflora*,... se comportent bien dans cette technologie. L'influence de ces espèces, pour la plupart, ne se fait pas sentir sauf pour celle de *Prosopis juliflora* à Thiénaba qui semble être bénéfique aux cultures associées;

- début de gestion de la composante ligneuse dans un système d'agriculture en couloirs.

24 - SYSTEME DES PARCS

(Zone sylvopastorale et Bassin arachidier)

- Influence de certaines espèces des parcs sur le rendement des cultures, particulièrement avec *Cordyla pinnata*, *Acacia albida*, *Prosopis africana*, *Sclerocarya birrea*,...;

- méthode d'enrichissement des forêts naturelles par le système "Taungya" avec constitution de parcelles de reboisement paysannes pour une association "production gommère et production céréalière au stade juvénile des plantations.

25 - JACHERES AMELIOREES (Casamance)

- Comportement et influence de certaines espèces sur la fertilité des champs mis en jachère.

26 - FIXATION DES DUNES

- Liste d'espèces utilisables : *Casuarina equisetifolia*, *Prosopis juliflora*, *Anacardium occidentale*, *Euphorbia balsamifera*,...

- techniques de plantation et technologies appropriées: haies vives, brise-vent, sites de plantation, dispositions à préconiser,...

27 - ARBRES DE CONCESSION ET BOISEMENTS FAMILIAUX

(Zone sylvopastorale, Bassin arachidier et Casamance)

- Liste d'espèces pour la production de fruits, mais également de bois de feu et de service : *Borassus aethiopicum*, *Eucalyptus camaldulensis*, fruitiers classiques, *Azadirachta indica*, *Zizyphus mauritiana*, *Adansonia digitata*.

28 - ARBRES DANS LES PATURAGES - PATURAGE SOUS COUVERT ARBORE

Objectif : réhabiliter les pâturages naturels par l'introduction d'espèces forestières fourragères :

- techniques de régénération assistée et d'enrichissement des parcs par des ligneux fourragers connus comme *Celtis integrifolia*, *Bauhinia rufescens*, *Adansonia digitata*, *Prosopis africana*, *Pterocarpus erinaceus*, *Pterocarpus lucens*, *Combretum sp.*,...

- inventaire de quelques ligneux disponibles sur parcours naturels dans les formations pastorales et agricoles,

- évaluation quantitative de la contribution ligneuse dans le régime des ruminants; variation entre espèces animales, saison et région,

- comportement alimentaire des ruminants vis-à-vis du disponible fourrager,

- identification d'espèces ligneuses consommées sur parcours naturels dans les grandes régions naturelles du Sénégal et hiérarchisation du choix,
- étude en laboratoire de la valeur alimentaire de quelques espèces : analyses chimiques, utilisation digestive de l'énergie et de l'azote sur une cinquantaine d'espèces,
- étude de la productivité secondaire sur *Acacia albida* (fruits), *Guiera senegalensis* (feuilles), *Calotropis procera* (feuilles), *Adansonia digitata* (feuilles),
- méthodologie d'étude des formations forestières dans la zone sylvopastorale et tendances évolutives des espèces les plus caractéristiques (*Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis*, *Calotropis procera*, *Guiera senegalensis*, *Grewia bicolor*,...)
- relations allométriques entre productivité fourragère et certains paramètres (circonférence, hauteur),

3 - CONCLUSION

La recherche agroforestière nécessite du temps pour générer des résultats probants pouvant faire l'objet d'une vulgarisation. Ainsi, c'est uniquement dans le long terme que la plupart des préoccupations des paysans pourraient être satisfaites par le biais de l'intégration de l'arbre, sous diverses formes, aux différentes activités du monde rural.