Domestication des espèces agroforestières au Sahel : situation actuelle et perspectives

Antoine Kalinganire, Amadou Niang et Bréhima Koné (éditeurs)

Sahel

World Agroforestry Centre
TRANSFORMING LIVES AND LANDSCAPES

Domestication des espèces agroforestières au Sahel :

situation actuelle et perspectives

Antoine Kalinganire, Amadou Niang et Bréhima Koné (éditeurs)

World Agroforestry Centre
TRANSFORMING LIVES AND LANDSCAPES

World Agroforestry Centre
TRANSFORMING LIVES AND LANDSCAPES

CIRCULATION LIMITEE

Les titres dans les séries des documents de travail visent à disséminer l'information sur la recherche et les pratiques agroforestières et de stimuler un feedback du monde scientifique. Les autres séries du World Agroforestry Centre sont: Perspectives en Agroforesterie, Manuels Techniques et les Documents Occasionnels.

Citation correcte: Antoine Kalinganire, Amadou Niang et Bréhima Koné (éditeurs). 2005. Domestication des espèces agroforestières au Sahel : situation actuelle et perspectives. ICRAF Working Paper – no. 5. Nairobi : World Agroforestry Centre.

Publié par le World Agroforestry Centre (ICRAF)
Programme Régional Sahel
B.P. 320 Bamako
Mali

Téléphone : +223 223 5000
Fax : +223 222 8683
Email : a.niang@cgiar.org
Internet : www.worldagroforestry.org

© World Agroforestry Centre 2005
ICRAF Working Paper no. 5

Le texte de cette publication peut être cité ou reproduit dans son intégralité ou partiellement et sous toute forme pour usage éducatif ou sans but lucratif, sans permission spéciale, à condition de mentionner la source. Aucun usage de cette publication ne peut être fait à des fins de vente ou autres buts commerciaux sans autorisation préalable du World Agroforestry Centre.

Les images restent la propriété exclusive de leur source et ne peuvent pas être utilisées pour un autre usage sans autorisation écrite de World Agroforestry Centre.

Les opinions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs et ne sont pas nécessairement celles de World Agroforestry Centre. La désignation géographique utilisée et la présentation du matériel dans cette publication n'impliquent pas l'expression de l'opinion quelconque de World Agroforestry Centre concernant le statut juridique d'un pays, territoire, ville ou zone ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Editeurs

Antoine Kalinganire

Chercheur Biodiversité/Domestication
Programme Régional Sahel
B.P. 320
Bamako
Mali
Téléphone : (223) 223 49 30
Fax : (223) 222 86 83
Courrier électronique : a.kalinganire@cgiar.org

Amadou Niang

Coordinateur Régional
Programme Régional Sahel
B.P. 320
Bamako
Mali
Téléphone : (223) 223 50 00
Fax : (223) 222 86 83
Courrier électronique : a.niang@cgiar.org

Bréhima Koné

Chercheur Associé
Programme Régional Sahel
B.P. 320
Bamako
Mali
Téléphone : (223) 222 33 75
Fax : (223) 222 86 83
Courrier électronique : b.kone@icrisatml.org

Sommaire

Dans le cadre de la collaboration entre le World Agroforestry Centre (ICRAF) et les Structures Nationales de Recherches Agricoles (SNRA) collaborateurs au Sahel, une réunion des acteurs en domestication d'espèces agroforestières a été organisée à Bamako les 18 et 19 mars 2004. La réunion a permis aux experts de la domestication provenant des SNRAs de nos principaux partenaires du Sahel et des chercheurs de l'ICRAF (cf. liste des participants en annexe 1) de discuter sur la stratégie de domestication des espèces agroforestières au Sahel. Les institutions qui étaient représentées sont :

- Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Burkina Faso ;
- Institut d'Economie Rurale (IER), Mali ;
- Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), Niger ;
- Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), Sénégal.

La réunion régionale des acteurs en domestication des espèces agroforestières (AF) dont le document fait le compte-rendu est la première organisée au Sahel.

Les objectifs de l'atelier se présentaient comme suit :

- faire le bilan sur la domestication des espèces AF dans la région du Sahel ;
- développer un programme régional sur la domestication des espèces AF au Sahel ; et
- définir les responsabilités de partenaires nationaux et de l'ICRAF dans le programme de la domestication des espèces AF.

Les débats ont permis de souligner la nécessité de créer le réseau des domesticateurs de la sous-région et de développer des projets à dimensions régionales pour renforcer les activités de domestication au Sahel. Les acteurs de la filière de la domestication ont également décidé d'adopter la méthodologie de la recherche-action et les approches communautaires. Il a été enfin souligné la nécessité et l'urgence de développer une collaboration pluridisciplinaire autour de la domestication des espèces agroforestières.

Mots clés

Domestication, Espèces agroforestières, Fruitiers indigènes, Sahel, Afrique de l'Ouest, Burkina Faso, Mali, Niger, Sénégal.

Table des matières

Sommaire.....	iv
Mots clés.....	iv
Remerciements.....	vi
Sigles et Abréviations.....	vii
I. Introduction	1
II. Communications de l'atelier	2
2.1 Stratégie de recherche agroforestière à l'ICRAF : domestication au Sahel.....	2
2.2 Domestication des espèces agroforestières au Burkina Faso.....	3
2.3 Domestication des espèces agroforestières au Mali	3
2.4 Domestication des espèces agroforestières au Niger	4
2.5 Domestication des espèces agroforestières au Sénégal.....	5
2.6 Idées sur le développement d'un projet de recherche.....	5
III. Conclusion et recommandations	6
ANNEXES	9
Annexe 1 : Liste des participants – atelier de domestication, Bamako 18 au 19 mars 2004	11
Annexe 2 : The Greening of the Sahel for Increased Human Welfare and Environmental Benefits — A Regional Strategy for ICRAF Sahel Programme (2001–2010).....	13
Amadou Niang	
Annexe 3 : Stratégie de domestication des espèces agroforestières au Sahel.....	21
Antoine Kalinganire	
Annexe 4 : Domestication Strategy for ICRAF	25
A.J. Simons	
Annexe 5 : Stratégie de domestication au Burkina Faso.....	34
Ousmane B. Diallo, Madjélia Some/Dao et Josias Sanou	
Annexe 6 : Enquête ethnobotanique sur <i>Detarium microcarpum</i> Guill. et Perr. au Sud du Mali.....	40
Amadou Malé Kouyaté	
Annexe 7 : Domestication des espèces agroforestières au Mali	51
Haby Sanou	
Annexe 8 : Etat des lieux sur la domestication au Niger	57
Abasse Tougiani et Larwanou Mahamane	
Annexe 9 : Domestication of Australian Acacias for the Sahelian zone of West Africa	64
P. J. Cunningham and T. Abasse	
Annexe 10 : Reforesting the Sahel: Farmer Managed Natural Regeneration	75
P.J. Cunningham and T. Abasse	
Annexe 11 : Domestication des espèces agroforestières au Sénégal.....	81
Ismaïla Diallo	
Annexe 12 : Exercices sur la préparation d'un projet domestication	88

Remerciements

L'ICRAF tient à remercier tous les membres du réseau domestication d'espèces agroforestières (Domesticateurs Sans Frontières) au Sahel pour leur participation active aux débats de cet atelier. Nos remerciements vont également à Tony Simons pour sa participation et sa contribution à l'atelier de Bamako. Nous sommes très reconnaissants envers de nombreuses personnes de l'ICRAF Sahel qui ont participé à l'organisation et au bon déroulement de l'atelier.

Sigles et Abréviations

ADN	Acide désoxyribonucléique
AF	Agroforestiers/Agroforestières
AFORNET	<i>African Research Network</i>
ANAFE	<i>African Network for Agroforestry Education</i>
CGIAR	<i>Consultative Group for International Agricultural Research</i>
CILSS	Comité Inter-Etats de Lutte Contre la Sécheresse dans le Sahel
CIRAD	Centre International de Recherche en Agronomie pour le Développement
CNRF	Centre National de Recherches Forestières
CORAF	Conseil Ouest et Centre Africain pour la Recherche Agronomique et le Développement
DANIDA	<i>Danish International Development Agency</i>
DMP	<i>Desert Margins Programme</i>
DNA	<i>Deoxyribonucleic acid</i>
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FMNR	<i>Farmer Managed Natural Regeneration</i>
ICRAF	<i>World Agroforestry Centre</i>
ICRISAT	<i>International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics</i>
IER	Institut d'Economie Rurale, Mali
IFDC	<i>International Fertilizer Development Center</i>
ILRI	<i>International Livestock Research Institute</i>
INERA	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles, Burkina Faso
INRAN	Institut National de la Recherche Agronomique du Niger, Niger
INSAH	Institut du Sahel
IPGRI	<i>International Plant Genetic Resources Institute</i>
IRD	Institut de Recherche pour le Développement (ex-ORSTOM)
ISRA	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Sénégal
ITA	Institut de Technologie Alimentaire, Dakar, Sénégal
MIDP	<i>Maradi Integrated Development Program</i>
NARS	<i>National Agricultural Research System</i>
NGO	<i>Non Gouvernemental Organisation</i>
ONG	Organisation Non Gouvernementale
RAPD	<i>Randomly Amplified Polymorphic DNA</i>
RNA	Régénération Naturelle Assistée
SAFGRAD	<i>Semi-Arid Food Grain Research and Development</i>
SALWA	<i>Semi-Arid Lowlands of West Africa</i>
SIM	Société Internationale des Missionnaires
SNRA	Structures Nationales de Recherches Agricoles
UNCCD	<i>United Nations Convention to Combat Desertification</i>

I. Introduction

Les pays sahéliens sont caractérisés par de faibles revenus, une démographie galopante et une insécurité alimentaire généralisée. Une grande croissance démographique, les périodes de sécheresse fréquentes et prolongées, une pauvre régénération naturelle des parcs agroforestiers font que les Sahéliens exercent une forte pression sur les écosystèmes conduisant généralement à une surexploitation et à une forte dégradation des ressources agroforestières.

La conséquence immédiate est une perte de la biodiversité agroforestière qui compose ces écosystèmes naturels, spécialement les espèces fruitières adaptées aux conditions du Sahel. Ainsi il s'avère nécessaire de renforcer le programme existant sur la domestication et la conservation des espèces agroforestières pour les pays du Sahel.

La domestication est un pilier principal des recherches agroforestières de World Agroforestry Centre (ICRAF). Reconnaissant qu'il est important de réunir toutes les parties intéressées, l'ICRAF Sahel eut l'idée d'organiser un atelier dont le but ne serait pas uniquement de partager les points de vue mais de voir également s'il se dégage un consensus susceptible de faciliter, d'accélérer et d'harmoniser les activités de recherches en domestication des espèces AF dans la sous-région. Ainsi un programme régional enveloppant les priorités nationales en matière de domestication des espèces AF a été discuté lors de l'atelier du groupe de travail sur la domestication des espèces agroforestières tenu à Bamako du 17 au 19 mars 2004. Assistèrent à cet atelier un total de 11 chercheurs domesticateurs originaires des quatre pays du Sahel.

Ce rapport est une synthèse des résultats de l'atelier. Il propose un résumé des communications et des discussions menées au cours de la plénière, ainsi des recommandations de l'atelier. Le plan d'action défini vise à développer les techniques de domestication pour les espèces cibles et enfin de produire du matériel végétal d'une haute qualité génétique (graines, boutures, greffes, pollen, tissus, etc.) pour la recherche et/ou pour la diffusion auprès des utilisateurs. Il permettra de sélectionner les populations plus et des individus performants capables de fournir des produits agroforestiers répondant aux préférences des paysans. Cette recherche permettra également d'établir les performances de différent matériel végétal pour pouvoir recommander les provenances, variétés ou cultivars plus productifs et plus sains pour les systèmes agroforestiers du Sahel.

Pour l'efficacité de ce programme les pays mèneront des travaux de recherche sur les espèces de leur spécialisation. Les espèces prioritaires cibles par pays ont été dégagées au cours de la réunion de Bamako.

II. Communications de l'atelier

Les communications présentées par les différents intervenants (annexes 2-12) ont permis de ressortir les expériences de chacun en ce qui concerne la domestication des espèces AF et son développement. Les communications présentées dans ce forum sont données en annexes. Les débats sur chacune des présentations sont résumés dans ce compte rendu.

2.1 Stratégie de recherche agroforestière à l'ICRAF : domestication au Sahel

Greening le Sahel : stratégie régionale

La stratégie de la recherche agroforestière au Sahel est donnée à l'annexe 2. Dr Amadou Niang, Coordinateur Régional de l'ICRAF Sahel a présenté cette stratégie en mettant l'accent sur la domestication des AF.

La domestication est devenue le pilier principal des recherches agroforestières de l'ICRAF. Elle contribue à l'amélioration des conditions de vie des populations, particulièrement rurales. Pour cela, il est impératif de mettre sur pied un programme sous-régional cohérent prenant en compte les priorités nationales en matière de domestication des espèces agroforestières.

Stratégie régionale d'amélioration des espèces agroforestières

Dr Antoine Kalinganire (ICRAF, Sahel) a développé la stratégie de la domestication à l'ICRAF Sahel.

La stratégie de la domestication a été définie comme un long processus (Annexe 3) mais dont les étapes sont liées. La présentation a développé le pourquoi de la domestication, les bénéficiaires et les méthodologies. Les objectifs à long terme consistent au reverdissement du Sahel, à la réduction de la pauvreté, à la production de matériel végétal diversifié et plus productif, y compris la création de variétés, la domestication participative et le « networking ».

Il est proposé de :

- travailler principalement sur les espèces prioritaires au Sahel telles que les acacias australiens, *Adansonia digitata*, *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Sclerocarya birrea*, *Tamarindus indica* et *Ziziphus mauritiana* ;
- développer l'étude sur la transformation et l'étude de marchés des produits agroforestiers ;
- augmenter la biodiversité des parcs agroforestiers par l'introduction de matériel plus productif ;
- mettre en place des banques génétiques régionales pour les espèces prioritaires ;
- créer des variétés par soumission d'un protocole régional d'engagement ;
- appuyer les SNRA dans le développement des technologies AF et le networking.

Stratégie globale de domestication des espèces agroforestières

Dr Tony Simons (ICRAF, Nairobi) a précisé la philosophie et les objectifs de la domestication des espèces AF au sein de l'ICRAF (Annexe 4). La stratégie prend en considération les priorités nationales, le programme sous-régional mené dans le cadre d'un réseau avec la contribution des partenaires nationaux et le rôle de l'ICRAF comme facilitateur dans la mise en œuvre du programme sous régional.

Concernant la politique de l'ICRAF en matière de domestication des espèces agroforestières, elle s'articule autour des principaux points suivants :

- processus impliquant les paysans et les communautés à tous les niveaux ;
- besoin de la domestication des espèces AF et existence de marchés des produits ;
- évolution de la domestication des arbres et la part de l'amélioration génétique ;
- types de domestication : les espèces, les écosystèmes et les paysages.

Les discussions ont permis d'apporter des précisions scientifiques sur les aspects de l'amélioration génétique des espèces AF. Il a été suggéré que les résultats acquis dans le domaine de la recherche ainsi que les marchés des produits AF soient considérés dans toutes les étapes du processus de domestication. Ainsi, il apparaît important d'envisager la domestication à tous les niveaux d'intervention : les espèces, les écosystèmes et le paysage.

Il a été recommandé à l'ICRAF d'aider les partenaires nationaux à publier les résultats obtenus en matière de domestication et de développer des projets de recherche en domestication des espèces agroforestières.

2.2 Domestication des espèces agroforestières au Burkina Faso

Le programme de domestication des espèces AF au Burkina Faso a été présenté par Dr Boukary Ousmane Diallo (INERA, Burkina Faso) (Annexe 5).

La « priorisation » des espèces agroforestières initiée par l'ICRAF en 1995 a dégagé les préférences des populations pour les espèces à rôle alimentaire, à vocation de bois, les espèces à usages multiples. Au Burkina Faso, il y a eu des études intéressantes dans le domaine de l'amélioration génétique telles que la biologie de la reproduction du tamarinier (*Tamarindus indica*) et l'amélioration génétique du jujubier (*Ziziphus mauritiana*). Pour le tamarinier les observations ont porté généralement sur des populations originaires de 10 pays différents. Cependant, les résultats obtenus n'ont pas donné de réponse à l'origine exacte du tamarinier. Les études génétiques ont montré une grande variabilité inter-spécifique. L'étude a montré une variation entre les populations de l'Afrique de l'Est et celles de l'Afrique de l'Ouest.

Il a été recommandé que l'ICRAF appuie la publication des résultats de ces études. Cette publication pourrait porter sur un manuel sur la maîtrise de la biologie de la reproduction incluant les techniques de la pollinisation contrôlée du tamarinier et du jujubier.

2.3 Domestication des espèces agroforestières au Mali

Etude ethnobotanique de *Detarium microcarpum*

M. Amadou Malé Kouyaté (IER, Mali) a présenté une étude ethnobotanique de *Detarium microcarpum* menée dans les communautés Senoufo, Manianka et Bobofing dans la région de Sikasso, Mali (Annexe 6). L'étude a montré qu'en matière de domestication des espèces agroforestières, les connaissances paysannes doivent être considérées dans toutes les étapes de la domestication.

Domestication des espèces agroforestières au Mali : cas du karité

Dr Haby Sanou (IER, Mali) est intervenue sur le rapport national portant sur la domestication des espèces AF au Mali (Annexe 7).

Elle a justifié le programme de domestication au Mali par un déséquilibre profond entre la production des formations naturelles végétales secondaires, les parcs agroforestiers, et l'accroissement de la population. Après avoir brossé le programme de domestication au Mali, elle a souligné les résultats sur la génétique du karité *Vitellaria paradoxa*. Elle a développé les aspects de la meilleure utilisation des ressources génétiques ainsi que ceux de la génétique et la biologie de la reproduction du karité. Les études ont porté sur la perception paysanne sur la gestion des parcs à fruitiers, la perception paysanne sur la classification des morphotypes de karité, la diversité génétique sur base des marqueurs RAPD et de chloroplastes. Elle a également présenté les résultats d'une étude morphologique de 48 populations de karité réparties au Mali.

Les discussions ont porté sur les variétés paysannes du karité en relation avec les variétés agromorphologiques et les variétés de Chevalier (Chevalier, 1946). Les participants ont souhaité qu'il y ait une synthèse, sous forme de revue bibliographique, sur les recherches menées sur le karité et la finalisation de la caractérisation génétique de l'espèce.

2.4 Domestication des espèces agroforestières au Niger

Domestication des espèces agroforestières au Niger

Dr Abasse Tougiani (INRAN, Niger) a présenté l'état de la domestication des espèces AF au Niger (Annexe 8). Les besoins des populations ont clairement été identifiés dans une enquête menée en 1995. Les cinq premières espèces retenues sont : *Combretum nigricans*, *Detarium microcarpum*, *Khaya senegalensis*, *Parkia biglobosa* et *Tamarindus indica*. Il y a toutefois lieu de réactualiser les enquêtes de priorisation pour prendre en compte les espèces émergentes. Par ailleurs, compte tenu de l'importance des produits, il est nécessaire de mettre au point des techniques de transformation.

Domestication des acacias australiens au Niger : cas de Maradi

M. Peter Cunningham de la Société Internationale des Missionnaires (SIM) a parlé des acquis de la domestication des acacias australiens à Maradi, Niger. Beaucoup d'informations existent en matière de domestication des acacias australiens (Annexe 9). Dans la zone de Maradi, les acacias australiens contribuent fortement à la sécurité alimentaire, au bois d'énergie et de service ainsi qu'à la restauration de la fertilité des sols.

Les potentialités sylvicoles et agronomiques d'*Acacia coleii* et d'*A. torulosa* ont été développées. Le Sénégal et le Burkina Faso ont une longue expérience en matière d'adoption d'acacias australiens, tous les résultats ne sont pas publiés. Il a été recommandé d'encourager les différents partenaires à publier les différents résultats obtenus.

Les faiblesses enregistrées dans l'adoption des acacias australiens découlent d'une vision de forestier d'un impact pouvant être apporté sur l'alimentation des populations sahéniennes. Il a été aussi fait allusion à l'expérience de l'ICRAF dans l'utilisation de l'engrais vert des acacias australiens pour l'amélioration de la fertilité du sol dans la culture du maïs et de leur effet sur une jachère améliorée à base de légumineuses pluriannuelles.

Gestion participative de la biodiversité au Niger : cas de Maradi

Mr Peter Cunningham (SIM, Niger) a présenté la gestion participative de la biodiversité dans la zone de Maradi, Niger (Annexe 10). La régénération naturelle gérée par le paysan est une technique simple qui aide l'agriculteur à stabiliser le sol arable de son champ et à augmenter la biodiversité ligneuse. Elle s'appuie sur la gestion de la régénération naturelle par le paysan sur son territoire.

L'approche permet, par des tailles de gestion des arbres, de satisfaire les besoins des populations en bois de chauffe et de service. Elle permet également de générer des revenus aux populations, donc d'améliorer les conditions de vie, tout en préservant la biodiversité. L'approche de Maradi mérite d'être testée dans les autres zones du Sahel. Les débats ont surtout mis en exergue l'existence d'une bonne régénération naturelle mais qui est compromise par les feux de brousse et les actions anthropiques. Avec l'implication et l'appropriation de l'approche par les populations, on peut gagner le pari de la réhabilitation des zones dégradées.

2.5 Domestication des espèces agroforestières au Sénégal

La stratégie développée au Sénégal en matière de domestication des espèces agroforestières a été présentée par Dr Ismaila Diallo, ISRA, Sénégal (Annexe 11).

Son exposé a insisté sur l'amélioration génétique du jujubier (*Ziziphus mauritiana*). Il a développé les techniques de la multiplication végétative, l'hybridation en milieu contrôlé, la conservation et la transformation des fruits, l'échange de matériel végétal, le partage des moyens et des tâches en fonction des avantages comparés. Il a également fait allusion au croisement contrôlé du jujubier local et des cultivars indiens. Le produit pourrait être intéressant par une amélioration des caractères organoleptiques provenant des deux populations.

Les participants ont souhaité que les résultats soient publiés sous forme de notes techniques et/ou dans des revues scientifiques.

2.6 Idées sur le développement d'un projet de recherche

La réunion a permis aux participants de faire un exercice de conception d'un projet de recherche. Dr Tony Simons, ICRAF Nairobi, a dirigé les discussions sur cette activité.

L'objectif principal est de mener les différents acteurs à comprendre les principales étapes pour le développement d'un projet de recherche. Les étapes ainsi définies sont : les impacts, les activités, les résultats à court terme et ceux à long terme. Le résultat de l'exercice est donné à l'annexe 12.

III. Conclusion et recommandations

Des propositions de collaboration, d'activités et de « networking » ont été faites par les participants et seront développées dans un proche avenir. Ceci permettra de travailler dans un esprit régional et surtout de pouvoir harmoniser les méthodologies de recherche et de faciliter l'échange du matériel de reproduction.

Il a été suggéré que chaque pays focalise ses efforts de domestication sur une recherche focalisée sur une espèce. L'espèce est attribuée suivant les activités menées dans chaque institution membre, suivant les activités de recherche actuelles et selon les expertises des chercheurs. Ainsi, le chercheur servirait de point focal régional pour l'amélioration génétique de l'espèce.

Les espèces suivantes ont été proposées par pays :

- *Tamarindus indica* et *Sclerocarya birrea*, Burkina Faso ;
- *Vitellaria paradoxa* et *Adansonia digitata*, Mali ;
- *Ziziphus mauritiana*, Sénégal ;
- Acacias australiens et *Acacia senegal*, Niger.

La mise en œuvre de cette stratégie dépendra des ressources financières et humaines disponibles. La mise en pratique de cette stratégie permettra l'évaluation de la domestication des espèces AF au Sahel, le renforcement des capacités des chercheurs, la collaboration régionale et un nombre important de publications scientifiques.

Les résultats attendus dans un très proche avenir sont :

- création de variétés ou cultivars adaptés, tolérants aux pestes et maladies, précoces et hautement productifs ;
- augmentation de la biodiversité ligneuse dans les paysages sahéliens ;
- disponibilité de clones d'élites pour tous les partenaires sahéliens.

Pour atteindre les objectifs visés, il est nécessaire de créer un réseau de domesticateurs de la sous-région et renforcer la collaboration entre les chercheurs nationaux et les chercheurs de l'ICRAF tant au niveau régional qu'international. Le rôle de l'ICRAF serait principalement la facilitation, l'appui, l'innovation, l'immobilisation des ressources et la formation.

Il est demandé aux différents acteurs de proposer un petit budget pour commencer les activités. Les principaux points retenus pour la première année sont :

- collecte du germoplasme (graines et greffons) des espèces prioritaires (tamarinier, karité, jujubier et acacias australiens), au moins 10 familles par espèce ;
- collecte du germoplasme d'autres espèces prioritaires dans la région (baobab, datte du désert, prunier africain, etc.) ;
- organisation d'une pépinière dans chaque pays pour la multiplication végétative d'espèces cibles ;
- préparation pour une mise en place d'un essai multilocal d'une espèce ;
- mise en place de parcelles conservatoires d'espèces cibles (« genebanks ») ;
- préparation d'un draft d'une publication (au moins) par pays sur l'évaluation d'un essai existant sur la domestication et/ou d'une note technique sur les technologies de domestication développées.

L'ICRAF devrait aider les différents acteurs à publier les résultats obtenus sur la domestication des espèces AF.

Des protocoles d'accord techniques sur la domestication des espèces AF seront préparés et signés par différents pays et institutions pour permettre le démarrage des activités. Il est souhaité que l'ICRAF Sahel explore les possibilités de développement des projets sur la domestication dans la sous-région. Enfin, le réseau des domesticateurs (Domesticateurs Sans Frontières !) devrait être créé pour être opérationnel dès que possible.

Une réunion annuelle des acteurs de la domestication des espèces AF du Sahel est souhaitée par les participants pour continuer la réflexion et visiter les réalisations du réseau.

ANNEXES

Annexe 1 : Liste des participants – atelier de domestication, Bamako 18 au 19 mars 2004

N°	Noms et Prénoms	Institutions	Adresses	Attentes
1	SIDIBE Mamadou Maliky	ICRAF/Sahel	B.P. 320 Tel. (223) 222 33 75 Mob. (223) 649 30 22 Bamako, MALI Email : mamadou@icrisatml.org	<ul style="list-style-type: none"> Approfondir les réflexions sur la domestication des espèces agroforestières sur la demande des paysans Faire des vergers avec des individus performants (karité, néré, <i>Ziziphus mauritiana</i>, etc.) Stratégies pour appuyer les capacités humaines et techniques pour atteindre les objectifs dans les différents pays Création d'une équipe régionale de domestication soutenue par l'ICRAF.
2	DIALLO Boukary Ousmane	INERA/CNRST	B.P. 7047 Tel. (226) 33 40 98 (226) 83 93 90 Email : ousboukdiallo@yahoo.fr Ouagadougou, BURKINA FASO	<ul style="list-style-type: none"> Création d'une équipe régionale cohérente Implication effective de l'ICRAF dans le soutien de l'équipe régionale à tous les niveaux Transparence entre l'ICRAF et l'équipe régionale d'une part et entre les responsables nationaux d'autre part Projets à caractère régional Bâtir une véritable stratégie de domestication basée sur les connaissances scientifique et paysanne
3	DIALLO Ismaïla	ISRA/CNRF	B.P. 2312 Tel. (221) 832 32 19 (221) 644 95 01 Fax: (221) 832 9617 Dakar, SENEGAL Email : isdiallo@hotmail.com ismaildiallo@yahoo.fr	<ul style="list-style-type: none"> Harmonisation des approches en matière de domestication Définition d'un cahier de charge Répartition des espèces par pays en fonction des avancées enregistrées Mise à disposition de moyens pour les activités Elaboration d'un programme sous-régional Motivation des points focaux sur le plan financier (indemnité forfaitaire mensuelle) Appui en équipement des experts
4	SANOU Haby	IER/Sotuba	B.P. 258 Tel. (223) 671 78 46 Bamako, MALI Email : haby.sanou@ier.ml	<ul style="list-style-type: none"> Meilleure connaissance sur les différents chercheurs en domestication. Précision sur la notion de domestication
5	TOUGIANI Abasse	INRAN/Maradi	B.P. 240 Tel. (227) 72 53 89 (227) 970 886 Email : sareli@intnet.ne Maradi, NIGER	<ul style="list-style-type: none"> Je souhaiterais une classification des rôles et responsabilités des pays impliqués dans ce programme de domestication Définir les axes d'un programme qui prend en compte les priorités et les besoins des producteurs et faire face aux exigences des marchés.

6	CUNNINGHAM Peter	SIM/Maradi	<p>Tel. : (227) 98 58 61 Maradi, NIGER B.P. 121 Email : pscunnin@maradi.sim.ne nidp@maradi.sim.ne</p>	<ul style="list-style-type: none"> • An orientation of the main domestication work on agroforestry species in West Africa (Sahelian zone) • To make/build good relationship with key collaborator in agroforestry in West Africa gain an understanding of ICRAF, its operations • Seek to develop a regional program or give suggestion for the domestication of Australian Acacias for the Sahel • Seek research funding sources for domestication research for Australian Acacias for the Sahel, West Africa
7	KOUYATE Amadou Malé	IER/Sikasso	<p>B.P. 16 Tel.: (223) 262 00 73 Cell. : (223) 637 71 90 Email : amadou.kouyate@ier.ml Kouyate01@hotmail.com amadoumkouyate@yahoo.fr</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Information sur la domestication des espèces agroforestières dans les autres pays • Création d'un réseau fonctionnel à partir des études • Meilleure perception sur les différents aspects de la domestication des espèces agroforestières
8	SIMONS Tony	ICRAF/Nairobi	<p>P.O. Box 30677 Tel. : 254-20 52 10 01 Email : t.simons@cgiar.com</p>	<p>I will be happy if after the two days we have:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a shared understanding of the updated national and regional priorities for tree domestication species (medicinal, fruit, fodder, wood) and systems (parklands, peri-urban, homegardens) • basis for devising strategies we can develop to link activities to impact • agreement on responsibilities to each of us in securing additional funds for the work
9	KONE Bréhima	ICRAF/Sahel	<p>Tel. : (223) 223 50 00 (223) 645 47 92 Email : b.kone@icrisatml.org Bamako, MALI</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apprendre la culture de plusieurs espèces agroforestières • Introduire dans le Sahel plusieurs arbres performants. • Bénéficier de plusieurs espèces d'arbre à haute valeur ajoutée • Compréhension réactualisée partagée des priorités nationales et régionales des espèces agroforestières • Eléments de base pour développer les stratégies, connecter les activités – l'impact • Responsabilité pour les fonds additionnels, stratégies pour capturer les ressources
10	NIANG Amadou	ICRAF/Sahel	<p>B.P. 320 Tel. : (223) 223 50 00 (223) 641 51 50 Email : a.niang@cgiar.com Bamako, MALI</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Un programme régional solide sur la domestication des principales espèces agroforestières avec une cohérence du point de vue national, régional et international • Une stratégie de mobilisation des ressources pour ce programme
11	KALINGANIRE Antoine	ICRAF/Sahel	<p>Tel. : (223) 223 50 00 (223) 603 63 70 Email : a.kalinganire@cgiar.com Bamako, MALI</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Définition des responsabilités des institutions nationales et de l'ICRAF dans un programme régional de domestication des espèces agroforestières

Annexe 2 : The Greening of the Sahel for Increased Human Welfare and Environmental Benefits — A Regional Strategy for ICRAF Sahel Programme (2001–2010)

Amadou Niang

World Agroforestry Centre, Sahel, B.P. 320 Bamako, Mali

Introduction

The semi-arid lowlands of West Africa in the Sahel is a 700,000 km² band of land across Burkina Faso, Mali, Niger and Senegal, accounting for 53% of the total population of the 4 countries. The area is characterized by low and highly unpredictable rainfall patterns (400–1000 mm year⁻¹) with a 9-month dry season, frequent periods of drought and high temperatures. The region also has a high population growth rate (3% per year), which exceeds growth in food production (2% per year). This has led to continuous declines in per capita food production and incomes.

Low and declining soil fertility is considered as one of the most important constraints to high land productivity in the Sahel. Soils are mined with nutrients losses estimated at 11 kg N, 2 kg P and 8 kg K year⁻¹ and losses in soil organic matter are estimated at 2–4% per year. Soil erosion, because of low vegetation cover at certain crucial periods of the year, is another degrading factor. Estimated at 10 times of the level of natural soil formation, soil erosion affects 72% of arable land. Wood consumption, particularly firewood for heating and cooking, is one of the most important accelerating factors of deforestation, affecting 90% of Sahelian region. The annual rate of firewood consumption exceeds the mean annual growth of tree stocks and forest reserves by 30%. Overgrazing is another critical factor that is exacerbating land degradation. It has caused the disappearance of nutrient-rich perennial grasses, and their replacement with annual grasses and unpalatable plants. Because of crop yield decline, agricultural activities are spreading to marginal lands and areas traditionally used by livestock leading to numerous conflicts between agriculturists and pastoralists, people with different and often conflicting land use rights.

This set of circumstances and constraints has led to low agricultural crop production and general chronic food insecurity — with cereals importation estimated at 15–20% of the region's food supply in a normal year and low animal productivity. Poverty is widespread in the Sahelian countries with the income of the majority of the population below the poverty line. With the exception of Senegal, all Sahelian countries are classified as “least developed countries” and all of them are situated near the bottom of the human development index. This situation has led to accelerated degradation of the natural resources base by a poverty-stricken population forced to overexploit soils, rangelands and forests in order to subsist.

The ICRAF Sahel Programme: historical perspective

The programme was established in 1989, in partnership with NARS of Burkina Faso, Mali, Niger and Senegal as an agroforestry network for the Semi-Arid Lowlands of West Africa (SALWA). Initially, ICRAF staff was posted in individual member countries of the network across the region. In 1994 the ICRAF team was then consolidated at the ICRISAT station in Samanko, Mali, the target zone in which ICRAF operates remaining the priority land-use systems identified in these countries.

Initial collaborative arrangements were mostly developed with research institutes in national, regional and international systems. In recent years, however, the partnership base has broadened. Additional links have been forged with private sector and development (governmental and non-government) and education institutions.

ICRAF now operates under memoranda of understanding with universities and colleges to build a regional capacity in agroforestry education and training through the African network for Agroforestry Education.

Key achievements to date

Increased understanding of the parkland system — a traditional agroforestry system found throughout the Sahel. Parkland research has covered several but geographically localized areas and limited in time scale studies on parkland typology, management, market potential of non-timber tree products, and tree-crop-environment interaction. Through an international symposium in 1993 understanding of this system was increased.

Appropriate species for live hedges and fodder banks have been identified for different soil and rainfall conditions, and their management strategies identified.

Boundary conditions have been identified for the adoption of live hedges. The likelihood of adoption increases by 38% if the farmer produces cash crop during the off-season, by 26% if water is available for irrigation and by 26% if the farmer uses organic manure.

A priority setting exercise undertaken in 1995 has identified preferred agroforestry tree species by farmers in the region. These include baobab (*Adansonia digitata*), karité (*Vitellaria paradoxa*), néré (*Parkia biglobosa*), tamarind (*Tamarindus indica*), balanzan (*Faidherbia albida*) and ber (*Ziziphus mauritiana*). This has set the base for domestication activities in the region. Germplasm collection and provenance/progeny trials have been carried out for selected species and vegetative propagation techniques developed for several of them.

Twelve educational institutions from Senegal, Mali, Niger, Burkina Faso and Gambia are now members of ANAFE (African network for Agroforestry Education) and have been selected for building regional capacity in agroforestry education and training.

There has been significant increase in the number of scientists trained in agroforestry: from a total of 9 non-degree trainees during 1983–89 to more than 300 trainees at present.

From the institutional view point a multitude of agroforestry programs and projects are now operational in the national research and development services.

Regional trends

Several major regional trends with agroforestry opportunities over the next 10 years in the Sahel can be identified:

- increasing market economy and development of sub regional markets;
- strong urbanization and higher cost for agricultural inputs;
- ecological trends characterized by continued degradation of the vegetative cover and erosion of genetic biodiversity, continued depletion of soil fertility, and persistence of erratic rainfall and droughts;
- political trends with strong trend toward decentralization, increased power of women in politics, persistence of conflicts between farmers and pastoralists;
- social trends centers on continued high rate of population growth and migration to cities and abroad;
- increased awareness about the inextricable link between desertification-land degradation and poverty, and

- strong sub-regional and regional research coordination bodies such as INSAH (*Institut du Sahel*) and CORAF/WECARD with clear set of priorities and strategies.

Comparative advantage

After a decade of research and development in the Sahel, human capital (staff trained in agroforestry), technical capital (relevant promising technologies) and relational capital (network of research, development and education partners) have been built. These need to be improved to ensure sustainability and greater innovation generation, adoption and impact. ICRAF Sahel in relation with the other ICRAF regions is well positioned to accompany this process by supporting the CORAF-led Forest and Agroforestry network, bringing a regional and international input to the research and development work in terms of methodology and technology development to optimize the potential of agroforestry in the region.

Vision

The shared vision that emerged from a strategy meeting held in June 1999 in Ségou, Mali points to “*The Greening of the Sahel*” through a wide use and conservation of agroforestry tree species in the village territories landscapes throughout the region. This is seen as the most suitable strategy to reverse land degradation and desertification and conserving the fast disappearing agroforestry tree species providers of valuable products used by rural families to improve their income, wood, health, nutrition and food, security.

Goal

The ultimate goal of the Sahel programme is: to improve the socio-economic welfare of Sahelian resource-poor rural and urban communities through a wide spread use of agroforestry based innovations to increase and diversify agricultural production and farmers’ income while reducing/reversing the threat of desertification by combining scientific knowledge and farmers’ expertise.

Objectives

- To develop technological, institutional and policy based innovations related to agroforestry built upon farmers knowledge, expertise and organizational capacities, that will improve farmers’ income, food, wood and nutritional security while sustaining the efficient use and management of the natural resource base;
- To determine the biophysical, socioeconomic and policy factors which determine the dynamism of agroforestry systems, particularly the parklands, and devise appropriate management and policy related options;
- To enhance the ecological and livelihood functions of the agroforestry systems;
- To promote wide scale use and dissemination of promising agroforestry based innovations, accelerate their adoption and socioeconomic and environmental impact; and
- To strengthen capacities of individuals and institutions at various levels to train and undertake agroforestry research and development activities and facilitate strong partnership around agroforestry research, development, training and education.

Beneficiaries and partnerships

To reach these objectives ICRAF Sahel collaborates with a wide range of partners at various levels. These include: donors and investors; national and international NGOs; development agencies; farmers and farmers' organizations; and national research, education and training institutions. The programme will strengthen its collaboration with international research institutions (ICRISAT, ILRI, IFDC, IPGRI), advanced research institutions (IRD, CIRAD) as well as with sub-regional organizations and regional and international initiatives (Pole GRN/SP of INSAH/CILSS, UAO/SAFGRAD, DMP and UNCCD). The programme will strengthen its links with CORAF to ensure that the programme contributes to regional agroforestry research development and education priorities. The programme will provide technical support to the CORAF-led Forest and Agroforestry network.

The ultimate beneficiaries of ICRAF Sahel Program are the urban and rural Sahelian populations with considerable potential to benefit most rural and urban women. Other beneficiaries are the private sector, research, development and training and education staff and institutions and policymakers.

Organizational and operational strategy

The Sahel regional programme is designed along a Research-education Development synergic framework within which improved knowledge is produced, widely used and shared between various groups of stakeholders (including local communities) to significantly impact on communities' livelihoods while preserving their environment and to add value to international level issues by linking up to cross regional issues through global themes and supporting units. The programme collaborates strongly with international organizations operating in the Sahel such like ICRISAT as well as the NARS of Mali, Burkina Faso, Niger and Senegal in building a joint Research and Development agroforestry programme taking into consideration opportunities in terms of research, development and education as well as administration and finance.

The programme will operate with two interlinked components:

- **a regional team**, based in Mali comprises a regional coordinator, a regional finance and administration officer, a biodiversity/tree domestication specialist, a socio-economist/policy specialist, a market specialist, a soil scientist, and an education specialist. This team whose elements are linked to the ICRAF global themes and units will have regional responsibility while focusing their strategic work and most of their biophysical based research in Mali where the biophysical heterogeneity in the North-Southern transect reflects the ecological conditions found in the East-Western Sahelian strip.
- **a national team** in each of the four countries comprised of at least three specialists (one biophysical scientist, a socio-economist and one dissemination specialist). These national teams will be focusing on the priority land-use systems and will operate within a research–development continuum. They will be involved in co-generating agroforestry innovations and promote a wide scale adaptation and dissemination of promising options in targeted land-use systems.

These teams will work closely with the regional team in co-generating and testing innovations with various farmers and in different farmers' conditions, assessing adoption processes and evaluating diverse types of impacts while linking up with development partners to scale up the dissemination of the promising options.

To bring required expertise to form regional and national teams the programme will work with seconded staff from collaborating institutions, the advanced research institutions and national research, development and education organizations. The programme will work towards harmonization and integration of research activities with sister CGIAR institutions operating in the region in the areas of common interest. Highly qualified nationals with required expertise will be given the opportunity to work on regional dimension activities in collaboration with senior ICRAF scientists.

Research and development themes

Land and People

Integrated soil health and fertility management

One of the most important entry points for intensification is soil fertility improvement. There are large deposits of rock phosphate in all four-target countries that could be used to sustain this strategy. Agroforestry based soil fertility improvement technologies combining organics (from improved fallows and biomass transfer) and inorganic, particularly the local phosphate rocks, will be developed and widely disseminated. Research will also focus on the fertilization of the high value agroforestry species in order to improve their productivity and quality in terms of vegetables (baobab, *Moringa*), fruits (*Ziziphus*, *Tamarindus*, baobab), fodder and wood.

In the Sahel high population growth rates and increased poverty are accompanied by high rates of urbanization. Urban population in the Sahelian countries represented 30% of a total population of 45 million inhabitants in 1992. The large urban population creates a high demand on food production and is dependent on products, such as milk, vegetables and fruits, which cannot be supplied from long distances because of their perishable nature and high transport costs. This situation has accelerated the emergence of urban and pre-urban production systems in several towns across the Sahelian region.

Two major constraints were identified in these urban and pre-urban agriculture and livestock production systems:

- first, low soil fertility combined with low availability and high cost of mineral and organic fertilizer causing low production; and
- the high cost of animal feed.

Agroforestry in urban and pre-urban agriculture and livestock systems will aim to:

- increase vegetable productivity through the improvement of the soil fertility by using organic (mulch and/or green manure) from agroforestry species, in combination with inorganic sources, with special focus on locally available natural phosphate;
- increase livestock productivity by introducing in different niches agroforestry fodder species and developing appropriate management strategies; and
- increase and diversify income in the urban and pre-urban production systems by introducing high value agroforestry trees species and products.

Land management interventions for reaching the poor

The programme will evaluate biophysical and socioeconomic performance of promising agroforestry based innovations with a wide range of farmers, assess their adoption boundaries and facilitate their wide dissemination using existing development projects and NGOs in the Central Plateau of Burkina Faso, the cereal and cotton based system of Mali, the Niger River basin in Niger, and the groundnut basin of Senegal.

Participatory community-based communication and dissemination tools and strategies, emphasizing farmers-to-farmers approaches, will be developed from the most efficient local strategies and applied to accelerate the process.

Supporting activities to enhance communication and information exchange among the researchers, policymakers, development workers and farmers will be undertaken by the programme. These include:

- producing extension and training materials in French and key local languages for various media of regional importance;
- supporting subscriptions to research publications and scientific databases;
- producing and distributing an agroforestry newsletter in French, targeting research and development partners in the region; and
- organizing cross-countries field visits, study tours and workshops.

Methods for assessing adoption process and socioeconomic and ecological impacts of these promising innovations at different levels integrating farmers' criteria will be developed and effective dissemination pathways determined.

Environmental Services

Enriching biodiversity in working landscapes

Past research on parklands has been substantial, but poorly coordinated and very localized. Because of high human and animal pressure, combined with erratic and harsh climatic conditions, it is generally agreed that the parklands are degrading both in terms of quality (number of species) and in quantity (number of trees). Results from past and on-going research and development work have identified several gaps that can be used to define the following areas of further investigation:

- regional characterization and typology of the parklands systems leading to the stratification and mapping of the different parkland systems, which will be used as a basis for identification, analysis and comparison of traditional management strategies of parklands by different communities (including parklands rejuvenating strategies);
- ecological and livelihoods functions of the different types of parklands systems: nutrients, carbon and hydrological cycles and budgets, health, food, nutrition and income generating functions and how to enhance sustainably these functions for the benefits of the populations; and
- harmonizing policy for environmental stewardship and rural development.

One of the major constraints to tree planting and management is the forest laws and their legacy across Francophone West Africa. These laws transfer forests and trees under the control of the State control and farmers have to obtain permits to exploit these trees, even those that they had planted on their own land. Enforcement was strict, and led to very poor relationships between farmers and the forestry departments and poor incentives for tree planting and management. Despite some positive changes in the law, it will take time for farmers' behaviour to change. This adjustment period could be reduced by concerted changes in policies and actions by governments. The programme will facilitate this process

assisting governments and communities in the formulation and implementation of enabling policies.

Trees and Markets

Tree domestication with intensification and diversification of tree cultivation systems

A number of species have already been selected for domestication in the region, based on an extensive participatory prioritization exercise involving farmers in all four countries. These are baobab (*Adansonia digitata*), karité (*Vitellaria paradoxa*), néré (*Parkia biglobosa*), tamarind (*Tamarindus indica*), balanzan (*Faidherbia albida*) and ber (*Ziziphus mauritiana*). The focus of this domestication programme will be mostly on vegetative propagation techniques to capture and multiply the desired characteristics identified according to farmer's preferences using their expertise and market requirements.

Linking processing of non-woody products of parkland species to domestication built from farmers' expertise and market opportunities will be one of the strategies which will be used to conserve, manage and rejuvenate the traditional parklands systems.

Market analysis and support to tree product enterprises

The program will build strong partnerships with key Research and Development institutions as well as private companies and entrepreneurs to support specific interventions, which are likely to increase returns to the primary agroforestry products producers while ensuring the preservation of the agroforestry, base resources. These interventions will address key issues of product quality and marketing, including technical aspects of product quality control from post-harvest processing through extraction and post-extraction processing. Prior to these interventions, local and regional markets and processing opportunities will be upraised.

Priorities will be given to products originated from the 5 targeted agroforestry species selected for domestication

Developing sustainable seed and seeding systems

The overall aim is to improve the productivity and sustainability of target species in the Sahelian countries with emphasis in partner countries. The research aims at developing domestication strategies for identified species to enhance the conservation of biodiversity in the region and use of improved germplasm (seed and seedlings) of high value for the general social benefit.

The research components include:

- evaluation of genetic variation in existing progeny/provenance experiments of target species. Publication of results will increase awareness of the benefits of using genetically improved germplasm;
- research supporting the effective mass-production and use of genetically improved planting stock of key species in the Sahel. Experimental interventions will be carried out to improve seed and seedlings production in partner countries, and written guidelines for the production of improved germplasm published and distributed to collaborators; and
- support on-going national efforts in the provision of improved germplasm of proven and promising Sahelian species. Decentralized systems for enhanced access to germplasm by rural farmers will be promoted. These will be supported by provision of training courses for knowledge and technology transfer to recipients in seed and seedlings technologies.

With appropriate replanting and management programs, backed by research and development of domestication strategies for important species for the Sahel, will make a substantial contribution to the social welfare of rural and urban populations.

Strengthening Institutions

The programme will place a high priority on building the capacity of education, research and development staff and institutions so as to ensure the sustainability of agroforestry research and development in the region. The ICRAF-led African Network for Agroforestry Education (ANAFE) will continue to bring colleges and universities in the region together to strengthen their capacity to teach agroforestry. The programme will expand efforts to strengthen capacity to teach agroforestry to primary and secondary education levels with special focus on schools in rural environment. This activity has the objective of enhancing broader dissemination of agroforestry technologies through the development of solid links with parents and farmers, and teachers and local authorities. This "*Farmers of the Future*" initiative will aim to build agroforestry skills and expertise into the next generation of Sahelian farmers.

Expected out comes

The major outcomes will be:

- improved livelihoods of the Sahelian rural and urban communities through a large scale adoption of agroforestry based innovations which will be reflected into a wide scale conservation and plantation of agroforestry tree species more appropriate to various needs of the communities;
- increased capacity of communities to better manage their agroforestry systems and overcome risks related to drought and desertification;
- robust and diversified agroforestry systems throughout Sahelian village territories landscape;
- more effective research and development staff at the national level undertaking research and development activities more relevant to the population needs;
- better informed policy/decision-makers about agroforestry; and
- more relevant agroforestry training and education programmes in the Sahelian institutions.

Annexe 3 : Stratégie de domestication des espèces agroforestières au Sahel

Antoine Kalinganire

World Agroforestry Centre, Sahel, B.P. 320 Bamako, Mali

Domestication des espèces AF au Sahel

Stratégie Régionale

Antoine Kalinganire

Maraîchage du baobab

Domestication Sahel: Pourquoi, pour qui, ou & comment ?

- Re-verdissement du Sahel?
- Utilisations & marchés
- Espèces prioritaires (milieux diversifiés)
- Stratégies de domestication par espèce (échelle nationale & régionale)
- Interventions régionales (ICRAF)

ICRAF

- Institution réputation internationale: technologies AF, confiance bailleurs de fonds
- Réseau CGIAR & INRs
- Chercheurs de renommée internationale
- Laboratoires d'appui: URG, labo génétique

Sahel vert & réduction de la pauvreté

- Matériel végétal diversifié & plus productif
- Régénération enrichissement des parcs & conservation biodiversité
- Nutrition, médical & revenus du Sahélien
- Fertilité & conservation des sols

Espèces prioritaires & utilisations

- Usages multiples : *Acacia senegal*, *Adansonia digitata*, *Slerocarya birrea*, *Tamarindus indica*, *Parkia biglobosa*, *Vitellaria paradoxa* & *Ziziphus mauritiana*
- Fertilité, conservation des sols & nourriture : *Faidherbia albida*, acacias australiens
- Bois de feu, perches constructions : *Azadirachta indica*

Transformations & marchés

- Études de transformation de produits : exemple de produits fruitiers en SE asiatique
- Diversification de produits : huiles essentielles, teinturerie, médicaments, insecticides, etc.
- Certification et labellisation de produits : exemple beurre de karité

Domestication au Sahel

- Aménagement durable des parcs AF en enrichissant leur pool de la biodiversité (conservation des ressources génétiques)
- Diversité génétique intraspécifique (au sein espèces prioritaires) son organisation spatiale et son évolution
- Augmentation des fonctions écologiques et de production (diversification de produits agroforestiers dans les parcs AF)

Stratégies

Processus de domestication

Mouvements sources, fournisseurs & utilisateurs de gémoplasme des arbres AF (Simons 2004)

Stratégies

- Domestication participative : processus paysan-marchés
- Identification, production, gestion & adoption de gémoplasme de très bonne qualité (sélection de populations, descendance, banques génétiques, tests de clones)
- Développement de technologies nécessaires de production et de gestion (biologie de la reproduction, raccourcissement floraison, pollinisation contrôlée, vergers à graines)

Stratégie Régionale

- Gestion de banques génétiques régionales pour espèces prioritaires & création de variétés (protocole d'engagement)
- Appuyer les INRs pour le développement de technologies simples/appropriées (pollinisation contrôlée, multiplication végétative)
- Assister les INRs dans la mise en place de banques génétiques (espèces de spécialisation) & vergers à graines (protocoles)
- Coordination & harmonisation de protocoles d'essais

Spécialisation d'espèces par pays

- Burkina Faso : *Tamarindus indica*
Sclerocarya birrea
- Mali : *Adansonia digitata*
Vitellaria paradoxa
- Niger : *Acacia senegal*, acacias australiens
- Sénégal : *Ziziphus mauritiana*

Diagramme d'une proposition d'amélioration pour les espèces agroforestières au Sahel

Technologie simple de propagation hybrides acacia au Vietnam

Résultats attendus

- Création de variétés et/ou cultivars adaptés, précoces & hautement productifs
- Augmentation de la biodiversité des parcs dans les terroirs villageois (gestion participative)
- Diversification de produits au niveau du terroir & augmentation de revenus du paysan
- Santé & conditions de vie du paysan améliorées

Objectifs Groupe de Travail

- Faire le bilan de la domestication des espèces AF dans la région Sahel
- Développer un programme régional sur la domestication des espèces AF au Sahel
- Définir les responsabilités des partenaires nationaux et de l'ICRAF & domaines de collaboration

Merci

Annexe 4 : Domestication Strategy for ICRAF

A.J. Simons

World Agroforestry Centre, P.O. Box 30677, Nairobi, Kenya

Politique de l'ICRAF en matière de domestication des espèces Agroforestière

Dr A.J Simons
World Agroforestry Centre

Où allons nous ?
Est ce que tout le monde est à bord ?

Regional Domestication Programme

1. Work of National Programmes
2. Contribution of National Partners to regional network
3. ICRAF's role in helping to facilitate the network, and activities agreed as part of regional research agenda

Politique de l'ICRAF en matière de domestication des espèces Agroforestière

1. *Why the need for domestication?*
2. *Evolution of tree domestication*
3. *Tree breeding practices*
4. *Domestication defined*
5. *Farmer driven process*
6. *Market led process*
7. *Planning, implementation and monitoring*
8. *Domesticating the species/landscape?*
9. *Conclusions*

1. Why the need for domestication?

- crop domestication, 5-10,000 years B.P.
(cereals, pulses, cucurbits)
- tree domestication, 2800 years B.P.
(prophet Amos pollinating fig trees)
- domestication of tree-based systems
(Java, Kandy, Amazon and Chaga home-gardens)
- tree breeding only in last 50 years
(conifers, eucalypts, acacias) + others = 40 taxa
- outside forests, most trees on farm
(3000 species, 1.5 billion people rely on them)

amazingly agroforestry tree domestication only began in 1980s

Trees are found in three places

Natural Forest

Plantations

On farms

Trees in the landscape (tropics)

(in millions of hectares)	Agricultural land	Natural forest	Timber plantation	Total land area
AFRICA	984 (44%)	492 (22%)	3 (0.1%)	2,236
LATIN AMERICA	415 (30%)	831 (60%)	8 (0.6%)	1,385
ASIA	339 (40%)	279 (33%)	69 (8.5%)	847
TOTAL	1,738 (39%)	1,602 (36%)	80 (0.7%)	4,468

Where have the forests gone?

14 Main Agro-ecological Zones in Africa

2. Evolution of tree domestication

- 1749, first recorded targeted seed source in forestry in Sweden, oak (*Quercus*) for shipbuilding
- 1840, first provenance trial comparing seed sources with *Pinus sylvestris*
- tree breeding for industrial species began 1950s (40 sp.)
- commercial forest tree improvement used annual crop improvement methods and theory
- agroforestry tree improvement began in 1980s
- ignoring differences with crops in life history traits, size, perenniality, multiplicity of uses, genetic variation
- In 1992, Edinburgh Conference resurrected the term "domestication" (Darwin, 1859 Origin of Species)

3. Tree breeding practices

- largely based on recurrent selection for additively inherited traits ($P = G + E + GE$)
- heritability (h^2) = G_A/P ($0.1 = \text{low } h^2$, $0.4 = \text{high } h^2$)
- high selection intensities (1 in 100,000 trees)
- genetic gain of 10-25% for tree volume
- more recently breeding for hybrid vigour (tropical pines)
- also recently clonal forestry, esp. rooted cuttings (eucalyptus, poplar, mango)
- most recently genetic marker assisted selection and GMOs (pulp yield, disease resistance, etc)

Tree volume at 15 years

3. Tree breeding practices (cont.)

- breeders have had success in increasing productivity
- but they deal with a few species and one organisation can do all:
 - species trials
 - provenance/progeny tests
 - seed orchards
 - collection and handling
 - nursery production
 - plantation management

Whereas in agroforestry we have:

- a diverse client group
- 3000 tree species on farm
- many organisations involved in the work

4. Domestication defined

Domesticating agroforestry trees involves accelerated and human-induced evolution to bring species into wider cultivation through a **farmer-driven or market-led** process. This is a science-based and iterative procedure involving the **identification, production, management and adoption** of high quality germplasm. High quality germplasm in agroforestry incorporates dimensions of productivity, fitness of purpose, viability and diversity. Strategies for individual species vary according to their functional use, biology, management alternatives and target environments. Domestication can occur at any point along the continuum from the wild to the genetically transformed state. The intensity of domestication activities warranted for a single species will be dictated by a combination of biological, scientific, policy, economic and social factors. In tandem with species strategies are approaches to **domesticate landscapes** by investigating and modifying the uses, values, interspecific diversity, ecological functions, numbers and niches of both planted and naturally regenerated trees.

So tree domestication is not tree breeding!

whilst one still undertakes trials and selection, it is also about:

- priority setting (species & farmers' traits)
- proactive seed multiplication
- best nursery practices
- tree management
- extension messages (seed collection)
- germplasm delivery pathways
- marketing
- policies *and they can't be done in isolation*

4. Domestication defined (cont.)

Domesticating agroforestry trees involves accelerated and human-induced evolution to bring species into wider cultivation through a **farmer-driven or market-led** process. This is a science-based and iterative procedure involving the identification, production, management and adoption of high quality germplasm. High quality germplasm in agroforestry incorporates dimensions of productivity, fitness of purpose, viability and diversity. Strategies for individual species vary according to their functional use, biology, management alternatives and target environments. Domestication can occur at any point along the continuum from the wild to the genetically transformed state. The intensity of domestication activities warranted for a single species will be dictated by a combination of biological, scientific, policy, economic and social factors. In tandem with species strategies are approaches to domesticate landscapes by investigating and modifying the uses, values, interspecific diversity, ecological functions, numbers and niches of both planted and naturally regenerated trees.

5. A farmer-driven process?

- is the research addressing farmer's problems?
- are farmers involved in the work?
- do farmers recognise the benefits?
- do farmers appreciate the benefits?
- are the approaches sustainable?
- increase production or maximise stability?
- are we skewing farmer's priorities?
- do we understand farmer's decision making processes?

Farmer's thresholds and decisions?

- the biological threshold for improvement is fixed
quantitative (45% increase in fodder production)
qualitative (insect resistant or susceptible)
- farmer's thresholds and opinions can change
demonstrations
farmer to farmer visits

if biological threshold > farmers' thresholds promote it

if biological threshold < farmers' thresholds hidden

Farmers imagine the crown size and how many trees may fit along a boundary

And typically plant boundary/contour trees at final spacing

Farmers' practices can change

- farmers may pay for a seedling and can be reluctant to thin out if the tree can't be used yet.
- if you present the question:
"You buy a seedling for 50 CFA, but would you buy a super seedling for 100 CFA if you knew it would produce 30% more fruit?"
- or ask:
"Why do you plant two or three maize seeds per planting hole? Why not with trees?"

Creation of a cultivar

Participatory domestication

6. A market-led process?

A juice factory in Niger may want annually 500,000 tonnes of *Adansonia digitata* (baobab), will this come from:

5 farmers	each producing	100,000 tonnes
50 farmers	each producing	10,000 tonnes
500 farmers	each producing	1000 tonnes
5000 farmers	each producing	100 tonnes
50,000 farmers	each producing	10 tonnes
500,000 farmers	each producing	1 tonne

7. Planning, implementation and monitoring

1. How to define impact?
2. How to measure impact?
3. How to monitor impact?
4. How to target impact?

Results Based Management

Figure 1: Key elements and questions of RBM

8. Domesticating a species or the landscape

- as trees come out of the forest and onto the farm we need to consider:
 - their function (fodder, timber, fruit, etc)
 - their value (economic, social)
 - their diversity (within and between species)
 - their number (finite number of planting holes)
 - their niche

Woody Interventions

A. Replacement

harvest Grevillea, replant with Grevillea (improved or not)

B. Substitution

harvest Grevillea, replant with Vitex

C. Expansion

increase number of trees from 155, and increase number of species from 16 of both planted and nat. reg. trees

D. Management

better manage existing and new trees (spacing, thinning, pruning, harvesting)

Replacement and Substitution

SPECIES	Rotation AGE	total no. trees/farm	% planted	Demand per year per farm
A	12	5	35	0.14
B	8	45	88	4.95
C	33	2	100	0.06
D	3	108	100	36.0
E	19	7	92	0.33
F	80*	12	85	0.13
G	25	17	91	0.62
H	9	31	64	2.20

* - coppicing species (e.g. Eucalyptus)

Relevance to UN Millennium Development Goals

Tree genetic resources relates directly to 5 of 8 goals

- Goal 1** Poverty and Hunger
- Goal 4** Reduce Child Mortality
- Goal 5** Improve Maternal Health
- Goal 6** Combat HIV/AIDS and Malaria
- Goal 7** Environmental Sustainability

Which ministries relate to tree domestication?

- Ministry of Agriculture
- Ministry of Environment
- Ministry of Natural Resources
- Ministry of Science and Technology
- Ministry of Trade
- Ministry of Foreign Affairs
- Ministry of Health
- Ministry of Rural Development
- Ministry of Finance

Health Expenditure per capita (US\$) (1997-8)

Burkina Faso	9
Burundi	5
Cameroon	21
Congo, Rep.	38
Equatorial Guinea	30
Ethiopia	4
Ghana	19
Kenya	51
Malawi	11
Mali	11
Mozambique	8
Niger	5
Nigeria	30
Rwanda	10
Senegal	23
South Africa	239
Tanzania	8
Uganda	19
Zambia	23
Zimbabwe	36

Inadequate expenditure
< US\$40 per capita p.a.

Prevalence (%) of malnutrition in under 5s (1997-2000)

Burkina Faso	34
Burundi	-
Cameroon	32
Congo, Rep.	-
Equatorial Guinea	-
Ethiopia	47
Ghana	25
Kenya	22
Malawi	25
Mali	-
Mozambique	26
Niger	30
Nigeria	27
Rwanda	-
Senegal	33
South Africa	-
Tanzania	20
Uganda	22
Zambia	23
Zimbabwe	33

Malnutrition = % < 2 std dev from mean weight

Need an Approach helps ↑ efforts and supports ↗ negotiations

Local livelihoods

What are comparative advantages?

For farmer, community, district, country, region

1. Transport infrastructure
2. Strength/weakness of currency
3. Size of adjacent consumer pool
4. Options for green labelling
5. Reliable/regular supply of products
6. Absence of pest/disease
7. Climate, soils suitability
8. Organisation of farmers
9. Enabling policies
10. Cost of labour, inputs
11. Lack of competitors
12. Storage/preservation opportunities
13. Efficient production knowledge
14. Local government support
15. Processors with technologies
16. Appropriate scale of cultivation

Annexe 5 : Stratégie de domestication au Burkina Faso

Ousmane B. Diallo, Madjélia Some/Dao et Josias Sanou
INERA/CNRST, B.P. 7047, Ouagadougou, Burkina Faso

Le programme de domestication a débuté au Burkina en 1985 Après le VI^{ème} comité de la recherche forestière

Mise en place par le CTFT des premiers essais de comportement des espèces agroforestières

En 1989 élaboration d'une liste d'espèces et regroupement de ces espèces en fonction de leur vocation

Espèces à rôle alimentaire

Tamarindus indica
Ziziphus mauritiana
Adansonia digitata
Parkia biglobosa
Vuelleria paradoxa

Espèces à usages multiples à rôle fourrager

Faidherbia albida
Gliricidia sepium
Pterocarpus lucens
Prosopis africana

Espèces à vocation bois

Eucalyptus camaldulensis
Khaya senegalensis
Anogeissus leiocarpus
Gmelina arborea

Espèces à usages multiples Destinées au reboisement

Acacia senegal
Acacia nilotica/raddiana
Prosopis juliflora
Acacia seyal

Département
Productions Forestières

Equipe Amélioration
Génétique des Ligneux
Dr DIALLO B. Ousmane
SOME/DAO Madjélia
SANOU Josias

BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DES LIGNEUX SOUDANO-SAHELIENS

**Donnée
fondamentale pour
assurer la création
variétale**

OBJECTIF SPECIFIQUE

- Maîtrise de la morphologie et du fonctionnement des organes de reproduction sexuée
- Identification des insectes pollinisateurs et maîtrise de leur comportement
- Maîtrise du cycle de reproduction des espèces

THEMES

- Biologie florale
- Phénologie de la floraison
- Relation plante-visiteurs

RELATION PLANTE-INSECTE

Identification
des insectes
pollinisateurs

Maîtrise du
comportement des
insectes pollinisateurs

Pollinisateurs potentiels de :

Phénomènes d'auto-incompatibilité

Stratégie de reproduction

Cycle phénologique des espèces

Phénologie à l'échelle de la population

Constitution des guildes

• Zone sahélienne

<i>Apis mellifera</i>	<i>Tamarindus indica</i> , <i>Piliostigma reticulatum</i> , <i>Pterocarpus lucens</i> , <i>Combretum micranthum</i> , <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Combretum aculeatum</i>
<i>Xylocopa olivacea</i>	<i>Tamarindus indica</i> , <i>Cassia sieberiana</i> , <i>Combretum aculeatum</i> , <i>Feretia apodanthera</i>

• Zone soudanaise

<i>Apis mellifera</i>	<i>Tamarindus indica</i> , <i>Piliostigma thonningi</i> , <i>Acacia dudgeoni</i> , <i>Dichrostachys glomerata</i> , <i>Combretum micranthum</i> , <i>Parkia biglobosa</i> , <i>Vitellaria paradoxa</i>
<i>Xylocopa olivacea</i>	<i>Tamarindus indica</i> , <i>Cassia sieberiana</i> , <i>Dichrostachys glomerata</i> , <i>Crotalaria micrantha</i>

Comportement des pollinisateurs

Heures de visites et production de nectar chez *Tamarindus indica*

Description des organes reproducteurs de :

**Comprendre les phénomènes
d'auto-incompatibilité pour
mieux asseoir les programmes
d'hybridation intra spécifique**

**Bâtir un schéma de sélection
sur des connaissances génétiques**

Deux approches utilisées

Génétique des populations et la sélection des provenances/Descendances

Données fondamentales pour la mise au point de variétés performantes

Connaître la diversité génétique des populations pour mieux capter la variabilité

Pour l'instant les travaux de diversité génétique n'a porté que sur *Tamarindus indica* dans le cadre d'une étude doctorale

Pour les autres espèces rien n'a été entrepris

**Sélection de provenances
descendances
Pour la diffusion du matériel en
fonction des zones écologiques**

Espèces à rôle alimentaire

Tamarindus indica

- * Deux essais de 11 provenances (Gonsé) et 9 provenances (Dindéresso) mis en place en 1990

Résultat

- * Identifier les provenances Kenyans Kibwezi et Gédé comme performantes

Adansonia digitata

5 provenances testées à Gonsé et à Djibo

Résultats

Les provenances du Sénégal et du Kenya ont les meilleurs taux de survie mais pas de différences entre provenances pour la vigueur

Vitellaria paradoxa

- Mise en place d'essai de descendance en 1999 à Gonsé
- Mise en place de Karités greffés en 1994

Résultats

En cours d'évaluation

Sclerocarya birrea

4 provenances mis en place en 1989 à Gonsé

Résultats obtenus

Toutes les provenances ont un excellent comportement dans les conditions locales de Gonsé

La caractérisation des productions fruitières a permis de classer les provenances en trois groupes

- Groupe 1 : Provenances à gros fruits
- Groupe 2 : provenances à grosse graine
- Groupe 3 : provenances à pulpe charnue

Ziziphus mauritiana

- Deux essais de 6 provenances (Gonsé 1989)
- Un essai de 11 provenances (Gonsé 1990)
- Un essai de 9 provenances (Djibo 1990)

NB: les deux essais de 1990 ont 9 provenances communes

Résultats obtenus

Sélection de trois groupes de provenances en fonction de leurs performances

- Groupe 1 : provenances rustiques
- Groupe 2 : provenances à forte production de fruits
- Groupe 3 : provenances à gros fruits

Espèces à « usages multiples »

Acacia senegal

6 provenances mises en place à Djibo

Résultats

Deux évaluations ont été réalisées en 1991 par une équipe FAO/DPF et 1999 par l'équipe du DPF

*Inde mal adaptée à Djibo

Forte production de gomme
Burkina et Niger

Annexe 6 : Enquête ethnobotanique sur *Detarium microcarpum* Guill. et Perr. au Sud du Mali

Amadou Malé Kouyaté
IER/Sikasso, B.P. 16 Sikasso, Mali

1. Introduction

Face aux menaces d'ordre anthropique, climatique et parasitaire sur la survie des ressources forestières, il importe d'acquérir le maximum d'informations sur les espèces forestières locales pour lesquelles les communautés paysannes disposent d'un savoir-faire et de savoirs traditionnels nés d'une longue utilisation de ces produits, en vue de domestiquer les plus intéressantes.

Au Mali, excepté le travail d'Adjanohoun *et al.* (1981), il n'y a pas une synthèse des connaissances ethnobotaniques, les autres études étant fragmentaires et portant sur quelques zones seulement. Il importe donc d'élargir et d'approfondir les connaissances sur les relations populations - plantes pour une éventuelle utilisation et gestion plus durables des plantes *in situ* et *ex situ*.

La présente communication concerne *Detarium microcarpum* Guill. et Perr., une espèce de la zone soudano-sahélienne. Celle-ci est menacée de disparition dans la région de Sikasso à cause des coupes de bois incontrôlées, de la sécheresse, du surpâturage et des feux de brousse (Bazile, 1998 ; GRASE, 1999).

2. Matériels et méthodes

L'enquête ethnobotanique a été réalisée au Sud du Mali où l'espèce *D. microcarpum* est traditionnellement exploitée (fruit, bois) par les populations locales. Elle a été menée auprès des populations de vingt villages des cercles de Sikasso, Koutiala et Yorosso, dont trois villages sénoufo, quatorze villages minianka et trois villages bobofing ; les nombres respectifs reflétant l'importance relative des ethnies présentes dans la zone. Ces trois ethnies partagent un patrimoine socio-culturel lié à la plante (Capron, 1973 ; Rondeau, 1980a ; Jonckers, 1981b).

L'enquête a été réalisée selon la méthode de sondage indirecte, suivant Gouet (1978). Elle a été précédée de l'élaboration et le test du guide d'entretien comprenant des questions ouvertes sur l'identité du village, et les aspects social, culturel, utilitaire, écologique et morphologique de *D. microcarpum*. Au niveau de chaque village d'enquête, les interviews ont été menées au niveau de groupes d'hommes et de groupes de femmes. Les données de l'enquête ethnobotanique ont été regroupées par village, par ethnie et par sexe pour déterminer le "taux de réponses des enquêtés". Ensuite, il a été procédé à la catégorisation des utilisations de *D. microcarpum* (produits médicinal, magique et vétérinaire) selon la méthode décrite par Van den Eynden *et al.* (1994). Les résultats obtenus ont été comparés aux données de la littérature pour la même espèce.

3. Résultats et discussion

3.1 Types de sols et toposéquence

L'enquête a montré que *D. microcarpum* vit surtout sur les sols gravillonnaires, comme en témoigne le taux de réponses qui varie en moyenne de 69 % à 71 % (sexes et ethnies confondus). D'autres études menées au Mali (PIRT, 1983), au Burkina Faso (Devineau *et al.*, 1997) et en zones sèches d'Afrique de l'Ouest (Arbonnier, 2000) corroborent cette opinion paysanne. Selon les trois ethnies interviewées, le plateau est le lieu de prédilection de *D. microcarpum* (88 à 100 % des Sénoufo et des Minianka, 100 % des Bobofing) par rapport au bas-glacis (12 % des Sénoufo et Minianka). Ceci confirme des résultats antérieurs obtenus à Sikasso au Mali (Kanté & Defoer, 1995 ; Coulibaly *et al.*, 1997) et au Sud-Est du Sénégal (Goudiaby *et al.*, 2001). La forte présence de *D. microcarpum* sur les plateaux peut être liée à la qualité physico-chimique des sols gravillonnaires (impropres à la culture) qui les caractérisent par rapport au bas-glacis surtout caractérisé par des sols rouges ou hydromorphes.

3.2 Niveau de fertilité des sols sous *Detarium microcarpum*

Moins de 50 % des interviewés ont répondu aux questions se rapportant à la fertilité du sol sous *D. microcarpum*. En effet, 48 % des personnes interrogées pensent que le niveau de fertilité des sols sous *D. microcarpum* est bon tandis que les sols peu et non fertiles ont été évoqués respectivement par 19 % et 33 % des personnes interrogées. Selon une étude de classification des terres par les paysans sénoufo dans la région de Sikasso, les paysans reconnaissent les mauvaises terres par leur couleur rouge et/ou l'abondance de *D. microcarpum* et de *Loudetia togoensis* (Kanté & Bengaly, 1997), ce qui leur sert d'espèces indicatrices d'une basse ou mauvaise fertilité. Par contre, une récente enquête sur la perception paysanne de la jachère réalisée dans les villages de Niéganso et de Galamakourou dans la région de Sikasso a révélé que *D. microcarpum*, *Sclerocarya birrea*, *Isoberlinia doka* et *Piliostigma* sp. sont des indicateurs de retour de la fertilité des sols (Coulibaly, 2003). Il s'en suit un panel d'opinions paysannes sur la fertilité des sols sous *D. microcarpum*. Ceci justifie de nouvelles recherches pour connaître effectivement l'influence de *D. microcarpum* sur la fertilité des sols, étant donné que c'est une légumineuse.

3.3 Importance socio-culturelle

3.3.1 Interdits

L'enquête a montré que l'utilisation du bois de *D. microcarpum* pour la cuisson des plantes médicinales est interdite en milieu sénoufo (63 %), car il enlèverait leur efficacité. Ceci corrobore la littérature pour la même zone (Malgras, 1992). Le bois de *D. microcarpum* est également interdit pour toutes cuissons dans le village minianka de Néresso. Selon Malgras (1992), l'utilisation des bois de *Combretum molle* G. Don. et de *Daniellia oliveri* au Sud du Mali, est interdite dans les concessions car elle entraînerait respectivement la bagarre ou la mort du chef de village, et l'attraction des mauvais génies de la brousse.

3.3.2 Indicateurs

Les Sénoufo interviewés signalent l'existence d'une relation entre la sécheresse relative au mois d'août (normalement une période de forte pluviosité) et l'intense floraison à cette période de *D. microcarpum*. Selon leurs dires, cette sécheresse relative entraîne une grande production de fruits de *D. microcarpum* mais fait baisser les rendements des cultures. C'est pourquoi, la production fruitière de l'espèce pendant la saison sèche suivante leur permet de

caractériser la saison des pluies écoulée. En milieu minianka, le début de floraison de *D. microcarpum* est considéré comme le moment de semis de *Vigna subterranea* (L.) Verdc.

3.4 Gestion des arbres de *Detarium microcarpum*

Les paysans interrogés n'épargnent pas les individus de *D. microcarpum* dans les champs agricoles car ils rentrent en compétition avec les cultures pour la lumière et les nutriments, tandis qu'ils constituent un élément essentiel des parcs agroforestiers dans le plateau de Bandiagara (Nord-Est du Mali). Ceci indique que les Dogons ont une attitude différente envers *D. microcarpum*.

Selon les us et coutumes maliens, la cueillette et le ramassage des fruits de *D. microcarpum* (exécutés par les femmes et les enfants) ne sont pas réglementés, contrairement à *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa* en milieu sénoufo dont la cueillette et le ramassage des fruits sont ordonnés par le chef des terres (Bagnoud, 1992). La cueillette est faite, soit en secouant l'arbre, soit en utilisant un gaule.

L'enquête montre que la période de coupe de *D. microcarpum*, en milieux sénoufo et minianka, se situe pendant la saison sèche (février à mai). Cette période de l'année est surtout consacrée à la constitution de stocks de bois énergie en prévision de la saison des pluies.

Selon la majorité des populations enquêtées (60 %), la coupe du tronc principal à une hauteur de 10 à 30 cm du sol favorise la régénération et permet d'avoir continuellement du bois de chauffe. Pour 40 % des populations, la coupe doit être effectuée au ras du sol car celle comprise entre 10 et 30 cm du sol entraîne la mort de la souche. Cette dernière opinion est partagée par Bationo *et al.* (2001), car la coupe de *D. microcarpum* au ras du sol permet de garantir mieux la formation d'un plus grand nombre de drageons et de rejets. Cependant, d'autres études confirment l'opinion de la majorité des populations interrogées, en préconisant de couper les espèces forestières savaniques dont *D. microcarpum* entre 10 et 60 cm du sol pour avoir un grand nombre de rejets vigoureux (Anderson *et al.*, 1992 ; Coulibaly, 1978).

3.5 Critères de différenciation paysanne des écotypes

Les résultats présentés ici proviennent de 35 % des villages interviewés qui ont voulu répondre à cet aspect de l'enquête. Les autres villages n'ont pas émis d'idées à ce sujet parce qu'ils pensent qu'il n'y a pas deux types de *D. microcarpum*. Plus de 60 % des personnes sénoufo enquêtées distinguent des individus à écorce noire sur terrains pauvres, des individus à écorce rouge sur terrains fertiles. Par contre, moins de 45 % des Minianka distinguent des individus à grandes feuilles (mâles), des individus à petites feuilles (femelles), des individus à petit tronc ($C_{1,30\text{ m}} \leq 30\text{ cm}$) avec de gros fruits et des individus à gros tronc ($C_{1,30\text{ m}} > 30\text{ cm}$) avec des fruits sucrés.

Le fort pourcentage de réponses dans les villages sénoufo peut être lié à l'existence d'associations de pépiniéristes, donc des personnes dotées de capacités de description des espèces.

3.6 Modes de reproduction

En milieu sénoufo, les modes de reproduction de *Detarium microcarpum* sont la reproduction par drageons (23 % à 45 % de réponses), par rejets (23 % à 44 % de réponses) et par graines germant spontanément (33 % de réponses). On a enregistré chez les Minianka un taux de réponses de 11 % à 40 % (drageons), 21 % à 56 % (rejets) et 33 % à 39 % (graines

germant spontanément). En milieu bobofing, le taux de réponses est de 11 % (drageons), 39 % (rejets) et 50 % (graines germant spontanément). Plusieurs travaux de recherche ont mis en évidence la capacité de reproduction végétative par rejet et par drageon de *D. microcarpum* (Gampiné & Boussim, 1995 ; Cuny *et al.*, 1997 ; Devineau *et al.*, 1997 ; Bellefontaine, 1997 ; Bellefontaine *et al.*, 1997 ; Rietkerki *et al.*, 1998), ce qui corrobore l'opinion de la majorité des personnes interrogées. Selon Bellefontaine *et al.* (1997), cette capacité de reproduction végétative est considérée comme une adaptation à un environnement très variable marqué par des feux de brousse, la sécheresse et le surpâturage. La forte capacité de régénération végétative de *D. microcarpum* laisse présager des possibilités de sa domestication.

Cependant, la plantation active à partir des graines germées en pépinière de *D. microcarpum* est ignorée par 95 % des paysans. Selon Kouyaté (1999), Louppe *et al.* (1996) et Bationo *et al.* (2001b), on assiste en saison sèche, chez *D. microcarpum*, à une chute systématique des feuilles et le dépérissement des parties aériennes des plantules qui ont commencé leur cycle végétatif pendant la saison des pluies. Ce phénomène cyclique dure souvent plus de quatre ans. Des taux de survie de 0 % après deux ans de végétation (Kouyaté, 1999) et de 2 % après six ans de végétation (Louppe *et al.*, 1996) ont été enregistrés respectivement dans la région de Sikasso et au Nord de la Côte d'Ivoire. Selon un paysan bobofing, le marcottage pourrait être l'une des solutions de domestication de *D. microcarpum*.

3.7 Utilisations de *Detarium microcarpum*

3.7.1 Fruit

L'enquête révèle que le fruit de *D. microcarpum* est consommé crû ou cuit par les Minianka et les Sénoufo ; selon les Minianka interrogés, il est transformé en gâteaux et aussi consommé par les animaux, ce qui corrobore la littérature (Arbonnier, 2000). Le fruit est la partie la plus commercialisée de *D. microcarpum* : il est vendu, quelle que soit l'ethnie, à 5 FCFA (période de récolte du fruit) et à 25 FCFA (période de rareté du fruit). Thiam (2001) rapporte que le revenu net du commerce de 100 kg de fruits de *D. microcarpum* dans l'Ouest du Mali peut atteindre 2000 FCFA en période d'abondance des fruits et 3000 FCFA en période de rareté des fruits.

L'étude montre que les femmes sénoufo utilisent la pulpe pour la fabrication d'une boisson alcoolique et la préparation du couscous. Selon notre étude de caractérisation morphologique au Mali, la pulpe de *D. microcarpum* contient en moyenne 3,23 mg de vitamine C pour 100 g de matière sèche, 4,89 g de protéines pour 100 g de m.s. et 64,47 g de sucre alimentaire pour 100 g de m.s. Berhaut (1975) rapporte qu'elle est plus sucrée que celle de *Detarium senegalense* (donnée chiffrée non fournie). C'est vraisemblablement pour cette raison qu'elle est aussi utilisée comme substituant du sucre au Soudan (Burkill, 1995). Selon Baumer (1995), la pulpe de *D. microcarpum* possède une valeur énergétique de 310 kcal/kg contre 305 kcal/kg chez *Tamarindus indica* L. (Baumer, 1995). Elle contient 4,9 g de protéines pour 100 g de poids total (Boffa, 2000), ce qui corrobore nos résultats au Mali.

3.7.2 Feuilles

Selon les femmes minianka interrogées, les feuilles de *D. microcarpum* sont utilisées dans le paillage de la toiture des maisons et comme fumure organique dans les champs de *Zingiber officinale* Rosc., *Cyperus esculentus* L. et *Dioscorea* spp. Cependant, les personnes interrogées ignorent la consommation des feuilles par les humains et/ou les animaux. Cependant, la littérature rapporte que les feuilles sont utilisées comme condiments au Nigeria (Okafor, sous presse) et comme légume au Soudan (Burkill, 1995). On a pu

démontrer dans la zone forestière au Sud du Sénégal que les feuilles de *D. microcarpum* ne sont pas appréciées par les animaux ni au stade végétatif ni après fructification (Van Wingham *et al.*, 1994). D'autres sources indiquent l'utilisation de *D. microcarpum* pour l'alimentation du bétail sans apporter de précision sur les parties de l'arbre consommées (Dalziel, 1937 ; Lewis *et al.* en prep.). Couteron *et al.* (1995) rapportent plus de précision en indiquant que les nomades Ouida au Nord-Cameroun utilisent les branches basses de *D. microcarpum* comme fourrage des animaux.

Il s'ensuit que la notion d'appétabilité est très relative et elle obéit à la loi de la préférence et à la disponibilité. Une espèce non consommée dans un endroit peut l'être ailleurs s'il n'y a pas d'autres possibilités. La non appétabilité de *D. microcarpum* peut être liée à la disponibilité d'autres espèces fourragères plus palatables.

3.7.3 Bois

Selon les communications paysannes, le bois de *D. microcarpum* est utilisé comme bois-énergie, perches de construction et manches de hoes. Cette opinion est partagée par Berhaut (1975) et Arbonnier (2000).

Selon les populations interrogées, les 3/4 d'un stère de bois-énergie en zone soudanienne au Mali sont constitués de *D. microcarpum*. Les résultats d'une enquête menée sur les principaux axes routiers autour de la ville de Sikasso (Bagnoud & Kouyaté, 1996) indiquent que *D. microcarpum* (39 %), *Isobertia doka* (15 %) et *Daniellia oliveri* (7 %) sont les espèces les plus représentées dans les petits et gros fagots de bois vendus, ce qui conforte l'opinion paysanne par rapport à *D. microcarpum*.

Les femmes de la zone d'étude préfèrent le bois-énergie de *D. microcarpum* à celui de *Terminalia* spp., *Pterocarpus erinaceus* et/ou *Isobertia doka* parce qu'il s'allume vite, même lorsqu'il est mouillé. D'autres études réalisées en zone soudanienne sud de la région de Sikasso en milieux sénoufo et minianka (Schneider, 1996 ; Bazile, 1998), confortent cette opinion des femmes interrogées.

L'enquête montre qu'un stère de bois-énergie en milieu sénoufo, soit 37 fagots (Bagnoud et Kouyaté, 1996), est vendu à 1000 FCFA en saison sèche où l'offre est supérieure à la demande et à 1250 FCFA en saison des pluies où il y a des difficultés d'accès aux lieux de collecte du bois entraînant la baisse de l'offre et donc une hausse des prix, tandis qu'il atteint 1000 FCFA (saison sèche) et 3000 FCFA (saison des pluies) en milieu minianka.

La différence de prix de vente constatée pendant la saison des pluies (1250 FCFA et 3000 FCFA) peut être expliquée par la disponibilité des quantités de bois stockées qui obéit aux lois du marché. Autrement dit, le prix de vente est moindre là où le stock est important.

3.7.4 Fleurs

Les populations interrogées semblent ignorer l'utilisation des fleurs de *D. microcarpum*. Selon la littérature, les fleurs sont très appréciées par les bovins au Soudan (Burkill, 1995).

3.7.5 Graines

Une très faible minorité des femmes de la zone d'enquête et particulièrement des Minianka (3 %) connaît l'utilisation des graines de *D. microcarpum* comme encens (à partir des graines séchées et pilées), et comme colliers à partir des graines séchées (surtout dans la partie orientale du Mali et au Sénégal). Ces colliers, objet de parure des femmes, auraient un effet aphrodisiaque dû à leur bonne odeur.

Selon un paysan Bwa (ou Bobo-oulé) dans le centre-est du Mali, la graine de *D. microcarpum* bouillie est utilisée pour l'alimentation des porcs. La littérature indique qu'elle est parfois utilisée en pâtisserie (Burkill, 1995 ; Arbonnier, 2000).

3.7.6 Racines

L'utilisation courante des racines de *D. microcarpum* n'est pas connue des personnes interrogées. Cependant, la littérature rapporte que la racine de *D. microcarpum* est un repoussant contre les moustiques (Lewis *et al.*, en prep.), ce qui justifie la pratique paysanne au Tchad qui consiste à brûler au feu les racines pour lutter contre les moustiques (communication d'un forestier malien d'origine tchadienne).

3.7.7 Utilisations médicinales

Les résultats relatifs aux symptômes et maladies soignées par *Detarium microcarpum* sont présentés par ethnie, dans les tableaux 1 et 2.

Tableau 1 Maladies et symptômes soignés par *Detarium microcarpum* suivant les ethnies interrogées

Partie de l'arbre	Ethnie		
	Minianka	Sénoufo	Bobofing
Graines	1. Plaies 2. Dermatoses		
Fruits	3. Méningite		1. Diarrhée 2. Paludisme
Feuilles	4. Maux de tête (enfants) 5. Maux de ventre 6. Maux de poitrine 7. Folie 8. Diarrhée 9. Kwashiorkor 10. Paludisme 11. Fatigue	1. Carie dentaire 2. Paludisme 3. Maux de ventre 4. Maux de poitrine 5. Diarrhée 6. Difficultés d'accouchement des femmes	3. Maux de tête (enfants) 4. Rhumatisme 5. Fatigue
Racines	12. Maux de tête (enfants) 13. Maux de ventre 14. Diarrhée 15. Problème de pousse des cheveux (bébés) 16. Fatigue	7. Fatigue 8. Maux de tête 9. Diarrhée	6. Maux de ventre 7. Maux de tête (enfants) 8. Rhumatisme
Ecorces	17. maux de tête (enfants) 18. Maux de ventre 19. Paludisme 20. Rougeole 21. Mal de gorge	10. Diarrhée, 11. Carie dentaire 12. Maux de ventre	
Rejets	22. Carie dentaire		
<i>Tapinanthus globiferus</i>	23. maladies infantiles		

La synthèse des utilisations médicinales de *D. microcarpum* par les ethnies sénoufo, minianka et bobofing dans la région de Sikasso au Mali se trouve dans le tableau 2.

Tableau 2 Récapitulatif des utilisations médicinales de *D. microcarpum* dans la région de Sikasso

Nombre de symptômes et maladies	Feuilles			Racines			Ecorce			Fruit			Graine			<i>Tapinanthus</i> et rejets		
	S	M	B	S	M	B	S	M	B	S	M	B	S	M	B	S	M	B
	78	47	50	44	35	50	44	29	0	0	6	33	0	12	0	0	6	0

S : Sénoufo ; M : Minianka ; B : Bobofing.

L'enquête indique aussi que six, neuf et seize types de symptômes et de maladies sont soignés par *D. microcarpum* respectivement en milieux bobofing, sénoufo et minianka (tableau 1). Elle ne rapporte pas d'informations sur les maladies sexuellement transmissibles et urinaires.

D'une manière générale, l'enquête montre (tableau 2) que les feuilles traitent 50 à 78 % des maladies et symptômes soignés par *D. microcarpum*, suivies racines (35 à 50 %), de l'écorce (0 à 44 %) et du fruit (0 à 33 %). L'usage des feuilles contre les maux de ventre, la diarrhée et le paludisme d'une part et celui des racines contre les maux de tête sont communs aux trois ethnies interrogées.

Il s'ensuit que les Minianka utilisent toutes les parties de *D. microcarpum* pour se soigner, contrairement aux deux autres ethnies. Ce comportement peut être expliqué par l'importance des ligneux dans leur vie socio-culturelle (Jonckers, 1981b).

Il ressort une différence notoire entre les symptômes et les maladies recensés au sein des ethnies et dans les villages enquêtés ici d'une part, et ceux de la littérature d'autre part. Cette diversité peut être liée aux us et coutumes des terroirs.

Aujourd'hui, les plantes sont plus sollicitées que jamais par les populations maliennes à des fins médicinales, suite au coût élevé des produits pharmaceutiques industriels. Selon Avertin *et al.* (1998), plus de 80 % de la population malienne se soigne plus ou moins par la plante, donc la valorisation des plantes médicinales et en particulier *D. microcarpum*, à travers la domestication, s'impose.

3.7.8 Utilisations magiques

Les ethnies sénoufo, minianka et bobofing attestent que *Tapinanthus globiferus* vivant sur *D. microcarpum* peut faire du bien comme du mal sur le plan magique. Malheureusement, nous n'avons pas pu recueillir d'informations sur cet aspect, car le sujet est considéré sacré et donc pas communicable aux non-initiés.

D'autres points non moins importants ont été élucidés, notamment l'utilisation de la poudre de *Tapinanthus* (bain) en milieux sénoufo et minianka pour éloigner les mauvais esprits.

En milieu sénoufo, dans un groupe de personnes, quelqu'un qui perçoit un *Tapinanthus* poussant sur *D. microcarpum* ne doit pas prononcer son nom, ni "le montrer du doigt car cela équivaut à jeter des mauvais sorts aux compagnons".

Les Minianka utilisent les feuilles de *D. microcarpum* pour se protéger des ennemis et éloigner les mauvais esprits. Selon un paysan Bwa, *Tapinanthus globiferus* vivant sur *D. microcarpum* est un puissant antidote. Selon ses dires, la coupe de ce *Tapinanthus* répond à des règles : (1) la récolte s'effectue uniquement le jeudi ou le vendredi pendant les premières heures de la matinée, et (2) il faut le couper 3 fois de suite en commençant les manipulations toujours par la main gauche.

3.7.9 Utilisations vétérinaires

Sur le plan vétérinaire, les Minianka utilisent les feuilles et les racines de *D. microcarpum* pour soigner la diarrhée chez les animaux.

3.7.10 Nature des pressions exercées sur *Detarium microcarpum*

Selon les personnes interrogées, pour tous sexes et ethnies confondus, les pressions exercées sur *D. microcarpum* sont d'ordre anthropique (coupe incontrôlée de bois, feux de brousse), climatique (sécheresse, érosion) et parasitaire (larves).

4. Conclusion

L'enquête ethnobotanique a mis en évidence le savoir et le savoir-faire locaux des populations rurales, relatifs à la gestion, à la caractérisation, à la conservation et à l'utilisation durable des ressources génétiques de *Detarium microcarpum*.

L'espèce *Detarium microcarpum* peut être classée, parmi les arbres providentiels pour les populations rurales enquêtées, puisque toutes ses parties sont utilisées et utilisables, excepté la fleur.

Les potentialités médicinales de *D. microcarpum* ainsi mises en évidence par les communautés paysannes justifient davantage sa valorisation et des analyses phytochimiques plus poussées pour élucider les principes actifs contenus dans ses différentes parties. La détermination de la densité et du taux d'humidité du bois à l'état anhydre et celle du pouvoir calorifique s'avèrent nécessaires pour sous-tendre l'opinion féminine. Le fruit de *D. microcarpum*, une fois valorisée, peut contribuer à la réduction de la pauvreté dans les zones rurales à travers sa consommation et son commerce. Les savoirs paysans recensés ici peuvent constituer un gage pour le développement de stratégies de conservation et d'utilisation durable des ressources génétiques de *D. microcarpum*.

Références

- Anderson, J., Kouyaté, A. M., Koné, J., Senou, O., Thienta, S., Coulibaly, F., Cissé, A. & Tangara, M. (1992). Gestion en taillis des essences locales. Résultats campagne 1991-1992. OAPF. UTS. Mali. 11 p.
- Adjanohoun, E. J., Assi A. L., Floret J. J., Guinko, S., Koumaré, M., Ahyi, A. M. R. & Raynal, J. (1981). Médecine traditionnelle et pharmacopée. Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques au Mali. ACCT. 3^{ième} édition. 291 p.
- Arbonnier, M. (2000). Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. Cirad. MNHN. UICN. Montpellier, France, 541 p.
- Avertin, G., Koné, B., Joly, H. I. & Babin, D. (1998). Quelle gestion *in situ* des ressources phytogénétiques pour la pharmacopée au Mali. Poster présenté à l'atelier sous-régional IPGRI sur la conservation, la gestion, l'utilisation durable et la mise en valeur des ressources génétiques forestières de la zone sahélienne tenu à Ouagadougou du 22 au 24 Septembre 1998, Burkina Faso.
- Bagnoud, N. (1992). Aspects du rôle socio-économique des arbres dans les parcs à Karité et Néré de la zone du Mali-Sud et conséquences pour l'évolution future. Exemple des villages de Pourou, Guetele et N'Tossoni. Travail de diplôme. ETH-Zentrum Zürich, Suisse. Opération Aménagement et Reboisement de Sikasso, Mali, 68 p.
- Bagnoud, N. & Kouyaté, A. M. (1996). Estimation du volume de bois des formations savanicoles de la zone soudanienne (cercle de Sikasso). Document ARFS n° 96/3. MDRE-IER-CRRAS-ARFS, 22 p.
- Bationo, A. B., Ouédraogo, J. S. & Guinko, S. (2001). Stratégie de régénération naturelle de *Detarium microcarpum* Guill. et Perr. dans la forêt classée de Nazinon (Burkina Faso). Fruits : Vol.56, 271-285.
- Baumer, M. (1995). Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique occidentale. ENDA. CTA. Dakar, Sénégal, 260 p.
- Bazile, D. (1998). La gestion des espèces ligneuses dans l'approvisionnement en énergie des populations. Cas de la zone soudanienne du Mali. Thèse. Univ. de Toulouse le Mirail. Volume 1. 339 p.
- Bellefontaine, R. (1997). Synthèse des espèces des domaines sahélien et soudanien qui se multiplient naturellement par voie végétative, in : d'Herbès, J. M., Ambouta, J. M. K. & Peltier, R., Eds. Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. John Libbey Eurotext, 95-104.
- Bellefontaine, R., Gaston, A. & Petrucci, Y. (1997). Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches. Cahier FAO. Conservation 32, 316 p.
- Berhaut, J. (1975). Flore illustrée du Sénégal. Tome IV. Clairafrique. Gouvernement du Sénégal. Dakar, Sénégal, 625 p.
- Boffa, J. M. (2000). Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne. Cahier FAO. Conservation 34, 42-190.

Burkill, H. M. (1995). The useful plants of west tropical Africa. Royal Botanic Gardens Kew. Edition 2, Vol. 3, 857 p.

Capron, J. (1973). Communautés villageoises Bwa. Mali-Haute Volta. Institut d'Ethnologie. Musée de l'homme. Paris. 379 p.

Coulibaly, S. (1978). Le paysan sénoufo. Les nouvelles éditions africaines. 245 p.

Couteron, P. & Bergeret, A. (1995). Quel avenir pour un territoire pastoral au Nord-Yatenga ? (Burkina Faso). Modalités de régulation possibles des systèmes soudano-sahéliens perturbés. Programme Environnement du CNRS.

Cuny, P., Sanogo, S. & Sommer, N. (1997). Arbres du domaine soudanien. Leurs usages et leur multiplication. IER/Programme Ressources Forestières. IC Suisse. Mali, 47-50.

Dalziel, J. M. (1937). The useful plants of west tropical Africa. The crown agents for the colonies, 4, Millbank, Westminster, London, SW1, 612 p.

Devineau, J. L., Fournier, A. & Kaloga, B. (1997). Les sols et la végétation de la région de Bondoukuy (Ouest Burkina Faso). Présentation générale et cartographie préliminaire par télédétection satellitaire (Spot). Editions ORSTOM, 111 p.

Gampiné, D. & Boussim, J. I. (1995). Etude des contraintes à la régénération naturelle de quelques espèces locales de *Combretaceae* et *Caesalpinaceae* au Burkina Faso. Etudes flor. Vég. Frankfurt/Ouagadougou. Verlag Natur & Wissenschaft. Solingen. Burkina Faso 2: 33-41.

Goudiaby, A., Ba, A. T. & Sambou, B. (2001). La flore ligneuse du site de Dindefello au sud-est du Sénégal. Ann. Bot. Afr. O. 00 (0) : 21-33.

Gouet, J. P. (1978). L'élaboration d'un protocole d'enquête. Proposition d'un plan-type détaillé et quelques commentaires. ITCF. Paris. France. 15 p.

Grase. (1999). Rapport d'enquête sur les espèces forestières en voie de disparition dans les cercles de Sikasso, Kadiolo, Koutiala et Yorosso. GRASE. Mali. 35 p.

Jonckers, D. (1981b). Organisation socio-économique des Minyanka du Mali. Thèse de Doctorat en Sciences Sociales. Faculté des sciences sociales, politiques et économiques. Université Libre de Bruxelles. 218 p.

Kanté, S. & Defoer, T. (1995). Comment les paysans classent et gèrent leur terre. Dossier stratégies paysannes et dynamiques foncières. Les cahiers de la recherche-développement. N° 42 : 45-61.

Kanté, S. & Bengaly, A. (1997). Critères de classification des terres et stratégies de Sikasso, Mali. 16 p.

Kouyaté, A. M. (1999). Enrichissement par plantation du terroir de Kaniko (cercle de Koutiala). Comité de programme I.E.R. 8 p.

Lewis, G. P., Schrire, B. D., Mackinder, B. A. & Lock, J. M. (eds.). Legumes of the world. (en prep.). RBG, Kew. UK.

Loupe, D. & Ouattara, N. (1996). Résultats des mensurations de 1996. Station Kamonon Diabaté. Institut des Forêts. Korhogo. Côte d'Ivoire. 54 p.

Malgras, D. (1992). Arbres et arbustes guérisseurs des savanes maliennes. ACCT. Karthala. Paris. 478 p.

Okafor, J. C. (in press). The use of farmer knowledge in non-wood forest product research. In The Non-Wood Forest Products of Central Africa. Current research issues and prospects for conservation and development. The proceedings of an international expert meeting on Non-Wood Forest Products in Central Africa. 10-15 May 1998, Limbe, Cameroon.

PIRT. (1983). Les ressources terrestres au Mali. Rapport technique. Volume II. Gouvernement de la République du Mali. USAID/TAMS.

Rietkerk, M., Blijdorp, R. & Slingerland, M. (1998). Cutting and resprouting of *D. microcarpum* and herbaceous forage availability in semi-arid environments in Burkina Faso. Agroforestry systems. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 41(2) : 201-211

Rondeau, C. (1980a). La société sénoufo du sud du Mali de 1870-1950. De la Tradition à la dépendance. Thèse de doctorat 3^e cycle. Université de Paris VII. U.E.R. de Géographie et de Sciences de la Société. Département d'Histoire. 134 p.

Schneider, P. (1996). Sauvegarde et aménagement de la forêt classée de Farako avec la participation et au profit des populations riveraines. Région de Sikasso. Mali-Sud. Thèse de Doctorat. EPFZ. No 11867. Zürich. 356 p.

Thiam, A. T. (2001). Etude prospective des filières d'exploitations forestières porteuses pour l'amélioration du niveau de revenu des populations et l'accroissement des capacités d'autofinancement des chantiers forestiers du projet PNUD/BIT-MLI/98/M01/NOR et MLI/97/009). 63 p.

Van Den Eyden, V., Van Damme, P. & De Wolf, J. (1994). Inventaire et modelage de la gestion du couvert végétal pérenne dans une zone forestière du sud du Sénégal. Rapport final. Partie C Etude ethnobotanique. Université de Gent, Belgique, 33-99.

Van Wingham, J., Van Damme, P. & De Wolf, J. (1994). Inventaire et modelage de la gestion du couvert végétal pérenne dans une zone forestière du Sud du Sénégal. Rapport final. Etude écologique de l'impact du bétail sur la végétation, 17 p.

Annexe 7 : Domestication des espèces agroforestières au Mali

Haby Sanou

IER/Sotuba, B.P. 258, Bamako, Mali

DOMESTICATION DES ESPÈCES FORESTIÈRES AU MALI

INTRODUCTION

- Secteur agro-sylvo-pastoral dans l'économie du pays
- Dépendance des populations à l'égard des produits forestiers non ligneux (feuilles, fruits, gomme, latex, huiles essentielles, écorce).
 - * Plantes médicinales, fourragères et alimentaires
- Demande sans cesse croissante des populations en produits forestiers → organismes de développement et pouvoirs publics (prise de conscience) → mise en place de mécanisme de conservation des espèces, puis établissement de législation forestière.
- Domestication des espèces forestières : meilleure connaissance de la distribution des espèces et de la diversité génétique, systèmes de reproduction, techniques sylvicoles transformation des produits.

SITUATION DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES FORESTIÈRES AU MALI

- Contraintes

- * Croissance démographique, aléas climatiques, contraintes édaphiques et faible revenu des populations
- * Augmentation des superficies des cultures de rente, et mécanisation des cultures dans certaines zones
- * Prélèvement d'organes (écorce, cambium, racines, feuilles)
- * Vieillessement des parcs, longue phase d'adolescence des espèces ; faible régénération de ces espèces, effets néfastes des pratiques humaines tels que feux de brousse et défrichements.
 - Nécessité de domestiquer les espèces : augmenter la production et la productivité et répondre aux attentes des populations.

- Rapports nationaux de plus de 150 pays du monde entier : lacunes et inefficacité dans les activités de conservation et d'utilisation des ressources phytogénétiques (FAO.).
- Plan d'action mondial visant la gestion durable des ressources

- Plan d'action national : Objectifs

- * conserver les ressources (inventaire, caractérisation et évaluation),
- * promouvoir l'utilisation durable des ressources phytogénétiques afin de favoriser le développement et lutter contre la faim et la pauvreté,
- * aider les pays et institutions à identifier les actions prioritaires,
- * renforcement des programmes existants et amélioration des capacités institutionnelles

POLITIQUE NATIONALE EN MATIÈRE DE DOMESTICATION

- Gestion des ressources : affaire exclusive de l'état pendant plusieurs décennies
- Main mise de l'état sur la propriété foncière, inadéquation des lois et répression excessive : échec de la politique nationale en matière de gestion des ressources naturelles en général et des espèces ligneuses alimentaires en particulier.
- États Généraux du monde rural 1991 : nouvelle stratégie de gestion des ressources naturelles
- Au plan institutionnel, prise en compte de la domestication des espèces agroforestières par des opérations de développement rural et les Directions Régionales de la conservation de la nature à travers une gestion participative impliquant les populations. OHVN, CMDT, DNAMR, etc.

Efforts de conservation

- Conservation *in situ* : aires protégées (parcs nationaux et forêts classées). Ex. projet Forêt et sécurité alimentaire de Sikasso, réserve de la biosphère de la boucle du Baoulé, forêts classées (Faya, Monts Mandingues, Sounsou)
- Conservation *ex situ* : projet bois villageois de Ségou, projet reboisement villageois de Mopti/Bandiagara/Djenné et projet agrosylviculture villageois de Koro qui avaient tous pour objectifs de reboiser les zones d'habitation des villages concernés en essences forestières à croissance rapide (*Eucalyptus camaldulensis*, *Gmelina arborea*, etc.)
- Malgré ces efforts, des populations entières de certaines espèces ont disparu : recul de la limite nord des peuplements de karité.

CONTRIBUTION DE LA RECHERCHE

- Institut d'Économie rurale : travaux de recherches dans techniques sylvicoles, techniques de gestion et d'amélioration de la production des espèces utiles à parcs.
- Enquête menée dans les pays du Sahel : priorisation des ligneux à usages multiples.
- Travaux de recherche : distribution du karité, du baobab et du jujubier, caractérisation de la diversité génétique, les techniques de production des plants en pépinière et la multiplication végétative.

Caractérisation de la densité des peuplements du karité, du baobab et du jujubier : PIRT (1983)

- Chez le karité : cinq classes de densité
- Classe 30-50 : plateau de Koutiala à l'est et Bani Niger sud (zone de Ségou et San).
- Classe 20-30 : plateau mandingue et plateau de Koutiala
- Classe 10-20 : plateau mandingue, plateau de Koutiala et Bani Niger.
- Classe 5-10 : occupe la partie nord de l'aire du karité
- Classe 1-5 : repose pour essentiel sur le plateau mandingue, le Delta mort, le plateau de Bandiagara, le gondo-mondoro et le Bani Niger

Sampling sites across *Vitellaria* species range

Perception paysanne sur la gestion des parcs à fruitiers

- Importance de la connaissance locale dans la gestion des parcs : le paysage est le résultat de la gestion des arbres.
 - Valeurs reconnues par la convention sur la diversité biologique.
- But de l'étude : permettre une meilleure prise en compte de la perception paysanne ainsi que leurs objectifs pour une gestion durable des parcs agroforestiers.
- Pour cela, la classification indigène du karité, les critères paysans pour le karité et le néré, les contraintes subies par les arbres selon les paysans, et l'impact des arbres sur le rendement des cultures ont été déterminés.

Perception locale sur la qualité

- Connaissance locale sur les arbres performants a un impact sérieux sur la gestion des arbres.
 - Ex : élimination de certains pieds au profit d'autres → sélection inconsciente par le paysan
- Identification de ces critères de qualité au niveau rural est importante car elle permet d'orienter la sélection génétique.
 - Critères de qualité :
 - * précocité, port de nombreux fruits, forme du houppier, houppier à gros diamètre, parasitisme par les *Tapinanthus* production de l'huile et succulence des fruits.

Perception paysanne sur les arbres des parcs

Advantages of parkland trees perceived by villagers in Mali and Burkina

Perception de la qualité du fruit selon le genre

Gender variations in Vitellaria fruit quality criteria

Classification paysanne du karité

- Groupe 1 : chiibaraba
- Le groupe 2 : le borondo ou boroboro
- Le groupe 3 : appelé kalatiéchii
- Le groupe 4 : tiémantiéchii
- Le groupe 5 : Kossachii ou karité tardif.

Diversité génétique des espèces forestières pour une meilleure utilisation des ressources

Variabilité phénotypique

- De 1970 à 1995 : études menées sur le karité le baobab et le jujubier : aspects socio-économiques, la sylviculture, l'écologie

- Nécessité de compréhension au niveau de la variation au sein de l'espèce pour la domestication, la conservation et la gestion durable des ressources génétiques.

- (i) quelle est l'importance de la variabilité intra et inter population pour les caractères quantitatifs morphologiques et adaptatifs, (ii) comment se distribue cette variabilité dans son aire naturelle au Mali, (iii) cette distribution est-elle expliquée par les variations pluviométriques ?

Variabilité inter et intra population chez le karité

Tableau 1: summary of morphological characteristics of *Vitellaria paradoxa* in Mali

Trait	unit	Mean	Min.	Max.	CV _{me} (%)
Tree Height	(m)	10.8	6	25	21.2
Circumference	(cm)	142.7	40	320	34.2
Crown diameter	(m)	9.6	2	22.5	26.6
Leaf Lamina length	(cm)	13.6	5.4	21.3	14.0
Lamina width	(cm)	4.1	2.2	6.8	14.6
Petiole length	(mm)	7.2	3.7	17.0	17.4
Top leaf Angle	(°)	103.9	33	180	30.5
Base leaf angle	(°)	79.4	32	160	16.5
Fruit Fruit length	(cm)	3.6	2.1	6.5	13.5
Fruit width	(cm)	3.1	2.1	4.4	11.2
Nut weight	(g)	8.2	0.3	17.6	26.6
Pulp weight	(g)	12.1	1.3	47.6	42.3

Corrélation entre les paramètres

Table 4: Matrix of correlation estimated according to the mixed models [1] and [2] for the three levels of analysis: within tree, within population (among tree) and among populations. The coefficients in bold represent the relationship between traits of the same organ (tree, leaf and fruit)

Within tree correlation matrix										
	LPL	LFW	LAT	PL	FUL	FWM	FWL	PFW	PFW	PFW
LPL	1.00									
LFW	0.87	1.00								
LAT	0.87	0.86	1.00							
PL	0.80	0.74	0.80	1.00						
FUL	0.82	0.82	0.71	0.72	1.00					
FWM	0.82	0.81	0.71	0.71	0.91	1.00				
FWL	0.81	0.81	0.71	0.71	0.91	0.91	1.00			
PFW	0.80	0.80	0.71	0.71	0.91	0.91	0.91	1.00		
PFW	0.80	0.80	0.71	0.71	0.91	0.91	0.91	0.91	1.00	
Within population correlation matrix										
	LPL	LFW	LAT	PL	FUL	FWM	FWL	PFW	PFW	PFW
LPL	1.00									
LFW	0.87	1.00								
LAT	0.87	0.86	1.00							
PL	0.80	0.74	0.80	1.00						
FUL	0.82	0.82	0.71	0.72	1.00					
FWM	0.82	0.81	0.71	0.71	0.91	1.00				
FWL	0.81	0.81	0.71	0.71	0.91	0.91	1.00			
PFW	0.80	0.80	0.71	0.71	0.91	0.91	0.91	1.00		
PFW	0.80	0.80	0.71	0.71	0.91	0.91	0.91	0.91	1.00	
Among populations correlation matrix										
	LPL	LFW	LAT	PL	FUL	FWM	FWL	PFW	PFW	PFW
LPL	1.00									
LFW	0.87	1.00								
LAT	0.87	0.86	1.00							
PL	0.80	0.74	0.80	1.00						
FUL	0.82	0.82	0.71	0.72	1.00					
FWM	0.82	0.81	0.71	0.71	0.91	1.00				
FWL	0.81	0.81	0.71	0.71	0.91	0.91	1.00			
PFW	0.80	0.80	0.71	0.71	0.91	0.91	0.91	1.00		
PFW	0.80	0.80	0.71	0.71	0.91	0.91	0.91	0.91	1.00	

Perception de la qualité du l'arbre selon le genre

Corrélation entre variables phénotypiques et coordonnées géographiques

Table 4: Coefficients de corrélation entre les moyennes des population et les variables géographiques et la pluviométrie moyenne annuelle pour les différents caractères agromorphologiques

trait	Long.	Lat.	rainfall
Tree Height	-0.28	0.16	-0.01
Canopy diam.	0.07	-0.15	-0.00
Circumference	0.31*	0.64***	-0.60***
Leaf Leaf length	-0.81***	-0.34*	0.48**
Leaf width	0.53***	0.26	-0.38*
Base leaf angle	-0.03	0.06	-0.03
Top leaf angle	-0.01	-0.11	0.06
Petiole length	-0.44	-0.70***	0.63***
Fruit Fruit length	-0.03	0.23	0.18
Fruit width	0.06	-0.12	0.10
Nut weight	-0.43**	-0.43**	0.48**
Pulp weight	0.40*	0.01	-0.15
Fruit weight	0.20	-0.14	0.02

* P value <0.05, ** P value <0.01, *** P value <0.001

Table 5: Mean values of the different agromorphological traits in each climatic zone

Trait mean in the climatic zones	Guinean	Sudanian	Sud-Sah	Sahelian
Tree Height (m)	9.80a	11.37a	10.66a	10.19a
Canopy diam (cm)	9.89b	10.55a	9.41ab	9.26ab
Circumference (cm)	108.96 c	133.28 bc	151.54 ab	183.81a0.000
Leaf Leaf length (cm)	13.55ab14.24a	13.31b	12.55b	0.60a
Leaf lamina width (cm)	3.48a	3.97a	4.13a	4.29a
Base leaf angle (°)	64.49b	97.22a	74.60ab	62.96b
Top leaf angle (°)	06.23a	132.66a	96.35a	77.41a
Petiole length (cm)	7.53ab	7.69a	6.99bc	6.01c
Fruit Fruit length (cm)	3.59a	3.64a	3.59a	3.39a
Fruit width (cm)	3.14a	3.19a	3.09a	3.10a
Nut weight (g)	8.99ab	9.10a	7.42b	6.12b
Pulp weight (g)	10.52a	11.72a	13.00a	12.17a
Fruit weight (g)	19.43a	20.90a	20.42a	18.34a

Letters (a, b, c) note the significance at $\alpha=0.05$ (D unpaired test) across columns

Caractérisation de la pulpe et des feuilles du baobab, puis de la pulpe et des amandes du karité

Diversité moléculaire des espèces forestières

Diversité moléculaire chez le karité A l'échelle de l'aire naturelle

- Variation génétique au sein des espèces ligneuses déterminée en général par plusieurs facteurs / pratiques humaines, et les changements climatiques.
- Un autre facteur important : dernière glaciation avec par conséquent les migrations récurrentes
- En Afrique soudano-sahélienne, cette période a eu aussi un impact sur la végétation.
- Des refuges putatives le long des côtes ouest africaines de la Sierra Leone à la Côte d'Ivoire, puis dans les montagnes du Cameroun, l'est du Congo et le long du fleuve Zaïre.
- Aucune étude pour les arbres des régions soudano-sahéliennes d'Afrique en rapport avec l'évolution de la végétation après la dernière glaciation.

Marqueurs RAPD et chloroplastiques à partir de 13 provenances issues de 8 pays (Sénégal, Mali, Burkina Faso, Ouganda, Cameroun, Côte d'Ivoire, Soudan, Éthiopie).

67 loci polymorphes et 16 loci monomorphes RAPD obtenus.

Indice de diversité de Shannon entre 0,27 au Mali à 0,31 en Côte d'Ivoire. Le pourcentage de loci polymorphe varie de 50 % au Burkina Faso à 81% en Côte d'Ivoire. Pas de relation entre paramètres de la diversité et coordonnées géographiques.

Variance intra population = 81 % de la variation totale.

Amorces microsatellites chloroplastiques

- 9 allèles différents ainsi que 7 chlorotypes. La plupart des populations ont présenté de simple haplotypes.

- Diversité des haplotypes de la population totale est de $H_{cp}=0.71$ et 0,00 à 0,80 au niveau inter population.

- Existence de refuge putative au niveau du golfe du Dahomey qui est supposé être une zone très aride durant la dernière glaciation.

- Fréquence et distribution des haplotypes dans le groupe de l'ouest résultent de l'impact des pratiques humaines récentes, pratiques qui favoriseraient la sélection d'arbres et leur dispersion dans la région.

A l'échelle du Mali

Variation de la richesse allélique en fonction de la latitude par les marqueurs microsatellites

Multiplication végétative

DISCUSSIONS ET CONCLUSIONS

* Moyennes des paramètres observés similaire à celle observée au Ghana par Lovett mais différent de celle observée en Ouganda (Lovett *et al.* 2000).

Confirmation de la distinction entre les groupes de l'ouest et ceux de l'est et plus précisément la différence entre les deux sous espèces *Paradoxa* et *Nilotica* : confirmation également par les travaux sur les marqueurs RAPD, et microsatellites

- * Coefficients de variation similaires à ceux observés au Ghana : les caractères des fruits et des feuilles sont plus variables que les paramètres de croissance de l'arbre.
- * Les variances inter et intra population ne sont pas des estimateurs adéquats de la variance génétique car l'échantillonnage utilisé ne permet pas de séparer l'effet génétique de l'effet de l'environnement
- * Variances inter population différentes de 0 et représentent 30% de la variation intra population.

* Coefficient de répétabilité élevé pour les caractères des fruits ($R^2 = 0,45$ pour le poids de la noix et $0,78$ pour la longueur des fruits), dans le cadre de la sélection pour les fruits : choisir les individus supérieurs et les multiplier par voie végétative ou en réalisant des variétés synthétiques à partir des descendants des arbres plus.

- * Corrélation entre variables agromorphologiques :
- * Corrélation faible entre variables de croissance et variables morphologiques (feuilles et fruits), absence de lien génétique entre ces trois paramètres bien que la corrélation génétique ne soit pas bien estimée.
- * Corrélation entre hauteur, circonférence et diamètre du houppier élevée au niveau intra population et faible au niveau inter population, des facteurs autres que génétiques peuvent influencer la corrélation entre les caractères.

* Corrélation entre poids de la noix et de pulpe faible ($r = 0,34$ et $0,33$).

- Variation des paramètres en relation avec la pluviométrie, le drainage du sol et la densité des arbres

- * La variation pluviométrique explique une partie de la variation observée.
 - * Hauteur de l'arbre et diamètre du houppier : pas de corrélation avec la pluviométrie.
 - * Circonférence : une corrélation négative. Les arbres les plus gros se situent dans les zones sèches.
- Explications : conséquences des pratiques humaines qui sont très anciennes dans le nord de l'aire du karité au Mali.
Une autre hypothèse : sélection inconsciente qui aurait conduit les paysans à sélectionner les arbres à croissance rapide.

* Feuilles et pétiole : des dimensions plus importantes en zones humides.

- * Caractéristiques des fruits, taille et poids de la noix : augmentation avec la pluviométrie.
- * Drainage : pas d'effet sur la variabilité morphologique (agriculture améliore les conditions du sol et minimise l'effet du drainage)
- * Densité : importante variation dans les populations de karité au Mali : facteur important affectant la croissance des arbres.
- Distribution spatiale de la variabilité

CONSÉQUENCE POUR LA GESTION DES RESSOURCES GÉNÉTIQUES

- Meilleure connaissance de la variabilité phénotypique des caractères agromorphologiques :
- sélectionner les ressources adéquates et de développer et de produire les variétés.

Études préliminaires offrent des informations afin d'élaborer une stratégie de sélection au sein des populations naturelles de karité au Mali.

Les coefficients de répétabilité obtenus peuvent conduire à un gain génétique.

Faible corrélation entre les paramètres des fruits et de l'arbre : meilleure pratique pour sélectionner des génotypes performants serait de cribler plusieurs individus.

- * Variation des caractères quantitatifs et moléculaires située surtout au niveau intra population :
- * Stratégie d'amélioration des populations : Sélection de plusieurs individus dans peu de populations

PERSPECTIVES

- Poursuite des travaux de diversité moléculaire au niveau des populations du Mali
- Poursuite des travaux sur la caractérisation variétale au moyen de marqueurs moléculaires
- Au besoin, utilisation de l'approche génomique pour la détection des gènes utiles, notamment les gènes en rapport avec la production de l'huile
- Étude des systèmes de reproduction chez les espèces
- Mise au point d'autres méthodes de multiplication végétative chez les espèces
- Mise au point de méthodes biotechnologiques pour la conservation des graines de karité (cryoconservation)

Annexe 8 : Etat des lieux sur la domestication au Niger

Abasse Tougiani et Larwanou Mahamane

Ministère du Développement Agricole

Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN)

Département de Recherches en Gestion des Ressources Naturelles (DGRN)

INRAN/Maradi, B.P. 240, Maradi, NIGER

1. Introduction

Le Niger s'étend entre 11°37' et 23°23' de latitude nord et les longitudes 0° et 16° de longitude est, à 700km du Golfe de Guinée, 1900km à l'est de la côte atlantique et 1200km au sud de la mer Méditerranée. Le Niger est, de tous les pays du Sahel, le plus affecté par les phénomènes de la désertification et de la sécheresse. Il est caractérisé par une seule saison des pluies de trois à quatre mois alternant avec une saison sèche de huit à neuf.

Selon une récente étude sur le défrichement au Niger (République du Niger, 1997a), on estime de 1958 à 1997 une perte de superficie des forêts de l'ordre de 40 à 50 % au profit essentiellement de l'agriculture, des besoins énergétiques par la production de bois de feu et du développement urbain. Les forêts classées ont été fortement dégradées et plus de 50 % d'entre elles ont perdu une grande partie de leur potentiel végétal.

Les efforts entrepris dans le cadre des programmes de reboisement ont concerné les espèces exotiques telles que *Eucalyptus* et *Gmelina arborea*. La préférence pour ces espèces est basée sur leur croissance rapide, la maîtrise de leurs techniques sylvicoles en pépinière. En dépit de ces efforts, les résultats sont restés peu concluants. Des informations similaires font défaut pour nos espèces locales à usages multiples. Ces dernières peuvent contribuer significativement à améliorer la sécurité alimentaire au Sahel. L'objectif de cette communication est de présenter les efforts faits en matière de domestication des espèces locales agroforestières.

2. Connaissances des formations naturelles

2.1 Végétation de basse et moyenne altitude

2.1.1 Groupements à ligneux dominants

Les forêts sèches basses à *Combretum micranthum* du secteur phytogéographique nord – soudanien, sont cantonnées sur les sédiments du continental terminal et du continental hamadien dans les zones recevant plus de 600mm de pluie par an. Sur le continental terminal, on rencontre le faciès à *Combretum micranthum* et *Combretum nigricans* et sur le continental hamadien le faciès à *Combretum micranthum*, *Anogeissus leiocarpus* et *Sclerocarya birrea*.

Les fourrés sont un type de végétation du domaine sahélien qui se caractérise par sa physionomie. La structure horizontale est contractée et sur les photographies aériennes, elle se présente en bandes sombres (parties boisées) alternant avec des bandes claires (parties dénudées) comme le pelage d'un tigre, d'où le nom de « Brousse tigrée » donné à ce type de végétation situé sur les plateaux. D'autres formes de fourrés existent et sont caractérisées tantôt par *Piliostigma reticulatum* (plateaux latéritiques, tantôt par *Hyphaene thebaica* et *Cassia singueana* (dépression interdunaires du Manga).

2.1.2 Groupements mixtes forestiers et graminéens qui comprennent

- Les forêts claires, peu étendues qui se rencontrent exclusivement dans les zones qui reçoivent plus de 600mm de pluie par an. Les forêts claires sont des groupements à *Bombax costatum* associée soit à *Combretum collinum* soit à *Combretum micrathum*.
- Les savanes qui ont une strate herbacée dominée par les hautes graminées qui constituent un tapis continu. La composante ligneuse a une structure et une densité variables. Cette structure fait que les feux de brousse y sont fréquents. Les groupements sont à *Combretum glutinosum*, *Piliostigma reticulatum*, *Borassus aethiopum*, *Butyrospermum paradoxum*, *Guiera senegalensis*, associés à *Ctenium elegans*, *Eragrostis tremula*, *Andropogon gayanus*, *Andropogon fortigiattes*...
- Les steppes qui ont également une strate herbacée dominante, mais la structure horizontale est ouverte ne permettant pas le passage de feu. La composante ligneuse comprend des Xérophytes comme les *Acacia*, *Ziziphus mauritania*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Boscia senegalensis*, *Hyphaene thebaica*, *Balanites aegyptiaca*, *Commiphora africana* ...

2.2 Végétation de montagne

Il s'agit essentiellement de steppes. Au sud la flore est un mélange de flore saharienne et tropicale tandis que plus au nord elle est surtout saharienne avec un élément méditerranéen dans les zones de haute altitude. La composante ligneuse de ses steppes est dominée par *Acacia raddiana*, *Boscia senegalensis*, *Acacia erhembergiana*, *Salvadora persica*, *Maerua crassifolia*, *Cadaba glandulosa*, *Hyphaene thebaica*, *Calotropis procera*, *Faidherbia albida*.

2.3 Les ressources forestières

La superficie totale des forêts et autres terres boisées est estimée à 10 442 000 ha en 1990 (FAO, 1995). Le domaine forestier s'étendrait sur au moins 9 000 000 ha : 6 000 000 ha en zone sahélo-saharienne, 2 600 000 ha en zone sahélienne, 300 000 ha en zone sahélo – soudanienne (CILSS/Club du Sahel, 1981a).

- Les forêts classées au nombre de 84 couvrent une superficie de 600 000 ha.
- Les périmètres de restauration et de mise en défens (70 000 ha).
- Les parcs et réserves de faunes (8 413 000 ha).

Les forêts (naturelles et plantations) couvrent une superficie de 2 256 000 ha, soit 2 % du territoire national.

3. Efforts de domestication des espèces forestières locales (période de 1973 à 1984)

Les premiers travaux ont débuté en 1973 (INRAN, 1976) avec l'étude sur la morphologie, l'écologie et le comportement de 12 espèces d'acacias (*Acacia senegal*, *A. laeta*, *A. nilotica*, *A. seyal*, *A. sieberiana*, *A. raddiana*, *A. macrostachya*, *A. caffra*, *Acacia gourmaensis*, *A. samoryana*, *A. pennata*, *Faidherbia albida*) et 16 autres espèces locales.

Pour *A. nilotica*, un tarif de cubage a été établi en 1976 sur des plantations artificielles en zone inondable le long du fleuve Niger à Niamey. Un autre essai sur la réponse à la coupe et son utilisation avec d'autres espèces comme haie vive sur les sites maraîchers. D'autres essais sur les techniques de propagation par semis directs et plants à racines nues sont en cours avec *Combretum micranthum*, *C. glutinosum*, *Anogeissus leiocarpus*, *Entada africana*, *Prosopis africana* et *Tamarindus indica*. Un important programme sur l'agroforesterie est engagé depuis bientôt dix ans, notamment sur la caractérisation des espèces locales des parcs agroforestiers.

3.1 La régénération des arbres fourragers en zone pastorale

Cette sous opération a débuté en 1975 par la mise en place d'un dispositif permanent sur le ranch d'Ekrafane (Nord Filingué). Ce dispositif est une mise en défens de la végétation ligneuse et des principales espèces fourragères. Il s'agit de : *Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana*, *Acacia senegal*, *Acacia laeta* et *Acacia raddiana*).

Cette régénération des arbres fourragers en zone pastorale, débutée en 1975, n'a pas permis de dégager les résultats escomptés à cause du manque de personnel technique de surveillance et des moyens financiers très limités du DRF (date de création de l'INRAN). Cette opération, si elle aboutit, pourra fournir des renseignements très intéressants permettant d'améliorer les possibilités d'alimentation des animaux, surtout en période de soudure.

3.2 Régénération et croissance de la rôneraie du Dallol Maouri

La rôneraie du Dallol Maouri constitue le plus grand peuplement forestier naturel du Niger. Ses produits (lattes de rônier destinées à la charpente) alimentent une grande partie des villes du Sud du Niger et sont exportés. En 1973, un inventaire détaillé et un plan d'aménagement ont été effectués par le bureau des Etudes Techniques du C.T.F.T.

4. Efforts de domestication des espèces forestières (période de 1985 à 2004)

Les premiers travaux sur l'identification des espèces prioritaires ont eu lieu en 1995 (INRAN, 1995) et ont permis d'identifier les espèces prioritaires au niveau national. Les études menées par le projet Energie II, volet offre a permis d'identifier les espèces les plus prisées pour le bois de feu. Une autre étude sur les espèces alimentaires a donné toute une gamme d'espèces mais sans choix préférentiel (Saadou, M., Soumana, I., 1993). Les espèces les plus sollicitées qui jouent un rôle stratégique dans la vie des communautés et qui peuvent être classées parmi les espèces prioritaires sont : *Acacia senegal*, *A. nilotica*, *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia rufescens*, *Borassus aethiopum*, *Boscia senegalensis*, *Butyrospermum parkii*, *Detarium microcarpum*, *Fhaidherbia albida*, *Hyphaene thebaica*, *Khaya senegalensis*, *Lannea microcarpa*, *Maerua crassifolia*, *Moringa oliefera*, *Prosopis africana*, *Parkia biglobosa*, *Sclerocarya birrea*, *Tamarindus indica*, *Ximenia americana*, *Ziziphus mauritiana*.

5. Stratégies de domestication

La menace qui pèse sur les ressources naturelles tient tant à des facteurs écologiques, anthropiques qu'à des facteurs économiques. Le capital sol est soumis à une forte dégradation du fait de l'érosion et de la baisse de la fertilité des sols. La manifestation la plus visible de la dégradation du couvert végétal est la progression du phénomène de désertification, à laquelle s'ajoute la réduction de la biodiversité et de la variabilité génétique des espèces locales.

Face à toutes ces contraintes, des efforts ont été déployés dans le cadre de la collecte, la conservation et la distribution des semences agroforestières, la maîtrise des techniques sylvicoles en pépinière et en semis direct, la connaissance de la biologie de reproduction de certaines espèces et la multiplication végétative des espèces à usages multiples.

5.1 Techniques de domestication

5.1.1 Semis direct

Le semis direct a été conduit dans les districts de Dan Issa, Sae Saboua, Gabaouri de la région de Maradi (Abasse, 1994). Ce sont des zones agro-écologiques différentes. Trois dates de semis ont été retenues (1^{ère} décade de juillet, 2^{ème} décade de juillet et 1^{ère} décade d'août) et qui correspondent aux périodes de semis chez les paysans. Les semences n'ont pas subi de pré traitement.

L'objectif est d'évaluer la meilleure date de semis direct pour chaque espèce forestière. La première décade du mois d'août est la meilleure période de semis direct de *Balanites aegyptiaca* avec 71,5 % de germination en moyenne pour les trois localités, suivie de la première décade de juillet avec 62,5 %. La meilleure date de semis direct de *Acacia albida* est la deuxième décade de juillet avec 75 % de germination, suivie de la première décade d'août avec 70,8 %. La première décade de juillet présente un taux de germination plus élevé (50,8 %) pour le semis direct de *Hyphaene thebaïca*, suivie de la deuxième décade de juillet avec 11,5 %. Des travaux similaires ont été conduits à Konni aux environs de Niamey par la recherche en collaboration avec les projets de développement.

5.1.2 Evolution comparée des parties aériennes de plants issues de semis et bouturages de *Adansonia digitata*

Ces investigations ont été conduites à la pépinière du Département Gestion des Ressources Forestières à l'Université d'Ibadan, Nigéria (Abasse, 1998).

Les semences d'*Adansonia digitata* (Linn.) ont été obtenues à Torodi et Gaya en République du Niger. L'objectif était d'explorer les possibilités d'une conservation des ressources génétiques de l'espèce et aussi de faciliter son amélioration pour l'établissement de plantations à grande échelle. Pour la propagation végétative, les clones ont été traités avec la naphthaline acide acétique, de l'acide indole – butyrique à des concentrations de 50ppm ; 100ppm ; 150ppm ; 200ppm et 0ppm pour mesurer l'efficacité des hormones et leurs concentrations dans l'émission des racines des boutures.

Des effets significatifs à (1 %) ont été obtenus pour la croissance en diamètre, en hauteur, le nombre de feuilles des jeunes plants et des nouveaux rejets après coupe des jeunes plants en pépinière. Pour la propagation végétative seule, la naphthaline acide acétique à 200ppm de concentration a donné un bon résultat sur l'émission des racines des jeunes boutures d'*Adansonia digitata*.

5.1.3 Quelques aspects sur la biologie de la reproduction du *Moringa oleifera* (LAM)

Les investigations sur la biologie de la reproduction ont été conduites sur une plantation de *Moringa oleifera* âgée de 3 ans à la station de recherche de Tarna/Maradi (Abasse, 2001), située à une latitude de 13°28'N à une longitude de 07°05'E et à une altitude de 318 m avec une moyenne annuelle pluviométrique de 450mm.

L'expérimentation est arrangée en bloc complet randomisé avec 4 répétitions. Chaque bloc ou répétition a 4 espacements différents (0,5m x 0,5m ; 1,5m x 1m ; 1m x 1m et 2m x 1m). Huit (8) pieds ont été sélectionnés au hasard sur chaque espacement avec un total de 32 pieds par bloc. L'objectif était de fournir des informations pour accroître les connaissances scientifiques sur *Moringa oleifera* et envisager l'amélioration génétique de l'espèce. Des observations et des mesures ont été effectuées sur la phénologie du Moringa, la durée de

l'ouverture des fleurs, la distribution des sexes (mâle, femelle ou hermaphrodite) sur les fleurs du Moringa, le sexe ratio et le développement des fruits.

Les résultats obtenus ont montré que l'apparition des fleurs intervient en juin et au même moment dans tous les blocs ; la durée de la floraison varie de 51 à 59 jours. Le nombre total de panicules florales par pied d'arbre varie de $18,96 \pm 5,2$ à $42,33 \pm 19,2$ tandis que le nombre total de fleurs par arbre varie de $470,2 \pm 25,6$ à $634,95 \pm 76,2$; le pic de l'ouverture de fleurs intervient au 4^{ème} jour avec une moyenne de $3,9 \pm 0,3$ fleurs et la durée totale de l'ouverture des fleurs est de 9 jours.

Il y a une différence significative au seuil de 5 % pour la distribution de sexe mâle et hermaphrodite ou femelle. Le ratio entre fleur mâle et fleur hermaphrodite ou femelle est de 1/4. La durée de la maturité des fruits varie de 71 à 82 jours ; la longueur moyenne d'un fruit est de $30,35\text{cm} \pm 0,62$ et la largeur du fruit de $1,85 \text{ cm} \pm 0,06$. Le nombre de graine par gousse de fruit est de $13,8 \pm 0,4$.

5.1.4 Propagation végétative de deux espèces agroforestières sahéliennes : *Prosopis africana* et *Bauhinia rufescens*

Cet essai a été conduit à l'ICRISAT Centre Sahélien situé à Sadoré, 50 km à l'Ouest de Niamey (Tchoundjeu, 1996). Des semences ont été collectées sur 320 arbres de *Prosopis africana* au Niger et au Burkina Faso et semées en pépinière sur un bloc complet randomisé. Un total de 4 125 plants sont arrangés en blocs complets randomisés avec 15 répétitions. Soixante douze (72) plants (36 pour le Niger et 36 pour le Burkina Faso) ont été sélectionnés au hasard pour le test des différents média. Le même dispositif a été utilisé pour *Bauhinia rufescens* pour tester l'effet des différents média sur l'enracinement des boutures.

Les différents substrats utilisés sont le sable, un mélange sable gravier et le gravier. Dix boutures ont été sélectionnées pour chaque plant et plongées dans une solution de 2 % de Indole-3-acide butyrique.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 3.

Tableau 3 Effet des substrats sur le pourcentage de mortalité et d'enracinement des boutures

Média	<i>Proposais africana</i>		<i>Bauhinia rufescens</i>	
	Taux d'enracinement (%)	Taux de mortalité (%)	Taux d'enracinement (%)	Taux de mortalité (%)
Sable	53	12	85	3
Sable + gravier	46	21	84	6
Gravier	30	33	40	37
Ecart type	2,6	2,3	3,5	2,9

Le meilleur enracinement (85 %) a été observé avec les boutures de *Bauhinia rufescens* en deux semaines tandis que les boutures de *Prosopis africana* ont donné un enracinement de 60 % en douze semaines. Pour *Prosopis africana*, le sable de rivière s'est révélé le meilleur milieu pour l'enracinement des boutures, le gravier seul a été le plus mauvais substrat pour l'enracinement des boutures.

Les boutures de *Prosopis africana* provenant du Niger ont donné le meilleur enracinement par rapport à celles du Burkina Faso. Les boutures de *Bauhinia rufescens* donnent un bon enracinement tant au niveau du sable que sur le mélange sable + gravier.

5.1.5. Informations complémentaires sur la domestication

- Des missions de collecte des semences sont effectuées presque chaque année à l'intérieur du pays.
- Des semenciers sont identifiés et géoréférencés.
- Une tentative de domestication de *Ximenia americana* a été entreprise : les semences étaient collectées, semées en pépinières pour la production de plants qui seront transplantés. Malheureusement, par manque de suivi, la tentative a échoué.
- Des collections vivantes des espèces ligneuses disparues ou menacées de disparition sont en place dans deux stations de recherche de l'INRAN et à Sadoré.

6. Orientation future, besoin de recherche et conclusion

- Identifier les priorités et les besoins des producteurs en matière de domestication des espèces agroforestières.
- Réactualiser les enquêtes sur les espèces agroforestières prioritaires identifiées par ICRAF et les systèmes nationaux de recherches agricoles.
- Renforcer les capacités des producteurs en techniques de domestication.
- Faire des recherches sur la transformation des produits de certaines espèces forestières fruitières.

La stratégie de domestication des espèces locales doit être basée sur les espèces prioritaires identifiées par les systèmes nationaux de recherche en collaboration avec l'ICRAF. L'importance de cette identification est d'aider à « prioriser » les espèces qui sont utilisées par les producteurs afin de déterminer les caractéristiques convenables pour une amélioration.

Les producteurs connaissent généralement dans leur environnement les arbres de qualités, à hauts rendements et disposant d'autres caractéristiques. Il est possible de faire une multiplication végétative de ces derniers et de créer des cultivars, des variétés à travers la sélection et la propagation. Les espèces prioritaires identifiées par ICRAF et les systèmes nationaux de recherches doivent être collectées et conservées pour servir de banque de gènes vivante.

Une enquête couvrant tout le Sahel doit être menée, de concert avec les systèmes nationaux de recherches pour recenser toutes les espèces méritant une touche scientifique en matière de domestication.

Références

Abasse, T., 1994. Rapport technique sur semis direct de 3 espèces agroforestières locales (*Balanites aegyptiaca*, *Faidherbia albida*, *Hyphaene thebaica*) convention de collaboration INRAN/CARE International; Niamey. 15p.

Abasse, T. 1998. Evolution comparée des parties aériennes de plants issues de semis et bouturages de *Adansonia digitata*. Thèse de Master of Science à l'Université d'Ibadan, Nigeria. 66p.

Abasse T., 2001. Quelques aspects sur la biologie de la reproduction du *Moringa oleifera* (LAM). Papier présenté au symposium international sur le *Moringa oleifera* tenu à Dar-es-Saalam, Tanzanie, du 29 Octobre au 2 Novembre 2001.

CILSS/Club du Sahel, 1981a. Analyse du secteur forestier et proposition : Cas du Niger, volume 3 : annexes 1-9, Avril 1981, 178p.

FAO, 1995. Conservation et utilisation durable des ressources phytogénétiques pour l'Afrique de l'Ouest, Ebauche du rapport de synthèse sous régionale et propositions pour le plan d'action, réunion sous régionale pour l'Afrique de l'Ouest et centrale, Sénégal, Dakar, 1995. 20pages et annexes.

INRAN, 1976. Département recherches forestières, rapport annuel, 75p.

INRAN, 1995b. Rapport de synthèse de l'enquête sur les ligneux à usages multiples dans la vallée du fleuve Niger, du 2 au 18 Août 1995, 9p.

Saadou, M., 1990. La végétation des milieux drainés Nigérien à l'Est du fleuve Niger. Thèse d'Etat Université Aboul Moumouni Niamey, Niger.

Saadou, M., Soumana, I., 1993. Plantes alimentaires cultivées et spontanées et recettes culinaires du Niger, Université des Nations Unies, PRMA.

Tchoundjeu, Z., 1996. Propagation végétative de deux espèces agroforestières sahélienne : *Prosopis africana* et *Bauhinia rufescens* : In Actes de séminaire sur l'amélioration des espèces forestières et une foresterie tropicale durable, tenue à Queensland, Australie, du 27 Octobre au 1^{er} Novembre 2001. QFRI-IUFRO Conf.

Annexe 9 : Domestication of Australian Acacias for the Sahelian zone of West Africa

P. J. Cunningham¹ and T. Abasse²

¹SIM International, Maradi Integrated Development Program, B.P. 121 Maradi, Niger

²INRAN Research Station, Maradi, B.P. 240 Maradi, Niger

Summary

Multi-purpose Australian Acacias have the potential to form an integral component of Agricultural systems in the Sahelian zone of West Africa. More than a decade of research and domestication has identified well adapted species such as *Acacia coleii*, *A. torulosa*, *A. tumida* and *A. elachantha*. These perennial species grow rapidly, are well adapted to infertile soils, they produce seeds that can be easily harvested and processed into nutritious human food. They produce large quantities of fuel wood and construction timber, can be used as windbreaks, improve soil fertility and may have a significant role as multi-purpose trees in sustainable Agroforestry systems. *A. coleii* has shown the greatest potential for adaptation and seed production for human food in the Maradi area of Niger. Its main limitations may be overcome by the development of other species such as *A. torulosa*. Present and future research aims to develop *A. torulosa* for Agroforestry systems. The Sahelian eco-farm Agroforestry model will give valuable information on the suitability of *A. coleii* in wider areas of Niger. Future research needs to determine the breeding systems of potential Australian Acacias, develop clonal propagation methods and assess their potential for human food. Re-evaluation and domestication of a broader genetic base of these valuable species will be needed for a regional collaborative program that embraces the main agro-climatic regions of the Sahel.

Résumé

Les acacias australiens constituent une composante intégrale du système de production au Sahel. Les recherches et les efforts de domestication de ces dernières décennies ont identifié des espèces prometteuses telles que *Acacia coleii*, *A. torulosa*, *A. tumida* et *A. elachantha*. Elles ont une croissance rapide et poussent sur des sols les plus dégradés.

Ces acacias produisent des graines faciles à récolter. Ces dernières sont utilisées dans l'alimentation humaine. Les acacias produisent de grandes quantités de bois de chauffage et de service et sont aussi utilisés comme brise-vent et dans l'amélioration de la fertilité du sol. Ils jouent de ce fait un rôle important dans les systèmes durables d'agroforesterie. Dans la région de Maradi au Niger, *Acacia coleii* s'est révélé plus adapté pour la production de graines destinées à l'alimentation humaine et pour cette raison, il est utilisé dans les fermes biologiques sahéliennes. Les limites de cette espèce en agroforesterie ont été montrées par l'émergence d'une autre espèce *Acacia torulosa* reconnue pour ses caractéristiques agroforestières. Les recherches futures doivent s'orienter vers la détermination du système de reproduction des espèces, le développement clonal et les méthodes de propagation et l'évaluation de leur potentiel dans l'alimentation humaine.

La caractérisation, l'évaluation et la domestication d'une large base génétique de ces espèces prometteuses sont indispensables dans un programme de collaboration régionale en prenant en compte les principales zones agroclimatiques du Sahel.

Introduction

The Sahelian zone of West Africa and semi-arid tropical regions of the world are under great threat. Climate change, diminishing and unreliable rainfall, traditional mono-culture farming practices, explosive population growth, frequent famines and high deforestation rates have led to severe environmental degradation, impoverished soils, poor crop yields and extreme poverty (Nash, 2000). Food security in these regions is tied to a small selection of mostly annual crops growing under unfavorable agro-climatic conditions (FAO, 1999).

Vietmeyer (1996) has argued that the 'green revolution' that had a dramatic impact on food production in the tropical and sub-tropical world has by-passed the semi-arid zones of Africa. If there is to be a 'green revolution' for arid and the semi-arid tropics, then it needs to come through plants that thrive under such conditions, yield well and require minimum inputs (Rinaudo, *et al.* 2002). Plants need to be domesticated to suit the prevailing environmental conditions, rather than a 'green revolution' to suit the plants by modifying the environment (i.e. via irrigation, fertilizers, herbicides, pesticides).

The seeds of certain Australian Acacias have formed a part of traditional diets of Australian Aborigines and their usage has been well documented (O, Connell *et al.* 1983; Latz 1995; Devitt, 1992). These species generally occur in the hot dry arid semi-arid tropics of Australia and are well adapted to similar regions of the Sahelian zone of West Africa such as at Maradi, Niger.

These multi-purpose Australian Acacias, which also produce highly nutritious seed, have great potential to become a significant component of a new 'green revolution' for the Sahelian zone of West Africa (Harwood *et al.* 1999). More than a decade of positive research and development has now passed in the Maradi area of Niger and elsewhere. It is now time to continue the domestication and wide promotion of these species. Harwood *et al.* (1999) and Rinaudo *et al.* (2002) have called upon appropriate International, national and local Research and Development agencies to work together to ensure these species form an integral component of the agricultural systems of the arid and semi-arid tropical regions of the world.

This paper summarizes the past and present development and domestication achievements of the Australian Acacias in the Sahelian zone of West Africa, gives current research activities, proposes future research directions and a long term collaborative approach to ensure these species are domesticated and their long recognized potential becomes a reality.

Domestication of Australian Acacias in Niger

Past achievements

Australian Acacias were first introduced and trailed in the Sahelian region of West Africa in the 1970's and 1980's by a number of research organizations, with the aim of finding tree species for fuel wood and windbreaks (Cossalter, 1987). Initial interest in Australian Acacias began in the early 1980's in the Maradi area of Niger when it was realized that the traditional farming practices, which relied on annual crops in an uncertain environment, was unsustainable. Famine could occur in any year so long as farmers relied on these annual crops.

Experiments by the Serving in Missions (SIM) Maradi Integrated Development Project (MIDP) with a wide range of indigenous and exotic plants with human food potential were assessed and clearly identified the Australian Acacias as stand out performers for a range of wood products and human food (Rinaudo, *et al.* 2002). This collaborative work by the MIDP over the last decade was supported by the CSIRO Forestry and Forest Products Australian Tree Seed Centre (ATSC), Ohafemi Awololowo University in Nigeria, local communities and the Nigerian Government.

The primary focus of this work has been to improve food security by identifying, developing and promoting new human food sources for the Maradi region of Niger. Whilst a wide range of Australian Acacia species with potential for Human food were evaluated (e.g. *A. colei*, *A. coriacea*, *A. elachantha*, *A. torulosa*, *A. tumida*, *A. victoriae*), *A. colei* was chosen as the key species to develop and promote in rural villages.

The main advantages of *A. colei* include:

- Perennial habit
- Adaptation to infertile soils
- Nutritious seed for Human food
- Seed easy to harvest and process
- Seed can be stored for long periods
- High seed production from the second year
- Provides other products and services
 - Fuel wood products
 - Construction timber
 - Windbreaks
- Improved soil fertility via Nitrogen fixation and organic matter via mulch
- Reduction in the risk of famine
- Foliage not eaten by livestock.

Details of these advantages with research results are given by Rinaudo *et al.* (2002).

The silvicultural methods to maximize seed production from *A. colei* have also been identified and include:

- Propagation in tree nurseries
- Tree spacing in the field (10 × 10 m) or field borders
- Cultivation 3-4 × in the dry season
- Fertilizer at planting (Compost, Rock Phosphate)
- Pruning in 3rd year (April/May) to 1.0-1.5 m height, then every 2nd year thereafter
- Harvesting and processing of coiled pod type in March/April.

For details of these methods and instructional guide see Harwood *et al.* 1999, Evans *et al.* (2001). Widespread planting and use of *A. colei* has occurred in over 90 villages in the Maradi area over the last decade. Recent estimates indicate that people in over 55 villages harvest and eat Acacia seed. This field exposure has also highlighted numerous disadvantages of *A. colei* that have adversely affected the promotion and uptake of *A. colei*.

These disadvantages will need to be overcome if widespread adoption is to be achieved and include:

- Severe competition with Agricultural crops
- Short lifespan (5-10 years)
- Susceptibility to wind damage
- Dieback beginning in the 3rd year
- Seedless years
- Seed eaten as a food additive (25% acacia flour mix with traditional foods)
- No market for seed
- Propagation via tree nursery.

Current MIDP recommendations for *A. colei* include: Use only in field borders, reclamation of barren land and in/around compound houses.

In order to continue the domestication and use of *A. colei*, more recent studies with *A. colei* have concentrated on understanding its Flowering biology (Abasse, 2003a). This has also led to the selection of superior seed producing provenances of *A. colei*.

Understanding the reproductive biology of *A. colei*

The reproductive biology of six provenances of *A. colei* (Maslin & Thomson) obtained from the Forest Products Australian Tree Seed Centre (CSIRO) was studied at the National Agricultural Research Institute of Niger Republic. Flowering occurred in all the provenances at ages 10-12 months. Onset of flowering in *A. colei* was usually in August or September with duration of 120 days. In 1999, frequency of flowering ranged from 17.5% in Windjana to 46% in Purnululup provenance. The inflorescence of *A. colei* is in a spike and andromonoecious.

The mean number of spikes per tree ranged from 1,020-+2.03 in Mtisa to 6,470-+4.7 in the Leopold downs provenance. Flowering intensity ranged from 125,069-+1.61 in Mtisa to 657,816-+2.03 in Leopold downs. The highest mean number of male flowers was observed in the Purnululup provenance with a value of 71.1-+3.64 (53%) and lowest number of male flowers of 58.5-+5.23 (47.9%). The number of hermaphrodite flowers ranged from 43.3-+5.22 (35%) in the Mtisa provenance to 53.8-+5.39 (41.6%) in the Port hedland provenance.

Sex ratio ranged from 1:1 in Windjana provenance to 2:1 in the Mtisa provenance with an overall mean ratio of 1.5:1 (male: female flowers). The peak of anthesis was attained on the third day, thereafter the number of opened flowers started to decrease on the 4th day and complete anthesis occurred on the 5th day. In general, *A. colei* had a basipetal flower. The number of fruiting spike per twig ranged from a minimum value of 7.6-+0.3 (13%) in the Mtisa provenance to 11.2-+0.5 (19%) in the Leopold downs provenance. The number of fruit set per hermaphrodite spike ranged from a minimum value of 12.2-+0.4 (14%) in the Purnululup provenance to a maximum of 18.2-+0.7 (21%) in the Port headland provenance. The longest fruit of 10cm-+0.16 was observed in the Mtisa provenance while the shortest fruit length with value of 5.5cm-+0.10 was observed in the Windjana provenance. The fruit width of *A. colei* ranged from a minimum value of 0.38mm-+0.03 in both the Port hedland and Leopold downs provenances to a maximum of 0.39mm-+0.04 in both the Bungle Bungle road and the Windjana provenances. *A. colei* is self-compatible and cross pollinated. Fruit set under selfing ranged from 6.5% in Windjana to 9% in Bungle Bungle road.

Fruit set under cross-pollination ranged from 4.8% in Leopold downs provenance to 13.9% in the Mtisa provenance. Mean seed yield per tree ranged from 0.09-+0.26kg in the Windjana provenance to 5.0-+1.14kg in the Port hedland provenance at 18 months of age (Abasse, 2003b).

Coppicing system of *A. colei*

Trials to assess the response to various coppicing regimes of *A. colei* were carried out at the INRAN Maradi research station. These have aimed to improve the longevity of *A. colei* and understand the seed production of *A. colei* (Abass, 2003a). The results showed that pruning in May at 1m with a saw gave the best results.

The Sahelian Eco-farm concept was also established in 2003 and is a systems approach aimed at providing solutions to the main constraints to the rain-fed agricultural systems of the Sahel. Australian acacias (particularly *A. colei*) are a central component of this system and provide, seed, wood production, reduce wind erosion and give valuable mulch for soil restoration (Pasternak, personal communication, 2003).

Animal production trials

Trials were conducted to determine if *A. colei* seed could replace fishmeal, the main protein source in Broiler chickens diets. The results showed that ground *A. colei* seed could replace between 50-70% of the fishmeal in a broiler chicken's diet without reducing the weight gain of the chickens. This is a very important finding because it will give a market value to *A. colei* seeds of at least 200F CFA/kg (Abasse *et al.* 2004).

Present activities

At Maradi, the MIDP has now turned attention to a thorough evaluation of *A. torulosa*, another promising Australian Acacia that appears to overcome many of the constraints found with *A. colei*. (Doran and Turnbull, 1997). *A. torulosa* has grown well in windbreaks at the ICRISAT Sahelian Centre in Niger (Rinaudo *et al.*, 2002) and provenance trials with six seedlots were established at Maradi in 1998 (Table 1) and 30 ha of field borders were planted to these *A. torulosa* provenances at Danja (20km E Maradi). Comparative trials between *A. torulosa* and *A. colei* were established in 2001 at two sites in the Maradi area. A larger provenance trial aimed at broadening the genetic base of *A. torulosa* was established at Danja in 2002 and included 14 provenances of *A. torulosa*, three provenances of *A. plectocarpa* and *A. eriopoda* (Both closely related species to *A. torulosa*) (Maslin and McDonald, 1996). In addition progeny seed from superior *A. torulosa* trees (from 4 years old field border trees) from erect tall wood producing trees and more branched high and wood producing types were planted in trees blocks in 2002.

Preliminary results from these trials show that *A. torulosa* displays broader genetic variation and that there is great potential to select tall growing, high wood producing trees ideal for Agroforestry systems and more branching higher seed producing types for windbreaks in Agroforestry systems. Table 4 gives comparative data for six provenances of *A. torulosa*. Note two distinct types, tall erect types with few branches and more open multi-stemmed types with potential for high seed and wood production.

Table 4 Performance of *Acacia torulosa* provenances at Danja, Niger after 3 years and 4 months of growth

Provenance/ Seedlot ¹	Survival rate %	Mean tree height (m)	Mean tree width (cm)	Growth habit ² (1-9)	Number of main stems ³
16959	75	3.9 (2.7-5.3) ⁴	2.6	7.8	2.2
19044	67	2.5 (1.2-4.0)	3.1	4.9	4.8
19037	77	2.4 (1.5-4.0)	3.0	4.5	4.4
18451	78	3.2 (2.4-4.3)	2.9	5.9	3.0
19930	77	5.0 (3.8-6.3)	4.1	7.3	2.7
Sadore	93	3.6 (1.8-4.8)	4.3	5.6	6.9

¹Australian Tree Seed Centre numbers.

²Visual score: 1= Prostrate, 9 = Erect.

³Number of main stems originating < 0.25 m above ground level.

⁴Range of tree heights. All data is mean of 17-26 trees per provenance/seedlot.

The comparative trial between *A. colei* and *A. torulosa* at Danja showed that two year old *A. colei* trees planted at optimal spacing (10 × 10 m) produced 3-4 kg of seed per tree whereas *A. torulosa* trees of the same age planted at 5 × 5 m spacing produced 0.5 to 1.1 kg seed per tree (Note that with the closer spacing there are 2.5 × more *A. torulosa* trees per unit area than *A. colei*, so that seed production per unit of land area was similar for both species). Seed production in the third year (2004) appears to be poor for both species.

Four year old *A. torulosa* trees when grown in field borders with 5 m spacing between trees have given seed yields of up to 14 kg and also produce significant quantities of wood. These same trees also display excellent coppicing and regrowth attributes. The tall erect growing types appear to have excellent potential for Agroforestry (Table 5.)

Table 5 Seed and wood production from *A. torulosa* trees grown in field borders at Danja, Niger after 4 years of growth

Tree type/Number	Mean weight of pods and seed (kg)	Mean weight of pods (kg)	Mean weight of seed (kg)	Dry weight of wood (kg)
Branching types (39) ¹	9.7	5.4	4.0	
Branching types (25)	12.5	7.0	5.2	
Tall types (19)	4.9	2.4	1.7	
Branching tree No. 222	27.0	14.0	12.0	117.0
Branching tree No. 241	21.0	13.0	7.5	30.0
Branching tree No. 62	18.0	9.0	7.7	14.0
Tall tree No. 313	12.0	5.0	3.5	49.0
Tall tree No. 300	8.0	4.0	3.5	25.0
Tall tree No. 305	8.0	4.0	3.0	38.0

Table 6 shows the wider range of *A. torulosa* provenances and two new species of Acacia (*A. plectocarpa*, *A. eriopoda*) under trial at Danja and Maza Tsaye. Some of these provenances have now grown to over 6 meters in height in just 18 months and are beginning to display significant seed and wood production..

Table 6 Acacia species/provenances planted in field trials in the Maradi area (Danja and Maza Tsaye) in 2002

Acacia species/provenance	No. of parent trees	No. of trees being evaluated		Seed produced in 2004	Mean tree height (15 months) (m)
		Danja	Maza Tsaye		
<i>Bauhinia reticulata</i>	1	27	-		0.6
<i>A. colei</i> (Leopold downs)	1	27	5	√	2.8
<i>A. torulosa</i> 222	1	54	50	√	1.9
<i>A. torulosa</i> 313	1	54	30	√	2.7
<i>A. torulosa</i> Bulk A ²	5	45	15	√	2.5
<i>A. torulosa</i> Bulk B ³	5	27	15	√	2.9
<i>A. torulosa</i> 15964 ¹	20	27	-		2.9
<i>A. torulosa</i> 16959	3	27	-		2.0
<i>A. torulosa</i> 18420	5	27	5		2.5
<i>A. torulosa</i> 18442	6	27	10		2.2
<i>A. torulosa</i> 19044	10	27	5	√	1.6
<i>A. torulosa</i> 19930	10	27	15	√	2.2
<i>A. torulosa</i> 19978	40	27	-		2.5
<i>A. torulosa</i> 20078	40	27	-	√	2.0
<i>A. torulosa</i> 20360	25	27	-		3.6
<i>A. torulosa</i> 20364	10	27	-	√	2.8
<i>A. plectocarpa</i> 18800	5	27	-	√	3.0
<i>A. plectocarpa</i> 18443	5	27	5		2.5
<i>A. plectocarpa</i> 16957	2	27	-	√	2.7
<i>A. eriopoda</i> 19183	40	54	-	√	2.1
<i>A. eriopoda</i> 18665	10	27	-	√	1.4
<i>A. eriopoda</i> 17164	40	27	-	√	2.2

¹ ATSC numbers.

² Bulk seed from 5 best branching *A. torulosa* trees (Field border trees planted in 1998).

³ Bulk seed from 5 best tall *A. torulosa* trees (Field border trees planted in 1998).

The potential advantages of *A. torulosa* include:

- Longer lived (> 15 yrs)
- Adapted to infertile soils (more drought tolerant)
- Less competition with agricultural crops (deeper rooted)
- Nutritious seed for human food (> amino acid content than *A. colei*).
- Seeds easier to harvest & process than *A. colei*.
- Seed can be stored for long periods.
- Higher & stable seed production than *A. colei*.
- Multi-purpose Agroforestry tree
 - Fuel wood products
 - Construction timber
 - Windbreaks
 - Seed
- Improve soil fertility via N. fixation & mulch/improved organic matter
- Reduce risk of famines
- Foliage unattractive to livestock
- Direct seeding.

Future directions: Research needs

The primary focus of Acacia research in the MIDP at Maradi over the next three years will continue to evaluate, select and breed *A. torulosa* provenances. Two types will be targeted: 1. Tall erect timber type. 2. Spreading high wood/ seed producer. Field experiments will establish both types in local Agroforestry systems.

The breeding system of *A. torulosa* although assumed to be outcrossing needs to be determined.

Seed needs to be analyzed for human and animal food potential. Methods for clonal propagation need to be identified. Direct seeding trials have been successful, but need to be refined to ensure rapid, reliable and cost effective propagation in the field.

Re-evaluation of a broader genetic base of other deeper rooting Acacia species such as *A. tumida* and *A. elachantha* and the selection of widely adapted, superior seed/wood producers of *A. colei* lines should be carried out.

The performance of Australian Acacias within the broader Sahelian Eco-farm Agroforestry systems research with pilot sites across Niger need to be monitored.

Proposed Regional Collaborative program

The case for establishing a long-term program for the domestication of Australian Acacias for the Sahelian zone of West Africa is stronger than ever. This program should be directed and co-ordinated by ICRAF with support from CGIAR and/or ACIAR. This program should embrace the major agro-climatic zones in the main West African countries (Mali, Burkina Faso, Senegal, Niger) with arid and semi-arid tropical zones. Major components of this program should include:

- Identify agro-climatic zones with potential.
- Provenance trials to identify adapted multi-purpose trees.
- Selection and breeding for key selection criteria for agro-climatic zones.
- Determine optimal management practices, planting methods, spacing, planting systems (Plantation, field borders, Agroforestry systems) in participation with the target communities.
- Cost/benefit analysis for Agroforestry systems based on Acacias versus traditional and alternative systems
- Funding for this program should come from recognized international sources to ensure long term funding and the viability of the program.

Once this program has been established key partners such as National agricultural research agencies and Non-Government Organizations involved in rural development (e.g. SIM, World Vision, Care etc) could be involved with local target communities to ensure potential impacts are realized.

A potential model for this program (5 yrs) could include:

- Program leader (ICRAF)
- Key Collaborator in each country
- Regional field trials in agro-climatic zones
- Annual workshops (2-3 days) for result sharing/discussion and direction setting. Rotated to different countries with field visits.
- Invited participant to include key technical advisors from CSIRO (ATSC).

An important starting point for this program should include a thorough examination and study of the factors that have either promoted or hindered the planting and uptake of Australian acacias for human food and other uses in the Maradi area of Niger.

A training and information workshop could be conducted at Maradi so that MIDP technicians with input from INRAN can share their extensive knowledge and experience (>10 yrs) with Australian Acacias.

Conclusion

Australian Acacias should be evaluated widely in the agro-climatic zones of the Sahel. Along with the promotion of more widely known species such as *A. colei*, ongoing evaluation and domestication of other promising species (e.g. *A. torulosa*) for use in Agroforestry systems should be a future priority. Whilst the past emphasis has been on developing new Human foods, a broader multi-purpose use for these Acacias should be encouraged. Local communities can decide what is the most suitable use for these species for their needs.

If progress is going to be made and poor communities impacted across the Sahel, then a well organized, long-term collaborative program for the domestication and promotion of these Acacias should be established with sustainable funding from international sources.

References

- Abasse, T. (2003a). The Coppicing system of *A. colei*. Paper presented at the International Workshop: Israel, IPALAC; November 2001.
- Abasse, T. (2003b). Reproductive biology of *Acacia colei* (Maslin and Thomson) in Niger Republic. PhD Thesis. University of Ibadan, Ibadan, Nigeria. P.253
- Abasse, T., Pasternak, D. and Abdou, D. (2004). Substitution of fishmeal and groundnut cake by *A. colei* in Chicken feed. (In prep).
- Cossalter, C. (1987). Introduction of Australian acacias into dry, tropical West Africa. *Forest Ecology and Management* **16**: 367- 389.
- Devitt, J. (1992). Acacia: a traditional Aboriginal food source in Central Australia. In *Australian Dry-zone Acacias for Human Food* (A. P. N House and C. E. Harwood, eds), pp 37-53. Proceedings of a workshop held at Glen Helen, Northern Territory, Australia, 7-10 August 1991. Division of Forestry, CSIRO, Canberra.
- Doran, J. C. and Turnbull, J.W. (eds) (1997) Australian Trees and Shrubs: Species for Land Rehabilitation and Farm Planting in the Tropics. ACIAR Monograph No. 24. ACIAR, Canberra. 384 pp.
- Evans, C; Rinaudo, T; Mathews, J; Strong, A; Perkins, R and Dickens, T. (eds) (2001). MIDP Technical Manual: Rural Community Development Methodologies of the Maradi Integrated Development Project 1984- 2001 Maradi, Republic of Niger, West Africa (CIDA: Canada, 2001).
- FAO (1999). *Food Balance Sheet, Africa*.
- <http://aps.fao.org/page/collection?subset=nutrition>
- Harwood, C. E., Rinaudo, T. and Adewusi, S. (1999). Developing Australian acacia seeds as a human food for the Sahel. *Unasylva* 196, 57-64.
- Latz, P. K. (1995). Bushfires and Bushtucker: Aboriginal and Plant Use in Central Australia. IAD Press, Alice Springs.
- Maslin, B. R. and Mc Donald, M. W. (1996). *A key to useful Australian acacias for the seasonally dry tropics*, CSIRO Forestry and Forest Products, Canberra.
- Nash, M. (2000). Compounding Disaster, *Time*, February 7, 2000.
- O'Connell, J.F., Latz, P.K. and Barnett, P. (1983). Traditional and modern plant use among the Alyawarra of central Australia. *Economic Botany* **37**, 80- 109.
- Rinaudo, T; Patel, T. and Thompson, L.A.J. (2002). Potential of Australian Acacias in combating hunger in semi-arid lands, *Conservation Science Western Australia* **4** (3): 161-169.
- Vietmeyer, N.D. (ed.) (1996). *Lost Crops of Africa*, vol 1. *Grains*. National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.

Annexe 10 : Reforesting the Sahel: Farmer Managed Natural Regeneration

P.J. Cunningham¹ and T. Abasse²

¹*SIM International, Maradi Integrated Development Program, B.P. 121 Maradi, Niger Republic*

²*INRAN Research Station, B.P. 240 Maradi, Niger Republic*

Summary

Traditional and current reforestation practices are inadequate to reverse the currents of increasing deforestation and desertification in the Sahel. A simple, income generating and self promoting reforestation system called Farmer Managed Natural Regeneration (FMNR) has been developed at Maradi, Niger. This system is based on the natural regeneration and management of tree stems from underground stumps. FMNR provides firewood, building timber, improves crop yields, animal productivity, increases biodiversity, improves the quality of life, gives income and has been used in the reclamation of degraded land. With FMNR, trees are owned by farmers and seen as beneficial. FMNR is self promoting and one of the few sustainable and expanding agro-forestry systems in the Sahel. Its practice where appropriate, has significant potential along with other agroforestry practices to transform the Sahel.

Résumé

Les pratiques classiques et courantes de reboisement ont montré leur limite face à la poussée de la déforestation et de la désertification au Sahel. Une technique de reboisement simple et non coûteux a été développée dans la région de Maradi au Niger, c'est la Régénération Naturelle Assistée.

La technique est basée sur le repérage, la sélection de trois rejets naturels vigoureux et leur protection. Les principales espèces utilisées sont : *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis*, *Faidherbia albida*, *Annona senegalensis*, *Combretum glutinosum*. C'est une activité qui améliore les conditions de vie des ménages. Elle fournit du bois de chauffe, de service et du fourrage pour les animaux. La Régénération Naturelle Assistée (RNA) permet d'améliorer le rendement des cultures et joue un rôle important dans la récupération des sols dégradés. Cette technique agroforestière bien appropriée par les producteurs, constitue un système durable à diffuser dans les autres régions du Sahel.

1. Introduction

It has been estimated that deforestation is proceeding at a rate at least 30 times greater than reforestation in many sub-Saharan countries (FAO, 1997). By the year 2010, the demand for fuel wood in Africa is expected to exceed 953 million cubic meters a year (FAO, 1986). Despite all the expenditure from Overseas Development Agencies on Forestry in Africa, there continues to be a massive scale of deforestation and desertification in the Sahelian zone of sub-Saharan Africa. It is clear that traditional approaches to re-forestation cannot change or reverse the current trends. Small-scale grass roots development projects are the future for development in Africa. The Maradi Integrated Development Program has over the last 20 years experimented with and developed a sustainable village based re-forestation system called Farmer Managed Natural Regeneration (Taylor & Rands, 1991, Rinaudo, 1994; 1999). This paper describes the development of this system and its potential to have significant impact for reforesting the Sahel.

2. Background

Prior to the 1980's reforestation in Niger was based on a typical western model, that relied on exotic species such as Eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) and Neem (*Azadirachta indica*). Expensive central tree nurseries and large projects such as the Ketia Project (80 km north of Maradi) and the Majji Valley windbreaks project (30 km west of Maradi) were not reproducible on a village level. Communities involved with tree planting did not continue once the project ended. Both government forestry services and non-government projects focused on the problem of deforestation and ignored the social understanding of farmers. Farmers resented the forestry service and saw trees as weed competitors on their farms. Because fines were imposed for tree cutting, the farmers rationalized that they should keep their paddock free of trees.

In addition to the growing population, the need for wood for cooking, heating, building and income, together with frequent famines in the 1970's and 1980's lead to food shortages that put great pressure on the forest resources. Wood was one of the few remaining marketable resources, so rapid and extensive de-forestation occurred. Once the trees were removed, barren, infertile, windswept landscapes were the norm. A good farmer was considered one who had treeless land and one who kept his fields free of any regrowth shoots.

Any hope for the future needed to begin with the farmers and a change in the way they cleared the land. The Maradi Integrated Development Project (MIDP) realized that tree planting schemes did not and would not work in the future. Instead, the farmers needed to be persuaded to protect a certain percentage of the naturally regenerating trees on their farms for firewood, diverse products and protection of their crops and the environment. What followed was a conservation and tree production system called Farmer Managed Natural Regeneration (FMNR). This simple farmer managed, sustainable, income generating conservation technique, which began in 1983, has transformed the Maradi region and has the potential to transform the entire Sahelian region.

3. Farmer Managed Natural Regeneration (FMNR): Maradi case study

A close look at most farmer's fields in the Maradi region shows they produce a massive number of regrowth shoots from underground tree stumps each year. FMNR is a simple technique whereby farmers leave a certain number of shoots per stump and a certain number of stumps per hectare to regenerate in their fields. Excess shoots are then cut and side branches trimmed half way up the stems.

There have been three main phases in the development of FMNR:

- Modern clearing. Single stems were left from about 40 stumps per hectare and pruned.
- New modern clearing. A more intensive form of FMNR where 5 stems were left per stump with the idea of harvesting one stem each successive year, while allowing a new stem to replace it. The remaining pruned stems grow rapidly. Stems on 50-100 stumps per hectare were pruned.
- Every stump gives a profit. Five stems were left and pruned on every stump growing on their land for the length of the dry season. Just prior to the cropping season, they then cut out all the stems they do not want.

Although beginning slowing, FMNR was given wider exposure by Food for Work programs during famine years in 1985 and 1989. It has become a standard practice in hundreds of villages in the Maradi region and has extended across other regions of Niger. It is estimated that more than 20 million trees have been naturally regenerated and pruned for multiple uses in the Maradi region over the last 17 years of the MIDP (Evans *et al*, 2001).

The main tree species used for FMNR in the Maradi region have been *Bauhinia reticulata*, *Guiera senegalensis*, *Combretum* and *Ziziphus* spp. Trees that do not hinder crop growth are the most acceptable species for FMNR.

3.1 Benefits and Weaknesses of FMNR

There are numerous economic and environmental benefits from the adoption of FMNR:

- Firewood and building timber is readily available for personal use and for sale. One-year-old poles can bring 30 cfa, and five year old poles up to 1000 cfa. Wood can be sold at any time of year according to need. A 1999 survey of farmers using FMNR showed that 76% used wood from their own fields for cooking and 48% had surplus wood for sale. The average income per farmer from wood sales in 1998 was 17, 465 cfa (2 months of food for one family), but some farmers earned more than 150,000 cfa depending on the intensity of their FMNR (Evans, 1999).
- Reclamation of degraded land increased significantly with FMNR because of the availability of organic matter. Leaves, twigs and small branches laced on hardpan areas are rapidly incorporated into the soil profile by termites. This improves the soil structure and breaks the hardpan, thus allowing good infiltration and reduced soil erosion. In addition, wind passing over the debris deposits significant amounts of silt and fine organic matter. Within only one season totally unproductive hardpans can be restored to fertile fields.
- Crop yields and animal productivity are improved. Grazing animals are attracted to edible tree pods so spend more time on the farms and depositing manure. Trees provide shelter and shade for crops, reduce evaporation, soil temperatures, and soil erosion, and provide valuable mulch which improves soil fertility. With FMNR farmers have enough wood for cooking and building requirement so crop residues are left on the fields for mulching. These residues also attract windblown silt and rapidly build soil fertility so greatly enhance crop production.
- Increases in biodiversity have a positive effect on the entire region. 79% of farmers surveyed noticed increased wildlife diversity. Animals and birds have re-entered the region along with many predatory insects that reduce the need for pesticides and hence restore a balance in the ecosystem.
- Income generated from sales of firewood and timber in the local economy is significant.
- The quality of life improves markedly as wind speeds and dust load are reduced. Shade is available and the landscape is returning to a natural savanna with multi-purpose trees and shrubs.
- Promotion of FMNR by participating farmers enables FMNR to “sell itself”, making it one of the few truly sustainable and expanding agro-forestry practices in the Sahel.

Some of the weaknesses and constraints of FMNR include:

- Competition with other forms of tree cover (such as Australian Acacia's and nursery trees) has been very high as FMNR has a low labour requirement, gives quick returns and immediate results compared to the more labour intensive, high-cost tree nurseries which generally give poorer results.
- The presence of live stumps of suitable tree species is essential for FMNR. However, large areas of land devoid of tree stumps which have been re-vegetated by tree planting and direct seeding have subsequently been managed using FMNR.
- Droughts reduce the impact of FMNR as farmers are often forced to cut trees for income during famine times. Trees that coppice however, have a very high recovery rate, so that FMNR can be readily restored when seasons improve.

- Proximity to markets may limit the establishment of FMNR. Wood prices are lower in rural areas, but because the wood shortage is so great in Niger, farmers still benefit greatly from FMNR that is distant from markets.
- Climate is a significant barrier to FMNR in lower rainfall areas where tree growth rates are slower. This will require modifications to FMNR practices.
- Cultural values are also a significant barrier to the adoption of FMNR. Ownership and security of land tenure, and respect for property varies with cultures. Innovation and individuality are often ridiculed in subsistence farming communities. Farmers and herders have different perceptions of the value of trees and natural resources. Inappropriate forestry laws where farmers are not allowed to cut trees on their own land would have a negative impact on FMNR.

3.2 Reasons for the success of FMNR

There are multiple reasons for the success of FMNR in the Maradi region. Perhaps the single most important factor has been the change in farmers' perceptions that trees are no longer "nuisance weeds" or "crop competitors" to one where trees are an integral part of sustainable farming, improve crop productivity and generate income.

Other reasons include:

- The desperate need for wood.
- Wide exposure in the district through teaching and demonstration via Food for Work programs and trust in the MIDP extension staff.
- FMNR spread from farmer to farmer without dependence on projects.
- Farmers were given ownership of trees on their own land.
- The development of a culturally appropriate and community based regulatory system ensured farmers' trees were protected.
- The FMNR is simple, profitable and required only the farmer's labour.
- Trees were quickly recognized as useful and crop yields improved.
- There was increased fodder available for livestock.

4. Future Research

In the Maradi region, most of the necessary research has been completed and successful adoption of FMNR has occurred. Farmers are free to experiment and adopt modifications according to their particular conditions and circumstances. The challenge now remains for national and regional (Sahelian zone) adoption.

In other regions of Niger and Sahelian countries, research should be done to identify regions suitable for FMNR and the local tree species that could be used. Simple experiments with small groups of farmers with these tree species should be done to test the validity and suitability of the regeneration process. Perceived barriers to the successful implementation of FMNR should be assessed along with climate and cultural challenges.

5. Collaborative regional activities

FMNR is a farmer based agroforestry practice. Therefore any regional collaborative activities need to be with appropriate grass roots development projects, government extension agencies, appropriate community groups or farmers clubs.

Development agencies and interested technicians working with farmers are welcome to visit the MIDP at Maradi for training and field demonstrations of FMNR.

6. Conclusion

FMNR has been the most significant output from the MIDP over the last 20 years and where practiced has transformed the landscape to provide a sustainable agroforestry system. In view of the current inadequate approaches to re-forestation and the ever-increasing demand for wood products in the Sahel, FMNR where practicable, should be given high consideration and widely promoted as both an important re-forestation process and a sustainable agroforestry system. It is low cost, gives rapid economic returns, is easy to implement and restores the environment. Its great potential is based on a people movement of farmers with changed perceptions and hope for the future.

Together with other agroforestry practices that aim to introduce and re-introduce important tree species into the Sahel, FMNR has enormous potential to impact the whole Sahelian region and to provide a much needed boost to the welfare of communities caught in a downward cycle of poverty.

References

Evans, C; Rinaudo, T; Mathews, J; Strong, A; Perkins, R and Dickens, T. (2001). MIDP Technical Manual: Rural Community Development Methodologies of the Maradi Integrated Development Project 1984- 2001 Maradi, Republic of Niger, West Africa (CIDA: Canada, 2001).

Evans, C. (1999). Comprehensive evaluation of MIDP Program Components. (SIM, Unpublished document).

FAO (1986). Atlas of African Agriculture. African Agriculture – the next 25 years. FAO, Rome, Italy

FAO (1997). State of the Worlds Forests. FAO, Rome, Italy.

Rinaudo, T. (1994). Tailoring Wind Erosion Control Methods to Farmers' Specific Needs, in Proceedings of the International Symposium 'Wind Erosion in West Africa: The Problem and Its Control' B. Buerkert, B.E Allison and M. von Oppen (Editors); University of Hohenheim, Germany, 5-7 December, 1994.

Rinaudo, T. (1999). Utilizing the Underground Forest: Farmer Managed Natural Regeneration of Trees, in Dov Pasternak and Arnold Schlissel (Eds). Combating Desertification with Plants. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Taylor, G and Rounds, B. (1991). Trees and Forests in the Management of Rural Areas in the West African Sahel: Farmer Managed Natural Regeneration. In *Revue Forestière Française 10e Congrès Forestier Mondial Paris - 1991*.

Annexe 11 : Domestication des espèces agroforestières au Sénégal

Ismaila Diallo

ISRA/CNRF, B.P. 2312 Dakar, Sénégal

1. Contexte

Les cycles de sécheresse des dernières décennies et les actions anthropiques abusives ont entraîné une importante dégradation du couvert végétal au Sénégal. Cette situation a favorisé l'installation et la persistance de différentes formes d'érosion qui ont contribué à l'appauvrissement progressif des terres entraînant une baisse des productions agricoles.

En conséquence, les populations sous-produits s'orientent de plus en plus vers l'exploitation et la commercialisation des produits et sous produits forestiers. Les formations forestières participent de façon déterminante à la satisfaction des besoins alimentaires et énergétiques des populations (FAO, 1993). Dès lors, il est urgent de définir des stratégies susceptibles d'infléchir la tendance de dégradation des ressources forestières afin de restaurer les écosystèmes.

La réhabilitation des écosystèmes forestiers et agroforestiers pour la satisfaction des besoins des populations en produits forestiers ligneux et non ligneux passe, entre autres, par la définition de stratégies basées sur la réintégration d'espèces forestières à usages multiples dans les systèmes d'utilisation des terres. Ces stratégies apparaissent comme les plus aptes à promouvoir une agriculture durable et rentable en contribuant au maintien et à la restauration de la fertilité des sols (Gassama, 1996).

Parmi les espèces à usages multiples, figurent les fruitiers forestiers qui, en plus de leur fonction écologique, jouent un rôle important aussi bien dans l'économie de l'exploitation que dans l'économie nationale. Ainsi, les fruitiers forestiers commencent à être pris en compte dans les plans d'aménagement des forêts et le développement de programmes d'amélioration et de domestication des espèces les plus importantes (Simons, 1997).

Par ailleurs, face à la baisse des productions agricoles, les fruitiers forestiers offrent une alternative crédible pour assurer la sécurité alimentaire et un meilleur équilibre nutritionnel pour tous les groupes d'âges, en particulier les femmes et les enfants. Il faudra, accorder une place importante à la femme dans le processus de valorisation de ces arbres, compte tenu du rôle qu'elle joue dans la collecte, la transformation et la commercialisation des produits forestiers ligneux et non ligneux.

C'est pour mieux prendre en charge la demande sociale en matière de fruits forestiers que le Centre National de Recherches Forestières (CNRF) de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) a initié depuis quelques années un programme de domestication et de valorisation des principaux fruitiers forestiers autochtones.

Cette domestication vise à raccourcir, à travers les méthodes simples de multiplication végétative horticole, le cycle de la première fructification afin d'encourager les populations à mettre en place des vergers de production de fruits pour accroître les revenus générés.

2. Rappels

C'est en 1990 que le CNRF a commencé à mener des activités spécifiques dans le domaine de la domestication des espèces fruitières forestières et agroforestières à travers le projet sur les ligneux fruitiers. Les premiers travaux ont porté sur la prospection des peuplements de *Tamarindus indica* et de *Ziziphus mauritiana*. En outre, la sélection participative des meilleurs provenances/ descendances qui a été faite a permis de mettre en place des essais fournissant ainsi un matériel de choix pour la domestication de ces espèces. Cette étude a permis d'identifier par zone écogéographique les principales espèces fruitières forestières et/ou agroforestières pour lesquelles des besoins d'approfondissement des connaissances ont été exprimés.

Dans cette dynamique, une « priorisation » des espèces à usages multiples a été faite (Ndour et Gaye, 1995) dans le cadre du réseau SALWA dans le Bassin Arachidier. Les enquêtes menées avaient permis :

- d'identifier les 10 espèces à usages multiples les plus prisées par les populations ;
- de connaître les utilisations faites des produits et les services rendus par ces espèces ;
- de déterminer les critères d'amélioration définis par les populations pour chaque espèce.

Parmi les 10 espèces prioritaires citées par les populations on retrouve 7 espèces fruitières (Tableau 7) à savoir par ordre d'importance : *Adansonia digitata*, *Cordyla pinnata*, *Tamarindus indica*, *Balanites aegyptiaca*, *Parkia biglobosa* et *Detarium microcarpum*.

Tableau 7 Espèces fruitières agroforestières et forestières prioritaires

ESSENCES	Utilisations finales				Opérations/Activités							
					Exploration & récolte		Evaluation		Conservation		Utilisation du matériel génétique	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Ziziphus mauritiana</i>		X			X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Adansonia digitata</i>		X			X	X	X	X	X			X
<i>Tamarindus indica</i>		X				X	X	X	X	X		X
<i>Parkia biglobosa</i>		X				X	X	X	X			X
<i>Anacardium occidentale</i>		X				X		X		X		X
<i>Saba senegalensis</i>		X			X	X	X	X	X	X	X	X

Le choix a été basé sur des critères alimentaire, fourrager, pharmaceutique et énergétique. Pour chacune des espèces choisies, des critères d'amélioration basés sur la qualité fruitière et la quantité de la production ont été définis.

Par ailleurs, plusieurs essais provenances/descendances ont été mis en place dans le cadre du Projet National de Semences Forestières depuis 1994. Ces essais ont permis d'évaluer les performances dendrométriques des provenances/descendances qui fournissent aujourd'hui un matériel végétal de qualité supérieure, sur le plan génétique conformément aux règles de l'OCDE, très prisé dans un programme de domestication. En outre, les activités menées ont permis de mieux connaître la biologie de la reproduction et de mettre au point les techniques d'hybridation contrôlée pour quelques espèces fruitières forestières (*Anacardium occidentale*, *Balanites aegyptiaca*, *Tamarindus indica* et *Ziziphus mauritiana*) dans le cadre de mémoires de DEA et/ou de Thèse. La création d'hybrides performants permet de disposer d'un matériel végétal à haute valeur ajoutée recherché dans le programme de domestication.

Plusieurs vergers clonaux (*Anacardium occidentale*, *Ziziphus mauritiana*) ont aussi été mis en place dans le cadre de ce projet dont l'objectif est de mettre à la disposition des utilisateurs des semences et du matériel végétal de meilleure qualité tant génétique que physiologique.

Dans le souci de mieux capitaliser les résultats acquis, un projet sur la domestication et la valorisation des fruitiers forestiers a été conduit en 2000. Ce projet a permis d'élargir la gamme à huit espèces (*Balanites aegyptiaca*, *Ziziphus mauritiana*, *Anacardium occidentale*, *Saba senegalensis*, *Landolphia heudelotii*, *Detarium senegalense*, *Tamarindus indica* et *Adansonia digitata*).

Ce projet a permis d'estimer le potentiel biologique à travers la connaissance de la structure et de la productivité des peuplements des espèces ciblées. Il a aussi permis de développer un programme d'amélioration basé sur (i) la sélection d'arbres « élites » suivant des critères définis en rapport avec les populations et (ii) la multiplication végétative (horticole et/ou *in vitro*). Ainsi, pour toutes les espèces ciblées, une sélection d'individus a été faite dans leurs zones de répartition géographique au niveau national.

Les individus sélectionnés sont géoréférencés et fournissent les boutures et/ou greffons pour les besoins de la multiplication végétative. Ainsi, la multiplication végétative (greffage surtout) a été maîtrisée pour l'ensemble des espèces. Actuellement, elle est entrain d'être appliquée sur les individus sélectionnés afin de mettre en place des parcelles clonales de production en milieu paysan. En plus des individus sélectionnés, des variétés performantes (cas du jujubier Gola) ont été introduites, puis propagées de manière végétative.

La multiplication végétative offre l'avantage de raccourcir la période de la première fructification favorisant ainsi l'utilisation des espèces dans les terroirs comme vergers agrosylvicoles.

Dans le souci de rentabiliser les parcelles paysannes mises en place, un programme d'arboriculture fruitière a été développé pour l'essentiel des espèces étudiées. Ce programme prend en compte (i) la fertilisation et la mychorization, (ii) le traitement phytosanitaire et (iii) la gestion arboricole. Ceci permet d'augmenter la production et la productivité des clones. Avec un recul de trois ans, on se rend compte que les tailles de gestion ont permis de quintupler la production de jujubier Gola par exemple.

Par ailleurs, un volet important lié à la conservation et à la transformation des produits a été développé en partenariat avec l'Institut de Technologie Alimentaire (ITA). A cet effet, une caractérisation biochimique des fruits de certaines espèces (*Saba senegalensis*, *Detarium microcarpum*, *Ziziphus mauritiana* et *Tamarindus indica*) a été faite. Cette caractérisation biochimique (détermination de la composition chimique) qui a été faite à tous les stades de l'évolution des fruits est un élément essentiel pour mesurer l'impact de la domestication au niveau de la valeur nutritive et des moyens de conservation. En ce qui concerne les techniques de conservation, elles ont été mises au point pour les espèces suivantes : *Detarium senegalense*, *Saba senegalensis*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*.

La détermination des stades et des méthodes de récolte a permis d'obtenir des fruits de meilleure qualité organoleptique assurant du coup une plus grande valeur marchande.

3. Zones d'intervention

Les principales zones de production des différentes espèces retenues sont :

- Régions de Saint-Louis, Louga et Thiès pour *Balanites aegyptiaca* et *Ziziphus mauritiana* ;
- Régions de Fatick et Kolda pour *Anacardium occidentale* ;
- Régions de Kolda, Ziguinchor et Tambacounda pour *Saba senegalensis* et *Landolphia heudelotii* ;
- Régions de Fatick et Ziguinchor pour *Detarium senegalense* ;
- Régions de Thiès, Fatick et Kaolack pour *Tamarindus indica* et *Adansonia digitata*.

4. Principaux résultats obtenus

4.1 Structure des peuplements

D'une manière générale, les peuplements des espèces fruitières forestières étudiées ne se régénèrent pas (cas de *Tamarindus indica*, *Adansonia digitata* et *Detarium senegalense*) ou très peu (cas de *Ziziphus mauritiana*). Il est donc nécessaire de prendre des mesures pour garantir la pérennité de ces peuplements. La voie actuellement utilisée est de domestiquer ces espèces pour les intégrer dans les vergers agrosylvicoles paysans.

4.2 Stratégie de sélection

La stratégie de sélection permet de constituer un premier noyau de matériel végétal qui peut être cloné dans une double perspective :

- à court terme : diffuser du matériel végétal sélectionné par les populations dans sa zone éco-géographique. Le clonage de ce matériel végétal sélectionné permet, d'une part de reproduire fidèlement les caractéristiques de l'arbre mère, d'autre part de raccourcir la période de la première fructification ;
- à moyen et long termes : le matériel sélectionné devrait être introduit dans des essais multiclonaux et multilocaux afin d'évaluer les performances des divers clones du point de vue de l'adaptation, la croissance et la production fruitière (qualitative et quantitative). Ces essais permettraient de différencier la composante environnementale de la composante génétique dans les performances du matériel sélectionné. Ces résultats devraient permettre, pour autant que les caractères intéressants soient hautement héréditaires, d'utiliser les clones les plus intéressants comme géniteurs dans un programme d'amélioration basé sur les croisements contrôlés.

4.3 Multiplication végétative

Les expérimentations menées confirment l'intérêt du greffage et ouvrent des perspectives d'applications et de recherches intéressantes. Les essais portant sur le greffage de matériel juvénile ont permis d'en établir la « faisabilité » pour certaines espèces (*Detarium senegalense* et *Saba senegalensis*) ainsi que de déterminer pour l'ensemble des espèces, les périodes et les techniques les plus appropriées. Bien que les taux de réussite du greffage de matériel âgé restent très modestes pour certaines espèces, il est à présent envisageable d'initier un processus de greffage en cascade qui permet un rajeunissement progressif du matériel âgé.

Un domaine d'application immédiat des recherches sur la multiplication végétative concerne naturellement la propagation des arbres « plus » sélectionnés avec l'aide des populations et leur diffusion à grande échelle par la mise au point et le transfert de méthodes de multiplication à faible technicité.

4.4 Hybridation contrôlée

La connaissance de la biologie de la reproduction a permis de mettre au point les techniques d'hybridation contrôlée chez quatre espèces (*Anacardium occidentale*, *Ziziphus mauritiana*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*). L'avantage de cette hybridation est de croiser des individus sélectionnés pour des critères précis afin d'avoir dans la descendance des hybrides présentant les caractères sélectionnés des deux parents.

4.5 Conservation et transformation des fruits

Caractérisation biométrique et chimique

La démarche est partielle car elle ne prend pas en compte les aspects qualitatifs de la production fruitière que sur une seule année. Pour être complète, elle devrait prendre en compte les aspects quantitatifs de la production sur plusieurs années.

Transformation des fruits

Pour *Anacardium occidentale* qui a un faux fruit dont la pomme juteuse est plus riche que l'orange en vitamine C, les investigations se poursuivront pour la vulgarisation des résultats obtenus et la réduction de l'astringence du jus qui peut donner une bonne boisson.

Pour *Detarium senegalense*, il reste beaucoup à faire : organisation de la collecte, de la commercialisation et surtout la sensibilisation pour une récolte rationalisée. La domestication de ce fruitier est un gage pour sa valorisation en maîtrisant les paramètres de la bonne période de récolte, les conditions de stockage, les procédés de transformation et le circuit de commercialisation.

Quant à *Ziziphus mauritiana*, son fruit apparaît intéressant pour obtenir des dérivés stables. Il est très parfumé et pourrait être utilisé comme aromatisant dans les préparations de boissons.

5. Perspectives

Compte tenu de l'importance grandissante des fruitiers forestiers dans l'économie de l'exploitation et l'économie nationale d'une part et de l'état de dégradation des formations forestières et agroforestières d'autre part, il apparaît urgent de développer des stratégies susceptibles de concilier les objectifs de satisfaction des besoins des populations et ceux de la préservation de la ressource.

A ce titre, la domestication constitue une alternative crédible dans la mesure où elle permet de raccourcir le cycle de la première fructification, mais aussi et surtout, parce qu'elle peut promouvoir la mise en place de vergers agrosylvicoles à partir d'individus à haute valeur ajoutée. Compte tenu du fait que la problématique est quasiment la même dans plusieurs pays de la sous région et les ressources financières de plus en plus rares, il devient incontournable de s'orienter vers la mise en place de réseaux.

Une telle option de participation à des réseaux est en accord avec les grandes orientations actuelles en matière de bases/centres et de pôles d'excellence pour un partage adéquat des moyens et des tâches en fonction des avantages comparatifs et des compétences des différents partenaires.

En effet, les pays d'Afrique tropicale sèche, pris individuellement n'ont pas les moyens techniques, humains et financiers pour lever les contraintes multiples et variées au développement des populations. D'où la nécessité et l'urgence de mettre en place des mécanismes de coopération à travers des réseaux susceptibles de renforcer les capacités nationales. Cela suppose qu'au niveau national, toutes les synergies nécessaires ont été développées de manière à rendre les actions plus visibles donc plus profitables aux destinataires finaux, à savoir les populations.

Ainsi, la mise en place d'un réseau sous régional sur la domestication des principales espèces fruitières agroforestières et forestières permettrait d'élaborer un programme fédérateur qui aura pour finalité d'améliorer la production et la productivité de ces espèces.

A cet effet, il faut signaler l'existence de plusieurs réseaux qui prennent en compte de plus en plus la dimension domestication des espèces fruitières dans leurs programmes (CORAF, AFORNET, Jachère, etc.). Dès lors, il devient urgent de mettre en place un mécanisme qui permette de prendre en charge la problématique de la domestication dans une parfaite cohérence dans les approches et dans les finalités.

Le réseau qui cristallisera toutes les questions liées à la domestication, pour contribuer efficacement à la recherche de solutions aux problèmes de développement des partenaires, doit asseoir une gestion souple décentralisée et évolutive. Il doit jouer le rôle de centre de coordination pour identifier les principaux thèmes qui intéressent les différents partenaires afin de trouver les ressources nécessaires leur permettant de mener à bien leurs expériences, éditer et publier la documentation transmise et constituer ainsi une base de données. Ce rôle ne pourra être pleinement rempli que lorsque la communauté des donateurs prendra conscience de l'importance de la domestication des espèces fruitières forestières et agroforestières dans la lutte contre la pauvreté et l'amélioration de l'état nutritionnel des populations les plus vulnérables, les femmes et les enfants.

6. Collaboration internationale

Les efforts internes des pays et la mise en place de réseaux ne suffiront pas à créer les conditions nécessaires à la mise en œuvre d'un programme coopératif. En effet, il faut que les donateurs participent dans l'effort de renforcement des capacités scientifiques, techniques et financières des pays, et aussi dans la collaboration en matière de transfert de technologies. Il faudrait également mettre à profit les opportunités de collaboration avec les organisations régionales africaines (CORAF-Forêt, CILSS/INSAH, SAFORGEN, AFORNET, etc.) et les organisations internationales (FAO, DANIDA, ICRAF, etc.).

Bibliographie

CNRF (2002). Rapport technique d'activités du projet domestication et valorisation des fruitiers forestiers au Sénégal. FNRAA, 21p.

DRPF (1997). Rapport final du projet ligneux fruitiers. Direction de la Recherche sur les Productions Forestières, ISRA, Dakar, Sénégal.

FAO (1993). Espèces fruitières forestières. Etudes FAO, Forêt N° 34, Rome. 201p.

Gassama Y.K. (1996). Etude de voies d'amélioration génétique par la biologie de la reproduction, les potentialités de clonage in vitro et la symbiose fixatrice d'azote chez *Acacia albida* (Del.) A. Chev., UCAD, Dakar, Sénégal, 177p.

Ndour B. et Gaye A. (1995). Prioritisation et utilisation des ligneux à usages multiples dans le Bassin arachidier au Sénégal, ICRAF/SALWA, 20p.

Ndoye M. (1999). Etude de la biologie de la reproduction chez *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. en peuplements naturels. Mémoire DEA, Faculté des Sciences, UCAD, Dakar, 60p.

Niang D. (2002). Etude de la biologie de la reproduction chez *Anacardium occidentale* L. (*Anacardiaceae*). Mem. DEA. UCAD, 57p.

Simons T. (1997). The importance of germplasm policies in tree domestication. Advance proceedings of the International Workshop on policy aspects of tree germplasm and supply. Nairobi, Kenya, 6-8 oct. 1997, ICRAF, Nairobi Kenya. 15p.

Annexe 12 : Exercices sur la préparation d'un projet domestication

ACTIVITIES		OUTPUTS	OUTCOMES	IMPACT
		Immediate result (2-5 years)	Intermediate result (3-10 years)	Long-term result (5-15 years)
Focal area	Change in resources going towards a problem or opportunity	Change in knowledge, capacity of resource availability (germplasm, methods)		
1	Quality analyses		Better functioning markets	Income
1	Tree product processing	Transformation options developed	Enhanced processing	Health
1	Tree product marketing studies		Increased association of farmers	Biodiversity
1	Tree seed/propagule marketing	Increased seed/propagule availability	Increased tree planting	
1	Nursery business training	Better functioning nursery business	Policies reformed	
1	Market info system		Sustainable seed systems in place	
2	Germplasm exploration/collection	Cultivars developed		
2	Morphological characterisation	Policy options developed		
2	Establishment of live genebanks	Extension leaflets		
2	Germplasm storage/conservation (orthodox spp.)			
2	Seed physiology studies			
2	Quarantine	Screened new introductions available		
2	Seed sourcing and distribution	Seed available		
2	Multiplication (seed) and seed orchard design, composition, management			
2	Multiplication (clones) incl. micropropagation			
2	Species, prov, variety, clonal testing			
2	Reproductive biology			
2	Molecular analyses (incl. Collection leaf samples, taxonomy)	Understanding of variation		
2	Nursery production research (substrates, containers, light, irrigation)	Nursery practices known		
2	Nursery surveys	Scale and variety of seedling production understood		
2	Seed system analysis			
2	Writing species extension leaflets			

3	Selection			
3	Tree improvement (breeding, crossing)			
3	Tree diversity inventory - baseline	Tree diversity quantified		
3	Tree management research (spacing, pruning, fertiliser, irrigation)	Management requirements known		
3	Pest and disease research			
3	Propagation research (stem cuttings, root cuttings, grafts, marcots)			
4	Indigenous knowledge surveys	knowledge registered farmer knowledge understood		
4	Setting up decentralised multiplication			
4	Farmer diversification			
4	Establishing nursery associations	Associations formed		
4	Species site matching (incl. Recommendation domains)			
4	Production economics			
4	Training future extensionists (e.g. Nursery operators)			
4	Adoption studies			
4	Scaling up work			
4	Demonstrations			

Working Paper Series – World Agroforestry Centre

1. Agroforestry in the drylands of eastern Africa: a call to action
2. Biodiversity conservation through agroforestry: managing tree species diversity within a network of community-based, nongovernmental, governmental and research organizations in western Kenya.
3. Invasion of *prosopis juliflora* and local livelihoods: Case study from the Lake Baringo area of Kenya
4. Leadership for change in Farmers Organizations: Training report: Ridar Hotel, Kampala, 29th March to 2nd April 2005
5. Domestication des espèces agroforestières au Sahel : situation actuelle et perspective

ICRAF LIBRARY
P.O Box 30677
Nairobi

This book /periodical/Document is due for return to the
library on the last date stamped below.

08 JUN 2006		
-------------	--	--

Who we are

The World Agroforestry Centre is the international leader in the science and practice of integrating 'working trees' on small farms and in rural landscapes. We have invigorated the ancient practice of growing trees on farms, using innovative science for development to transform lives and landscapes.

Our vision

Our Vision is an 'Agroforestry Transformation' in the developing world resulting in a massive increase in the use of working trees on working landscapes by smallholder rural households that helps ensure security in food, nutrition, income, health, shelter and energy and a regenerated environment.

Our mission

Our mission is to advance the science and practice of agroforestry to help realize an 'Agroforestry Transformation' throughout the developing world.

A Future Harvest Centre supported by the CGIAR

United Nations Avenue, Gigiri - PO Box 30677 - 00100 Nairobi, Kenya

Tel: +254 20 7224000 or via USA +1 650 833 6645

Fax: +254 20 7224001 or via USA +1 650 833 6646

Sahel Regional Programme - c/o ICRISAT, BP 320, Bamako, Mali

Tel: +223 223375/227707 - Fax: +223 228683

www.worldagroforestry.org