

MANUEL DE COURS EN AGROFORESTERIE

A l'intention des établissements d'enseignement supérieur du Sahel

Juillet 2001

Auteurs

Ont participé à la rédaction du manuel :

- Birahim Fall - Ecole Nationale des Cadres Ruraux; Bambey, Sénégal.
- Idrissa Hamidou - Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niger.
- N'Tio Niamaly - Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée, Katibougou, Mali.
- Kardigué Coulibaly - Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée, Katibougou, Mali.
- Chantal Kaboré-Zougrana - Institut du Développement Rural ; Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Burkina Faso.
- Malick Ladjy Sylla - Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée, Katibougou, Mali ; Coordinateur intérimaire ANAFE/SAHEL.

PREFACE

Le constat accablant est là :

- les ressources naturelles du Sahel se dégradent rapidement ;
- l'appauvrissement des sols s'y généralise ;
- la production vivrière par habitant baisse continuellement ;
- la désertification a pris une ampleur inquiétante.

L'ICRAF (Centre International pour la Recherche en Agroforesterie) a prouvé que l'agroforesterie, pratique séculaire et en même temps approche innovatrice, était une alternative crédible pour la gestion rationnelle des ressources naturelles et la lutte contre la désertification en vue d'une production soutenue et durable et un développement harmonieux des populations rurales.

Alors, que faire pour vulgariser et généraliser la pratique de l'agroforesterie ?

L'un des moyens assurant l'efficacité et la continuité de ces actions est certes la formation, la formation de cadres convaincus, maîtrisant les technologies agroforestières, capables et prêts à les appliquer et à en faire profiter.

Voilà des raisons qui justifiaient pleinement la création en 1993 de l'ANAFE (Réseau Africain pour l'Education en Agroforesterie) dont le nombre d'institutions membres de cette date à 2001 est passé de 29 à 106. Pour la mise en pratique des objectifs et du modus operandi de l'ANAFE, la régionalisation du réseau s'imposait. Ainsi sont nées les équipes régionales de formation et d'éducation en agroforesterie (RAFT) au nombre de quatre.

Le RAFT/SAHEL a pris l'initiative, qui relève de la gageure, de proposer aux formateurs un manuel d'agroforesterie pour les établissements d'enseignement supérieur du Burkina Faso, du Mali, du Niger et du Sénégal.

Ce manuel est un essai. Un essai qui s'appuie sur les nombreux travaux et publications de l'ICRAF, fait la synthèse des expériences d'enseignement de l'agroforesterie dans chacun des pays concernés et aussi un essai d'homogénéisation (pas d'uniformisation !) de cet enseignement. Comme tel, il est évident qu'il ne peut prétendre ni à la perfection, ni à la prise en compte de tous les aspects de ce domaine vaste et complexe qu'est l'agroforesterie.

Le formateur y trouvera certes les notions essentielles, mais son utilisation exigera de ce dernier un travail d'adaptation au milieu spécifique où il évolue, complété par des exposés, des rencontres, des travaux pratiques, des visites de terrain, des études de cas...

Nous disons qu'il fallait cette première. Maintenant, il importe que tous les établissements d'enseignement supérieur des quatre pays, tous les enseignants de la discipline apportent leurs contributions par des critiques constructives, des suggestions et propositions d'amélioration qui seront toujours les bienvenues.

SOMMAIRE

Chapitre I : Généralités

- 1.1 Introduction
- 1.2 Justifications
- 1.3 Définition de l'agroforesterie
- 1.4 Concepts de base de l'agroforesterie

Chapitre II : Systèmes agroforestiers

- 2.1 Introduction
- 2.2 Systèmes Agrosylvicoles
- 2.3 Systèmes sylvopastoraux
- 2.4 Systèmes agrosylvopastoraux
- 2.5 Diagnostic des systèmes d'utilisation des terres

Chapitre III : Technologies agroforestières

- 3.1 Parcs agroforestiers
- 3.2 Haie vives
- 3.3 Brises- vents
- 3.4 Culture en couloirs
- 3.5 Système taungya
- 3.6 Jachères améliorées
- 3.7 Banques fourragères
- 3.8 Banques alimentaires

Chapitre IV : Etat actuel de l'agroforesterie au Sahel et perspectives.

Références bibliographiques

Annexes

Chapitre I : GENERALITES

1.1. Introduction

Les pays sahéliens sont confrontés depuis plusieurs décennies à une dégradation continue de leur environnement se traduisant par une crise énergétique et un déficit alimentaire de plus en plus aigus. Malgré toutes les innovations introduites de manière sectorielle, la situation reste encore particulièrement préoccupante.

La pression démographique et son corollaire, la recherche de nouvelles terres de culture, ont souvent contribué à la diminution des espaces forestiers entraînant des conflits ouverts entre les différents acteurs du développement rural. Dans ce contexte, l'agroforesterie constitue une alternative viable pour rehausser le niveau de fertilité des sols, satisfaire les besoins en bois de feu, de service et résorber le déficit alimentaire.

Depuis très longtemps, les agriculteurs de l'Afrique sub-saharienne se livrent à des activités culturales et pastorales sur des terres plantées d'arbres. En témoignent les formations caractéristiques de *Faidherbia albida* qui protègent et fertilisent les sols en zone semi-aride, tout en assurant l'alimentation du bétail pendant la saison sèche. Des arbres utiles comme le karité, le néré sont conservés et gérés dans les champs qui sont par ailleurs exploités par les animaux après les récoltes. Dans son milieu, en raison des multiples avantages que lui procure l'arbre, le paysan du Sahel est « agroforestier » par nature.

Pratiquée pendant des millénaires par les paysans africains avec une stabilité remarquable, l'agroforesterie a attiré l'attention des chercheurs et a fait l'objet de nombreuses études dont certains résultats sont relativement récents.

1.2. Définition de l'Agroforesterie

L'agroforesterie est un terme collectif englobant les systèmes d'utilisation des terres dans lesquels des ligneux pérennes (arbres, arbustes, arbrisseaux, palmiers, bambous) sont délibérément cultivés (plantés ou conservés) sur les

parcelles de terrain utilisées par ailleurs pour la culture et/ou l'élevage, soit en même temps, soit successivement sous forme d'une organisation de l'espace.

L'agroforesterie consiste en fait à redécouvrir des techniques jadis utilisées dans les zones intertropicales ou tempérées, à les adapter si besoin est, afin d'obtenir des systèmes stables et écologiquement équilibrés. En effet, si le mot agroforesterie est relativement nouveau, la pratique, quant à elle, est millénaire.

L'agroforesterie est une forme de mise en valeur des terres fondée sur l'intégration délibérée d'arbres ou d'arbustes dans les systèmes de production rurale. Elle permet d'obtenir des produits (bois, fourrage, combustibles et autres produits ligneux) et des services (conservation de la fertilité du sol, lutte contre l'érosion, amélioration du microclimat) conduisant à une utilisation durable des terres.

En termes techniques, l'agroforesterie est une science qui se distingue à la fois de l'agriculture et de la foresterie et qui a pour objectif l'optimisation des interactions positives entre composantes ligneuses et non ligneuses de manière à assurer une production de la terre plus durable et plus diversifiée.

Enfin, l'agroforesterie repose sur quatre notions fondamentales :

- l'intégration délibérée des arbres aux cultures et/ou aux animaux avec des interactions écologiques et économiques afin de tirer de multiples produits sur la même unité de terre ;
- la productivité, car l'intégration délibérée de l'arbre aux cultures et/ou aux animaux vise à accroître la production par l'accroissement de la production des arbres, des cultures, et la rentabilisation de la main-d'œuvre ;
- la durabilité d'un système soutenu dans la mesure où l'intégration vise au maintien de la fertilité et de la conservation des sols ;
- l'adoptabilité des technologies agroforestières qui doivent se conformer aux pratiques habituelles des producteurs.

1.3. Justification

L'association sur une même parcelle de plusieurs modes d'utilisation des terres va à l'encontre de la spécialisation pratiquée en agriculture depuis un siècle dans les régions tempérées. De nombreuses raisons sociales, économiques et écologiques apparaissent en faveur de l'agroforesterie.

1.3.1. Justification sociale

La gestion soutenue d'une composante ligneuse dans le monde rural doit permettre la création de nouveaux emplois. Car si elle n'est pas liée à une période de récolte particulière, la production et la transformation du bois présente l'avantage de pouvoir absorber la main-d'œuvre temporairement inutilisée dans les cultures ou l'élevage. C'est là un des avantages de toute diversification de la production. La création d'une filière du bois, basée sur les ressources forestières du milieu rural, ouvre également la porte à l'artisanat local.

Parce qu'elle est liée à l'utilisation de tous les produits que peuvent fournir les arbres (en plus du bois), l'agroforesterie met en valeur de façon optimale les connaissances traditionnelles se rapportant aux différentes espèces. Les paysages boisés du Sahel promettent encore un grand nombre de révélations à ce sujet. C'est également une des rares techniques qui soit en mesure de respecter les valeurs socio-culturelles d'une région, tout en s'adaptant aux conditions nouvelles. Le paysan et l'agent de terrain sont amenés à collaborer très étroitement dans cette optique.

Les techniques agroforestières ont à terme un impact important et positif sur la disponibilité en bois de feu. Elles peuvent également contribuer à l'amélioration des ressources hydriques, par la protection des captages d'eau. Sur le plan social, ces avantages se traduisent par un allègement sensible des tâches traditionnellement assumées par les femmes.

Enfin, dans la mesure où des transhumants désirent s'installer de façon durable, des réalisations agroforestières, notamment dans le domaine sylvopastoral,

peuvent constituer un premier pas vers la sédentarisation. L'agroforesterie constitue alors pour l'agriculteur la première occasion de devenir véritablement "le propriétaire" de ses arbres. Encore faut-il que les bases légales, permettant une telle propriété, soient créées.

1.3.2. Justification économique

L'agroforesterie représente une solution intéressante pour résoudre à la fois la crise alimentaire et la crise énergétique. L'importance de cette dernière a été sous-estimée et il semble que le manque de combustibles dans le Tiers-Monde atteindra d'ici peu un niveau encore plus critique que la pénurie d'aliments.

A peu de frais, l'agriculteur peut planter des arbres à usages multiples, qui représentent un investissement à long terme dont il prendra soin. Les effets positifs des arbres à fonction protectrice sur la station représentent une valeur certaine. Les investissements nécessaires pour atteindre ces mêmes effets par des travaux du sol (terrassements, apport d'engrais) dépassent de loin les frais de plantation d'arbres sélectionnés.

Il est certes difficile de quantifier d'autres avantages tels que l'apport d'azote au sol par le système racinaire des légumineuses. Certaines relations de ce genre ont été analysées en laboratoire. Sans que les résultats soient calculés en kilogrammes d'engrais produits par hectare, il est possible d'en déduire des conclusions concernant la valeur de l'amélioration apportée au sol. Dans l'Ouest africain, on peut observer des augmentations de rendement de l'ordre de 20 à 90% par le seul jeu de combinaisons agrosylvicoles judicieusement choisies, en comparaison avec les monocultures. L'arbre est presque toujours présent dans les champs de mil, sorgho, arachide. En zone sahélienne, caractérisée par la présence de *Acacia senegal*, *Faidherbia albida* et *Balanites aegyptiaca*, on a pu mesurer une augmentation de la biomasse herbacée supérieure à 32% et des concentrations en azote et phosphore en augmentation de 37% par rapport à un sol non couvert par une végétation ligneuse.

Comme le travail agroforestier est étalé dans le temps et ne nuit pas au calendrier agricole, il peut procurer des revenus supplémentaires étalés sur toute l'année. Les techniques agroforestières peuvent aussi créer des circuits économiques nouveaux. Si on prend l'exemple d'une jeune plantation de ligneux où l'on pratique des cultures intercalaires de plantes fourragères, le fourrage est vendu à l'éleveur, la bouse de vache est vendue à l'agriculteur qui l'utilise pour la fertilisation des plantations et des cultures associées. On peut dire que cette forme d'utilisation du sol encourage l'élevage. L'éleveur tire un bénéfice appréciable du bétail ainsi nourri, qui à son tour fertilise les terrains agricoles et forestiers.

1.3.3. Justification écologique

Les techniques agroforestières proposent une utilisation plus efficace des ressources naturelles que sont :

- le soleil, par l'association d'espèces aux exigences différentes et par la stratification verticale des parties aériennes ;
- le sol et l'eau car la stratification racinaire va permettre une excellente utilisation des sols par le recyclage d'éléments nutritifs profonds qui autrement échapperaient aux cultures.

La composante ligneuse va avoir un effet positif sur la litière par une augmentation de la teneur en humus et jouer le rôle d'une jachère revitalisante pour le sol et simultanément pour les cultures. C'est un atout pour convertir la culture itinérante en une agroforesterie appropriée. De plus, si l'agriculteur apporte des fertilisants, ces derniers auront un effet prolongé dans le temps, permettant à l'arbre de capter ces éléments qui échappent aux cultures et de les recycler. En fait les techniques agroforestières provoquent une simulation des conditions de la forêt naturelle et il est ici possible d'en tirer les principaux bénéfices sans en supporter les inconvénients. La stabilité de l'écosystème est accrue car la stratification de la végétation et la variété des espèces leur

donnent une plus grande résistance contre les effets destructeurs. La culture et la propagation continuelle de toutes les plantes du système leur permettent de compenser plus rapidement des vides dans les peuplements, assurant ainsi une meilleure occupation du sol. Dans ce système bien équilibré, la capacité de réaction et de correction est supérieure à celle d'une forêt naturelle.

La place de l'arbre est prépondérante dans les systèmes agroforestiers, surtout en ce qui concerne son rôle de protection du sol, des cultures et des animaux, d'amélioration de la structure du sol et des conditions de milieu (température et humidité de l'air et du sol). La composante ligneuse introduite dans les cultures et les pâturages tropicaux contribue donc au maintien d'un rendement soutenu de ces terres.

Un autre avantage réside dans le fait que la production primaire de biomasse végétale peut être utilisée pour la production secondaire. Schématiquement, les éléments pompés du sol par les arbres passent par le bétail avant de retourner au champ sous forme de fumier à épandre.

La diminution des risques est une autre conséquence de la diversification des espèces. Car les facteurs limitants ne sont pas identiques pour toutes les espèces cultivées d'une même station. Dans une situation extrême, certaines espèces survivront toujours, ce qui garantit le maintien d'une capacité de production, même modeste, également sur des stations marginales.

La production agricole monospécifique et intensive a montré ses limites sur les sols présentant des phénomènes de dégradation. L'application d'engrais ne peut servir que si la capacité d'échange cationique est suffisamment élevée. Dans ce contexte, l'engrais représente un apport d'énergie extérieure, qui peut parfaitement être compensé par la production d'espèces végétales complémentaires, judicieusement associées.

1.4. Concepts de l'Agroforesterie

Dans la définition de l'agroforesterie, un certain nombre de mots et expressions ont été utilisés ou le seront par la suite dans ce document. Il s'avère donc nécessaire de donner la signification de ces termes.

1.4.1. Les plantes ligneuses : Parfois simplement appelées "les ligneux", ce sont des plantes qui contiennent de la lignine, substance organique qui imprègne et unit entre elles les cellules et les fibres de certains végétaux et dont les tissus sont organisés de façon à prendre les caractéristiques du bois. Les ligneux sont, à quelques exceptions près, pérennes et constituent la composante majeure des systèmes agroforestiers. On regroupe sous ce vocable aussi bien les arbres, les arbustes et les arbrisseaux que les lianes et même les bambous bien que ceux-ci ne contiennent pas de lignine.

1.4.2. Les cultures : Ce sont des plantes généralement herbacées et souvent appelées cultures annuelles en raison d'une analogie avec les pays tempérés où la croissance des plantes est annuelle (exemples : mil, sorgho, maïs, manioc, niébé, plantes maraîchères, etc.). Elles peuvent aussi être des plantes ligneuses (cas des plantations de caféier, de cacaoyer, etc.).

1.4.3. Les animaux : la composante animale des systèmes agroforestiers comprend :

- les animaux domestiques (ruminants, équidés, volaille, etc.);
- les animaux aquatiques, et l'on parle d'aquaforesterie. Ce type de technologie se rencontre en Asie du sud-est où les "aquaforestiers" entretiennent les mangroves afin de créer un environnement adéquat à la reproduction de certains animaux aquatiques (poissons) ;
- les insectes, et l'on parle d'"entomoforesterie" : cas de l'apiculture (élevage des abeilles) et de la sériciculture (élevage des vers à soie).

1.4.4. Les interactions : Les interactions (surtout écologiques) constituent un des traits caractéristiques qui différencient l'agroforesterie des autres disciplines apparentées prises isolément. En agroforesterie, l'association des

différentes composantes doit produire un effet positif sur l'ensemble du système, ceci résultant des interactions écologiques et économiques entre les composantes en présence.

Les interactions peuvent être significatives, (complémentaires ou compétitives) ou non significatives (neutres). Elles sont complémentaires lorsque la présence d'une composante (généralement les ligneux) augmente la production ou le développement de l'autre. Elles sont, par contre, dites compétitives si la présence d'une composante entraîne la réduction de la production ou le développement de l'autre. L'interaction est neutre lorsque les composantes n'ont pas d'effets significatifs les unes sur les autres, ou lorsque ceux-ci ne sont pas perceptibles. Les interactions peuvent se faire au niveau des composantes écologiques (lumière, humidité, température, vent, érosion, matière, nutriments...) ou économiques.

1.4.5. L'interface entre composantes : l'unité de gestion des composantes :

Comme mentionné dans la définition, l'agroforesterie est une forme d'exploitation et d'optimisation des interactions positives entre les composantes, notamment entre les ligneux et les autres composantes non ligneuses. On ne peut parler d'agroforesterie que si les composantes considérées sont gérées dans une même unité du système d'utilisation des terres. Cette gestion peut se faire de manière simultanée (arrangements spatiaux mixtes ou zonaux) ou en rotation dans le temps.

1.4.6. Approche systémique : L'approche systémique ou approche systèmes est un outil de travail permettant d'aborder la réalité d'une manière pratique. La théorie des systèmes a été appliquée à la description et à l'analyse des systèmes agricoles sous le nom de systèmes agraires. C'est l'approche qui a été retenue par l'ICRAF pour le diagnostic des systèmes d'utilisation des terres et la formulation d'interventions agroforestières.

a) **Un système** est un ensemble d'éléments liés entre eux (Ruthenberg, 1980) ou un moyen de modélisation de la réalité ou de l'imagination. Le but d'un système est de regrouper des éléments de manière organisée et simplifiée. C'est un ensemble d'éléments interdépendants qui forment une unité fonctionnelle.

b) **Un système d'utilisation des terres** est défini comme étant une combinaison de trois facteurs : les ressources foncières exploitées selon un itinéraire technique particulier pour atteindre les objectifs de production d'un type particulier d'utilisateur.

c) **Un système agroforestier** est un ensemble de composantes interdépendantes - ligneux, cultures annuelles, animaux - représentant un type courant d'utilisation des terres dans une région donnée. Il peut être décrit à l'échelle d'une parcelle, d'une exploitation agricole ou d'une région entière.

Un système se caractérise par les propriétés suivantes :

- la présence des limites naturelles ou artificielles démarquant de ce fait les éléments endogènes et exogènes au système;
- sa structure qui est la résultante de l'arrangement dans l'espace et dans le temps des éléments endogènes (composantes) du système. La structure met en évidence les flux relationnels entre les différentes composantes du système ;
- son fonctionnement qui se caractérise par le flux d'intrants et d'extrants au système. Il se définit en termes de gestion (voie par laquelle les intrants sont convertis en extrants) et de productivité ou performance (comparaison quantitative des intrants et extrants);
- son état qui indique si le système est en développement, stable ou en déclin.

1.4.7. Durabilité : La durabilité est un autre concept d'actualité que l'on rencontre dans le langage, aussi bien d'écologistes que d'économistes et de politiciens. La durabilité d'un système de production correspond à sa capacité à

satisfaire les besoins de l'exploitant sans porter préjudice aux ressources sur lesquelles ce système est basé, et si possible à améliorer celles-ci (Agence pour le Développement International, 1987). Cet organisme a identifié un certain nombre de conditions essentielles pour qu'un système agroforestier soit durable. Ce sont :

- conservation du sol (contrôle de l'érosion et maintien de la fertilité) ;
- utilisation efficiente et conservation des ressources (sol, eau, lumière, énergie, ressources génétiques...) ;
- stimulation des interactions biologiques entre différentes composantes du système agricole (exemples : *mulching*, association des plantes grimpantes à des plantes support, fixation symbiotique de l'azote, contrôle biologique des adventices et des maladies ...) ;
- utilisation des intrants disponibles et des pratiques qui ne dégradent pas la santé et l'environnement.

1.4.8. La multidisciplinarité de l'agroforesterie : Le concept de durabilité, par son aspect global, met en évidence la nature multidisciplinaire de l'agroforesterie. En agroforesterie au moins trois disciplines de base doivent nécessairement collaborer : ce sont la foresterie, l'agriculture et l'élevage. Cette collaboration a pour but d'identifier les meilleures combinaisons possibles des différentes composantes tout en assurant une production combinée optimale. L'agroforesterie fait aussi appel à des connaissances en écologie, en pédologie, en horticulture et en biologie afin de mieux exploiter les ressources existantes tout en les conservant. De la même manière, la sociologie, l'anthropologie, l'économie et autres spécialités du développement rural seront utilisées pour aborder le problème des ressources humaines et analyser les contraintes du marché et l'agriculture de subsistance.

1.4.9. Pratique agroforestière : On est unanime à reconnaître que l'agroforesterie n'est pas une innovation récente. C'est à juste titre que l'on

considère "agroforesterie" comme un nouveau terme utilisé pour désigner un ensemble de formes d'utilisation de terres pratiquées diversement et presque partout à travers le monde. La pratique agroforestière fait donc référence à des formes d'exploitation de terres, historiquement reconnues, associant les composantes agroforestières de manière spécifique et distincte. La pratique est définie comme une manière de faire contingente de l'opérateur. Elle est fruit de l'empirisme et ne peut s'analyser indépendamment des acteurs qui la mettent en œuvre (Jouve, 1997). Le concept de pratique demeure donc très général et renferme la notion d'habitudes et de répétitions.

Notons qu'on peut observer autant de pratiques qu'il y a d'agriculteurs dans le cadre d'une introduction de techniques agroforestières.

Exemples: jachère améliorée, arbres dispersés dans les champs, Taungya, culture itinérante, etc.

1.4.10. Technologie agroforestière : La technologie fait toujours référence à la science. Elle est généralement une proposition de gestion de la terre de type agroforestier ou une expérience agroforestière en station ou en milieu paysan. Une technologie agroforestière est un ensemble de spécifications précises concernant les rôles, l'arrangement et la gestion des composantes.

Exemples : cultures associées à des arbres pour la production de la nourriture, du bois, l'amélioration de la fertilité du sol et la lutte contre l'érosion dans une zone donnée. Arbres et cultures sont plantés dans un arrangement régulier où les rangées d'arbres alternent avec celles de cultures ; les arbres sont régulièrement émondés et les émondes enfouies dans le sol pour enrichir celui-ci.

Remarque : Lorsqu'une technologie agroforestière existe depuis un certain temps et qu'elle est régulièrement pratiquée par des paysans, on l'appelle pratique agroforestière traditionnelle. Pratique ou technologie agroforestières deviennent un système lorsqu'elles sont bien développées et qu'on les trouve

couramment dans une région donnée de telle sorte qu'elles constituent une forme bien définie d'utilisation des terres pour cette région.

1.4.11. Intervention agroforestière : Afin d'analyser les systèmes agraires, d'identifier d'éventuelles contraintes et de proposer des solutions agroforestières censées résoudre ces contraintes, l'ICRAF utilise une approche connue sous le nom de D & D. Une technologie agroforestière proposée afin de résoudre certaines contraintes identifiées lors de cet exercice de diagnostic est appelée intervention agroforestière.

1.4.12. Arbres ou arbustes à usages multiples ou arbres/arbustes agroforestiers : _Pour le besoin de simplification, les ligneux pérennes sont souvent appelés, dans le langage des agroforestiers, sous la dénomination d'"arbres ou arbustes". Ainsi, on regroupe sous ces termes aussi bien des arbres et arbustes que des arbrisseaux, des palmiers, des bambous, des lianes, voire même certains herbacées.

En agroforesterie, l'arbre (ou arbuste) est supposé remplir plusieurs rôles au sein du système dont il fait partie. Parmi les rôles que jouent les ligneux dans les systèmes agroforestiers, on peut citer les produits qu'ils offrent (bois, fruits, feuilles, fourrage, pharmacopée, gomme, tanin, fibre, etc.) et divers services tels que la conservation des sols (fertilité, érosion), l'amélioration du microclimat, la démarcation des espaces.

D'après les rôles ci-dessus décrits, on peut dire que pratiquement tout arbre ou arbuste remplit plus d'une fonction et donc peut être considéré comme arbre/arbuste à usages multiples. Mais afin d'éviter toute confusion sur ce concept une définition proposée par Huxley et Von Carlowitz (1984) semble actuellement faire l'unanimité. Ainsi, sont considérés comme arbres/arbustes à usages multiples, ceux ayant été délibérément plantés ou retenus et gérés pour la satisfaction de plusieurs objectifs (production et/ou services). Cette définition met en avant la notion d'intention, c'est-à-dire du pouvoir décisionnel

de l'exploitant à réaliser des objectifs bien définis avec les ligneux ainsi introduits ou maintenus dans son champ.

Dans le groupe des arbres à usages multiples, le sous-groupe des arbres fixateurs d'azote mérite d'être signalé. Ce sont généralement des arbres de la famille des légumineuses qui ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique au moyen de micro-organismes symbiotiques présents dans les nodules racinaires et d'enrichir ainsi le sol au moyen de litière riche en azote. Le plus célèbre de ces arbres est *Leucaena leucocephala*, arbre dont la vitesse de croissance est impressionnante (3 à 4 m par an, Brewbaker, 1987), fixateur d'azote, et susceptible d'être utilisé pour la production de bois de feu, de fourrage et de bois d'œuvre.

1.4.13. L'idéotype ou arbre idéal pour une technologie agroforestière :

L'idéotype est un modèle conceptuel du type d'arbre idéalement adapté à un ensemble donné de conditions. Il peut être défini tant en termes de morphologie, de physiologie, de fonction (productions et services) que de facteurs sociaux.

Trois (voire quatre) catégories d'idéotypes ont été définies :

- des idéotypes solitaires : qui se développent d'autant mieux qu'ils sont plantés à distance l'un de l'autre;
- des idéotypes compétitifs : qui se développent bien au sein d'un groupe de végétaux du même type et tendent à dominer les autres végétaux moins agressifs;
- des idéotypes de culture : capables de partager les ressources environnementales au sein d'un groupe de végétaux du même type.

En ce qui concerne les composantes végétales en agroforesterie, une quatrième catégorie a été ajoutée : ce sont les idéotypes associatifs, qui contribuent à la satisfaction des objectifs ayant présidé à la mise en place du système agroforestier. Ce sont des arbres qui peuvent cohabiter harmonieusement avec des cultures.

Chapitre II : SYSTEMES AGROFORESTIERS

2.1. Analyse structurale des systèmes agroforestiers

2.1.1. Analyse structurale en fonction des composantes associées

L'utilisation des terres concerne soit des cultures, soit l'élevage, ou encore les forêts. L'agriculture, l'élevage et la foresterie se réalisent respectivement par des techniques agricoles, pastorales et sylvicoles.

L'intégration de ces composantes par deux ou trois nous conduit à d'autres utilisations. On distingue les catégories structurales suivantes, fondées sur la nature et la présence de ces composantes :

- systèmes agrosylvicoles : cultures annuelles et ligneux;
- systèmes sylvopastoraux : arbres et animaux/pâturages;
- systèmes agrosylvopastoraux : plantes saisonnières, ligneux et animaux/pâturages.

Remarque : Le système agropastoral n'est pas pris en compte parce qu'il n'intègre pas la composante ligneuse.

2.1.1.1. Agrosylviculture : Elle regroupe tous les systèmes d'utilisation de terres dans lesquels des ligneux pérennes sont associés aux cultures que ce soit de manière concomitante ou séquentielle. Exemples : agriculture itinérante, arbres dispersés dans les champs, Taungya, cultures en couloirs ou intercalaires, etc.

2.1.1.2. Sylvopastoralisme : Il regroupe les systèmes d'utilisation des terres qui associent délibérément les ligneux aux animaux ou les ligneux dans les espaces pastoraux afin d'améliorer les fourrages et de produire du bois d'œuvre ou de service. Exemples : banques fourragères, arbres dans les prairies, etc.

2.1.1.3. Agrosylvopastoralisme : C'est l'ensemble des systèmes d'utilisation de terre types où les trois principales composantes de l'agroforesterie sont associées. Ce système est d'une grande importance dans les

régions où l'agriculture et l'élevage constituent les activités économiques majeures des communautés rurales.

A l'intérieur de chaque système seront décrites plusieurs techniques correspondant aux différentes associations possibles. Ces différentes techniques liant les composantes entre elles, simultanément ou successivement, ont fait l'objet d'une classification qui sera étudiée en détail dans le chapitre suivant.

2.1.2. Analyse structurale en fonction de la répartition spatiale des ligneux

La disposition spatiale concerne l'emplacement physique des composantes sur la parcelle considérée. On peut distinguer une répartition régulière et une répartition irrégulière. Les principaux types possibles de dispositions des composantes peuvent être :

- dispersés ou en mélange,
- ordonnés ou en alignement.

La composante ligneuse peut être :

- dense
- clairsemée
- monostrate (un seul étage arborescent)
- pluristrate (plusieurs étages arborescents)

2.1.3. La durée de l'association

La répartition de la composante ligneuse peut également varier dans le temps. En association avec des cultures annuelles, les techniques agroforestières ont généralement un caractère temporaire. Les associations avec des plantes pérennes sont habituellement permanentes. Les dispositions suivantes peuvent être rencontrées :

- simultanée : les différentes composantes sont présentes simultanément sur la même parcelle;

- séquentielle : les différentes composantes ne sont pas présentes simultanément, mais se succèdent sur la même parcelle. Le système séquentiel comporte des variantes selon que les composantes sont entièrement séparées (ex. : cultures en relais ou en rotation) ou bien se chevauchent avec les recouvrements plus ou moins importants.

2.2. Analyse fonctionnelle des systèmes agroforestiers

La description d'un système demande une étude approfondie. A ce stade, il n'est plus suffisant de décrire le système selon la présence et la disposition des composantes, mais de les analyser selon les relations qui se créent entre les intrants et les extrants du système, c'est-à-dire selon la fonction du système.

Remarque : Le terme fonction a parfois un autre sens dans la littérature agroforestière, synonyme de "rôle" ; par exemple, le fait qu'un arbre protège le sol de l'érosion est, dans le présent contexte, un rôle, on encore un service, mais pas une fonction au sens de l'analyse des systèmes.

Pour analyser un système du point de vue fonctionnel, il est nécessaire d'identifier les intrants et les extrants de ce système. On distingue généralement les catégories des intrants et extrants bio-physiques et des intrants et extrants économiques.

Les intrants et extrants bio-physiques sont des biens "gratuits" du point de vue du paysan, par exemples : la pluie, l'énergie solaire, l'azote fixée par les nodules racinaires, l'ombre, le contrôle de l'érosion...

Les intrants et extrants économiques sont ceux qui peuvent être achetés ou vendus ou qui peuvent être quantifiés en termes de valeur monétaire, par exemple, la terre, l'équipement en matériel, les semences, la main d'œuvre, les subventions et toutes les productions, même celles qui sont réinvesties dans le système (ex : le fumier, la paille ...). C'est quand les intrants et les extrants du système sont connus que l'on peut analyser sa fonction en termes de gestion et de productivité.

2.2.1. Gestion

On appelle gestion les méthodes utilisées pour transformer les intrants en extrants; en termes plus simples, ce que doit faire le paysan pour que ses plants deviennent des arbres donnant un bon bois de feu et fixant bien l'azote et pour que ses graines se transforment en produit comestible ou commercialisable

Pour gérer sa terre, le paysan a des ressources à sa disposition : ce sont les intrants du système. Les décisions du paysan peuvent avoir une influence sur certaines ressources et pas sur d'autres. Par exemple, il ne contrôle pas la quantité de pluie ou d'énergie solaire, mais peut arranger ses plantes de sorte qu'elles profitent (ou pâtissent) plus ou moins de l'effet de ces ressources.

Gérer le système consiste à décider où, quand et comment utiliser les ressources qui sont disponibles. On quantifie généralement la gestion d'un système en termes d'unités d'intrants (ex : main d'œuvre, engrais) ou en termes d'unités de temps ou d'espace (ex : mois, hectare).

On distingue généralement des opérations de gestion technique et des opérations de gestion socio-économique. Par exemple : l'utilisation de tel ou tel outil agricole ou l'épandage d'engrais sont des décisions de gestion technique ; alors que l'allocation (affectation) de la main-d'œuvre ou d'argent sont des décisions de gestion socio-économique.

2.2.2. Productivité (ou performance)

C'est la relation quantifiée entre les intrants et les extrants ou, en d'autres termes, le rapport extrants/intrants. C'est une mesure d'efficacité. Comme pour la gestion, on distingue généralement la productivité technique et la productivité socio-économique.

L'efficacité biologique ou écologique d'un système appartient à la productivité technique ex : production totale de biomasse par hectare ; rapport des extrants aux intrants d'énergie.

Pour la productivité économique, on doit prendre en compte la valeur marchande des intrants et extrants, y compris celle des biens de subsistance ou qui sont réinvestis dans le système et qui doivent être quantifiés en termes de valeur monétaire. La productivité économique s'exprime en unités d'extrants par unité de temps et /ou d'espace ou d'autres intrants.

La productivité sociale est un concept abstrait Il est délicat de vouloir évaluer l'impact du système sur le bien-être des populations concernées.

2.3. Diagnostic des systèmes d'utilisation des terres

Les caractéristiques du milieu et les politiques de développement sont les éléments déterminants des systèmes d'utilisation des terres. Un système d'utilisation des terres se définit comme étant un ensemble d'unités d'exploitations rurales caractérisées par une combinaison des sous-systèmes de production agricole (cultures, élevage, ligneux) à interactions spécifiques opérant dans un environnement biophysique et socio-économique relativement homogène (Djimdé, 1991). La description des systèmes d'utilisation des terres tient compte de toutes leurs caractéristiques qui vont des aspects biophysiques et socio-économiques jusqu'aux diverses productions, leur gestion et leurs interactions. Il existe diverses méthodes permettant la description des systèmes d'utilisation des terres, dont la méthode D&D et la Méthode Active de Recherche Participative (MARP).

2.3.1. La méthode D&D

La méthode D&D, de l'anglais Diagnosis and design (diagnostic et conception), a été mise au point par le Conseil International de la Recherche en Agroforesterie (ICRAF) pour servir d'outil de planification et de formulation de projets de recherche-développement en agroforesterie. Il s'agit d'un outil de planification et de formulation de la recherche et de la vulgarisation en agroforesterie basé sur une approche systémique, qui consiste à définir les programmes et projets de

recherche-développement agroforestiers à partir des problèmes et contraintes des systèmes d'utilisation des terres. Le but visé est d'améliorer et sécuriser les productions paysannes par le biais de technologies agroforestières appropriées. La méthode D&D peut s'appliquer à deux niveaux : le niveau macro et le niveau micro.

2.3.1.1. La macro D&D

Elle constitue une méthode rapide d'identification et d'analyse de systèmes d'utilisation des terres d'une zone écologique donnée, afin d'en dégager les potentialités agroforestières. Elle a aussi pour objectif d'identifier les "domaines de recommandations", d'interventions agroforestières. Elle comporte plusieurs phases :

- planification de l'étude
- étude de l'écozone
- définition des systèmes d'utilisation des terres
- description des systèmes d'utilisation des terres
- analyse des problèmes et contraintes, stratégies de développement des systèmes d'utilisation des terres
- identification des potentialités agroforestières
- identification des besoins de la recherche
- résumé des résultats attendus de l'étude
- identification des systèmes d'utilisation des terres prioritaires.

2.3.1.2. La micro D&D

La micro D&D a un triple objectif :

- le diagnostic des systèmes d'utilisation des terres;
- l'identification d'interventions agroforestières vis-à-vis des problèmes et contraintes des systèmes;
- la formulation de programmes de recherche-développement visant à mettre au point des technologies appropriées pour accroître et

stabiliser la productivité des systèmes. Une telle étude porte sur un système précis qui a été identifié et dont les problèmes, contraintes et potentialités agroforestières ont été analysées lors de l'étude macro D&D. Elle consiste aussi à vérifier les résultats de l'étude au niveau macro. Elle comporte plusieurs phases et étapes :

- une phase de diagnostic comportant les étapes de l'enquête diagnostique, l'analyse diagnostique et la définition des spécifications d'interventions appropriées ;
- une phase de conception des technologies regroupant les étapes de l'identification de technologies "candidates", la définition des spécifications des technologies prioritaires, la conception des technologies prioritaires et l'évaluation ex-ante des technologies agroforestières ;
- une phase de formulation des programmes de recherche-développement
- une phase de mise en oeuvre
- une phase de résumé des résultats attendus de l'étude.

2.3.2. La Méthode Active de Recherche Participative (MARP)

La MARP est une méthode de recherche participative et un processus continu d'apprentissage pour une meilleure connaissance des conditions et problèmes des populations locales. Ce processus est intensif, itératif et rapide. La MARP s'appuie essentiellement sur de petites équipes multidisciplinaires qui utilisent une variété de méthodes, outils et techniques spécialement choisis pour permettre une meilleure connaissance des situations. Un accent particulier est mis sur la valorisation des connaissances et savoirs des populations locales.

Comme son nom l'indique, la méthode implique la participation effective de l'ensemble des parties concernées dans la mise en place du programme d'actions : groupes cibles, structures d'intervention ou encadrement technique, administration (FAO,1993).

Il existe différents types de MARP. Les outils méthodologiques utilisés sont essentiellement :

- la recherche de données secondaires
- l'interview semi-structurée
- la carte du terroir
- les transects
- le profil historique
- le calendrier des activités
- le diagramme de Venn
- l'analyse des problèmes et la recherche de solutions
- la restitution des résultats.

Tableau n° : Les différents types de MARP

	EXPLORATOIRE	THEMATIQUE	EVALUATION	PLANIFICATION PARTICIPATIVE
<u>Objectifs</u>	Collecter l'information sur un problème général ; accent mis sur les problèmes prioritaires	Approfondir la connaissance sur un thème spécifique identifié, généralement à partir d'une MARP exploratoire	Evaluer les résultats d'un programme ou action	Implication des populations dans la planification ou le réajustement des actions qui les concernent
<u>Résultats</u>	Formulation d'hypothèses préliminaires pouvant guider des recherches ultérieures	Formulation d'hypothèses spécifiques, avec peut-être des recommandations pour une action à mettre en œuvre	Révision des hypothèses de base, éventuellement réajustement du programme	Programme ou plan identifié et mis en place par les populations elles-mêmes
<u>Exemples</u>	Etude de l'agrosystème d'une zone donnée ; identification des besoins prioritaires pour une communauté donnée	Etude des problèmes de santé, étude des connaissances locales sur l'agroforesterie	Evaluation d'une technologie introduite dans une zone ; évaluation d'une action de reboisement	Action participative pour élaborer un plan de gestion des ressources locales

FAO, 1993

CHAPITRE III : LES TECHNOLOGIES AGROFORESTIERES

3.1. Les parcs agroforestiers

3.1.1. Définition

La logique paysanne traditionnelle fondée sur une stratégie de minimisation des risques conduit très souvent à une diversification des productions agricoles. Cette logique explique la constance de l'association de l'arbre aux paysages agraires. De nombreuses espèces ligneuses utiles à l'homme ont été de tout temps conservées dans les champs de cultures en lieu et place des formations climaciques. De nombreux parcs ont été ainsi constitués en fonction d'objectifs précis et de stratégies propres à chaque communauté.

Toute tentative de définition d'un parc agroforestier devra donc prendre en compte les considérations suivantes :

- une formation ligneuse naturelle mono ou plurispécifique avec une espèce dominante dans la strate arborée en association avec les cultures et/ou les animaux ;
- la durée de l'association ;
- la disposition des arbres dans les champs ;
- les interactions entre les différentes composantes (arbres - cultures - animaux).

Dans la zone intertropicale existent de nombreux exemples d'arbres vivant en étroite symbiose avec les cultures. C'est là le résultat d'un long processus d'évolution.

Le parc peut être défini dans ces conditions par la présence régulière, systématique, ordonnée des arbres au milieu des champs (Pélissier, 1954). Dès lors, le parc correspond bien à une technologie agroforestière qui s'identifie à celle de culture sous couvert arboré ou arbres disséminés dans les champs.

3.1.2. Typologie

D'une façon générale, la très fréquente protection par l'agriculteur de l'Afrique de l'Ouest d'essences telles que *Faidherbia albida*, *Cordyla pinnata*, *Adansonia digitata*, *Parkia biglobosa*, *Butyrospermum parkii*, *Borassus aethiopium*, *Elaeis guineensis*, a poussé certains auteurs à caractériser les différents types de parcs :

- parc de type résiduel,
- parc de type sélectionné,
- parc de type construit.

3.1.2.1. Parc de type résiduel

Il est constitué d'espèces conservées dans les champs de cultures lors des premiers défrichements ; ces espèces étant appelées à la longue à disparaître. C'est le cas de *Cordyla pinnata* dans le Sud du Bassin arachidier et *Sterculia setigera* au Sénégal oriental.

3.1.2.2. Parc de type sélectionné

Il est constitué d'espèces dont les produits ont été recherchés de tout temps par les économies de subsistance tels que les fruits, les matières grasses, les boissons alcoolisées et les condiments. On en distingue plusieurs types :

- parc à *Elaeis guineensis* dont la sève est récoltée pour faire le vin de palme et les fruits pour l'huile ;
- parc à *Borassus aethiopium* apprécié pour ses fruits et usages multiples (charpentes, vannerie...) ;
- parc à *Butyrospermum parkii* réservé à la production de matières grasses utilisées pour la fabrication de beurre de karité ;
- parc à *Parkia biglobosa* dont les graines et les fruits sont utilisés dans l'alimentation humaine.

3.1.2.3. Parc de type construit

Le peuplement s'est substitué à la végétation spontanée à partir d'essences étrangères aux formations climaciques. C'est le cas de *Faidherbia albida*, révélateur d'un type de paysannerie sédentaire pratiquant la culture de céréales pluviales et l'élevage. Il reste le modèle le plus élaboré et constitue de ce point de vue l'exemple type d'un système agroforestier où les interactions recherchées entre les différentes composantes sont présentes.

3.1.3. Etude d'un parc agroforestier typique : cas de *Faidherbia albida*

3.1.3.1. Justification

Les parcs construits à *Faidherbia albida* sont rencontrés partout en Afrique soudano-sahélienne, en association permanente avec les cultures. Cet intérêt agronomique qu'il présente aux yeux des agriculteurs mérite qu'on s'y penche sérieusement afin d'en comprendre la dynamique, la nature des différentes interactions avec les autres composantes (cultures et animaux) et le mode de gestion actuel.

3.1.3.2. Etat des connaissances

3.1.3.2.1. Ecologie

On retiendra que *Faidherbia albida* est davantage une espèce soudanienne que sahélienne bien qu'elle remonte jusqu'au Sahara le long des cours d'eau. Son optimum écologique se trouve sur sols sableux profonds entre les isohyètes 500 et 800 mm. Toutefois sa présence est toujours liée à l'existence d'une nappe phréatique qu'elle peut atteindre grâce à son long pivot racinaire.

3.1.3.2.2. Influence de *Faidherbia albida* sur les cultures

Des études menées à Bambey (Charreau et Vidal, 1966) ont montré que le microclimat créé par un peuplement de *Faidherbia albida* était favorable aux cultures pratiquées sous le couvert des arbres. Avec 25 à 30 pieds par ha, on a une réduction de l'évapotranspiration potentielle (ETP) de 50% en saison sèche et 10% en saison des pluies par rapport à un champ nu. Il s'agit de l'effet brise-vent.

Les études pédologiques montrent que presque toutes les propriétés du sol (physiques, biologiques et chimiques) se trouvent favorablement influencées par *Faidherbia albida*. En outre, le développement des racines pivotantes permet le travail du sol à sa proximité et sa phénologie inversée ne diminue que peu l'ensoleillement en période de culture.

Les études déjà menées sur l'espèce au Sénégal et ailleurs par l'ISRA et le CTFT montrent des différences significatives en termes d'amélioration des sols, du microclimat et des rendements des cultures entre l'espace sous couvert arboré et les zones dépourvues d'arbres (Bonkougou, 1991). Par exemple :

- les pourcentages de l'azote total et du carbone sont deux fois plus élevés sous *Faidherbia albida* qu'à sa périphérie. Le rapport C/N est bas (6,8 à 8,9), ce qui traduit une forte minéralisation de l'azote utilisable par les plantes ;
- l'activité biologique est deux à cinq fois plus intense sous *Faidherbia albida* ;
- l'horizon de surface est nettement plus riche en P qu'hors couvert ligneux.

Les rendements de mil sont de l'ordre de 500 kg/ha en plein champ, alors qu'à la limite du houppier de l'arbre, ils peuvent atteindre le double à côté du tronc (Charreau et Vidal, 1966). Louppe (1989) rapporte des augmentations significatives des rendements en épis de mil (+ 49%) et en grains (+ 48%) dans un rayon d'environ 6 m autour du tronc.

Le mil se développe plus rapidement sous *Faidherbia albida* qu'en terrain découvert et les épis sont beaucoup plus denses. L'influence de *Faidherbia albida* sur les rendements du mil est spectaculaire sans apport d'engrais (Dancette et Poulain, 1968).

La culture de l'arachide bénéficie également de l'influence de l'arbre par une augmentation des rendements en gousse et en fanes (Poulain, 1968 ; IRHO, 1966 cités par Akpo, 1993). Son effet positif a été montré sur le maïs et le sorgho.

Au plan agronomique, les effets de l'arbre sur le rendement de toutes les cultures sont prépondérants dans le cadre d'une agriculture traditionnelle qui n'utilise pas de fertilisation (CTFT cité par Sall, 1993).

3.1.3.2.2.3 - Rôle fourrager de *Faidherbia albida*

En saison des pluies et en début de saison sèche, les besoins protéiques des animaux sont plus ou moins couverts par le tapis herbacé. En saison sèche, les besoins énergétiques doivent être couverts par le fourrage ligneux. Les feuilles et les fruits de *Faidherbia albida* constituent une ressource fourragère d'excellente valeur faisant l'objet d'un commerce florissant dans les pays sahéliens pour l'entretien, la production de lait familial et l'engraissement : vaches laitières, moutons de case et animaux de prestige.

On estime la production de biomasse foliaire pour un arbre de 230 m² de surface au sol, à 100 kg (Jung, 1967), la production de gousses sur les arbres non émondés varie de 50 à 150 kg de matière sèche (MS) par an (Le Houérou, 1980). En réalité, puisque les arbres sont systématiquement émondés, la production de gousses est de l'ordre de 10 à 20 kg de MS/arbre/an et à peu près autant pour les feuilles.

On estime l'ingestion moyenne journalière d'une unité de bétail tropical (UBT) qui pèse 250 kg à environ 2,5 kg de MS/100 kg de poids vif. En fait, chez les zébus la consommation serait de 20% supérieure, soit 3 kg de MS/100 kg de poids vif. Chez les ovins et les caprins, la consommation est encore supérieure.

Il est probable qu'un peuplement de 20 pieds de *Faidherbia albida*/ha ne permette la complémentation que d'une seule UBT au cours de la saison sèche, vu la disponibilité de gousses et de feuilles.

Sur le plan pastoral, Sarson et Salmon (1978) cités par Djimdé (1998), estiment que les fourrages ligneux, avec une valeur énergétique entre 0,25 et 0,40 UF/kg MS ne peuvent pas satisfaire les besoins d'entretien des bovins qui se chiffrent

à 0,65 UF par kg de matière sèche ingérée, alors que les ovins pourraient à la limite survivre à base de fourrages ligneux vu que pour leurs besoins d'entretien il faut 0,35 UF par kg de MS ingérée si leur ingestibilité n'est pas limitée. Par contre les caprins avec un besoin d'entretien de 0,19 UF par kg de MS peuvent largement survivre et même produire seulement à base de fourrages ligneux (cf. tableau 2).

Tableau 2 : Besoins d'entretien en énergie des différents types de ruminants

Besoins d'entretien / 100 kg de poids vifs	Bovins	Ovins	Caprins
Unité fourragère (UF)	1,9	1,33	1,13
Quantité de matière sèche ingérée/jour/kg	2,9	3,8	6,0
Rapport minimum UF/kg MS pour les besoins d'entretien	0,65	0,35	0,19

Source : Sarlson et Salmon (1978)

3.1.3.3. Contraintes

Protégés depuis longtemps dans beaucoup de régions africaines par les populations, les parcs commencent à subir une dégradation alarmante due à la pression démographique. Au Sahel et dans la zone sahélo-soudanaise, l'émondage représente un grave danger pour la survie des arbres même s'il fournit du fourrage de contre-saison, des branchages pour la construction de haies mortes et du bois de feu. Des études menées au Sénégal par Louppe et al. (1988) ont montré l'effet négatif de l'émondage de *Faidherbia albida* sur les rendements de mil et d'arachide. La régénération naturelle est faible voire inexistante dans certaines régions en raison de la vaine pâture et des défrichements qui n'épargnent pas les jeunes semis.

D'une manière générale, on assiste à une dégradation probable du parc à *Faidherbia albida*, une telle problématique est malheureusement valable pour les autres parcs arborés de la sous-région (Sall, 1993). L'absence de régénération naturelle de l'espèce dans certains cas suscite quelques inquiétudes relativement au renouvellement du parc arboré.

3.1.3.4. Conclusion

Toutes les recherches menées jusqu'ici montrent l'effet bénéfique de *Faidherbia albida* sur les facteurs pédoclimatiques et conséquemment sur les cultures. On devrait donc développer l'espèce partout où c'est possible grâce à une bonne formation des populations rurales sur les techniques modernes de régénération de l'espèce.

Les facteurs de performance pourraient être mieux mis à profit par une recherche approfondie dans les domaines ci-après :

- besoins en eau de l'espèce,
- valeur fourragère réelle,
- amélioration génétique,
- modes de régénération et de multiplication végétative,
- impacts socio-économiques.

Par ailleurs, si l'influence positive de *Faidherbia albida* semble évidente *a priori* sur les cultures et l'amélioration relative des performances du bétail en saison sèche, il n'en est pas de même avec les autres types de parcs dont l'objectif de leur maintien dans l'espace cultivé est justifié par un intérêt spécifique généralement d'ordre alimentaire.

Kessler (1992) et Kater et al. (1992) cités par Nair (1993) ont étudié l'influence de *Butyrospermum parkii* et de *Parkia biglobosa* sur les cultures au Burkina Faso et au Mali. Toutes ces études ont montré une baisse de rendements en grains du sorgho de 50% à 70% sous couvert des arbres jusqu'à une distance de 1,6 fois le rayon du houppier, ce en raison de l'ombrage et de l'influence négative du système racinaire. Mais cette baisse de rendement est fortement compensée par les produits tirés des arbres, ce qui justifie leur maintien dans l'espace cultivé.

3.2. Haies vives

Les populations rurales de la zone semi-aride de l'Afrique de l'Ouest sont pour la plupart des agro-pasteurs dont les animaux sont en divagation dès la fin de la saison des pluies. Or, c'est à cette même période que commencent le maraîchage et les cultures de contre-saison dans certains cas.

Traditionnellement, pour lutter contre la divagation des animaux, les agriculteurs utilisent des haies mortes construites avec des branches de ligneux ou des résidus de récoltes. Cette pratique contribue évidemment au déboisement et prive le sol de sa source de matière organique. Dans ce contexte, la haie vive apparaît comme une alternative heureuse pour réaliser des protections pérennes des cultures surtout de contre-saison et contre la divagation des animaux (Niamaly et al., 1997).

3.2.1. Définition

Le terme "haie" sous-entend un élément du paysage constitué de végétaux vivants ou de matériel végétal non vivant, servant de limite ou de protection à un espace (Thiombiano, 1999).

La haie désigne, selon le Larousse, une clôture faite d'arbustes, de buissons, de petits arbres, de branches, qui sert à limiter un champ, à le protéger du vent, etc.

La haie- vive quant à elle, est une formation linéaire, généralement dense et continue. Constituée le plus souvent d'une ou de deux lignes d'arbustes ligneux ou semi-ligneux, parfois d'herbacées, mais rarement de grands arbres, la haie vive a pour rôle de délimiter ou de protéger des espaces agricoles ou pastoraux.

3.2.2. Typologie

3.2.2.1. Haie vive de délimitation spatiale ou foncière

Ce type de haie sert à borner un champ, une exploitation ou à marquer une appropriation. Elle est le plus souvent implantée le long des pistes et chemins ou

autour des zones d'habitation. Elle joue un rôle important dans l'aménagement de l'espace rural.

3.2.2.2. Haie vive anti-érosive

Il s'agit des haies mixtes de ligneux et d'herbacées sur courbes de niveau, de haies vives brise-vents, des haies de végétalisation des diguettes ou cordons pierreux. La haie vive anti-érosive constitue une méthode biologique de conservation des eaux et du sol.

3.2.2.3. Haie vive défensive

Elle permet de protéger les cultures, de mettre en défens des terres contre la divagation du bétail. Elle représente une alternative à l'utilisation des haies mortes traditionnelles peu résistantes et des clôtures métalliques au coût élevé. Pour jouer pleinement son rôle défensif, la haie vive doit répondre à un certain nombre de conditions qui déterminent son imperméabilité. C'est ainsi que les espèces doivent posséder un caractère épineux, être alignées avec des espacements serrés et être bas-branchues.

La haie vive défensive est le type de haie qui a fait le plus l'objet d'études. En Afrique tropicale sèche, ces études ont été principalement réalisées au Burkina Faso, au Mali, au Niger et au Sénégal (Tableau 3).

Tableau 3 : Espèces testées en haie vive au Burkina Faso, Mali, Niger et Sénégal

Espèces	Site	Pays	Date d'implantation	Type d'essai
<i>Acacia ataxacantha</i>	Bambey	Sénégal	1991	En station
<i>Acacia laeta</i>	N'Dounga	Niger	1992	En station
	Bambey, Bandia	Sénégal	1991	En station
<i>Acacia mellifera</i>	Bambey, Bandia	Sénégal	1991	En station
<i>Acacia macrostachya</i>	N'Dounga	Niger	1992	En station
	Bambey, Bandia	Sénégal	1991	En station
<i>Acacia nilotica</i>	Nédiolo, Sandié, Ramongo, Konki Ipala, Dassa Nassiéga Sarando 1 et 3	Burkina Faso Burkina Faso Burkina Faso Niger	1993 1993 1995 1993	Au champ Au champ Au champ En station
<i>Acacia senegal</i>	Nédiolo, Sandié, Ramongo, Konki Ipala N'dounga Sarando 1, 2 et 3	Burkina Faso Niger Niger	1993 1992 1993	Au champ En station En station.
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Cinzana	Mali	1991	En station
<i>Bauhinia rufescens</i>	Nédiolo, Sandié, Ramongo, Konki Ipala Dassa Nassiega	Burkina Faso Burkina Faso Burkina Faso	1993 1994 1995	Au champ Au champ Au champ
<i>Prosopis juliflora</i>	Dangatene, Benibouro Sarando 1, 2 et 3	Mali Niger	1993 1993	Au champ Au champ
<i>Prosopis spp</i>	Bambey, Bandia	Sénégal	1991	En station
<i>Ziziphus mauritiana</i>	Nédiolo, Sandié, Ramongo, Konki Ipala Dassa Nassiega Cinzana Djigo, Djénina Dangatene, Benibouro Samanko, Cinzana N'Dounga Dangatene, Benibouro Samanko, Cinzana N'Dounga	Burkina Faso Burkina Faso Burkina Faso Mali Mali Mali Mali Mali Niger Mali Mali Niger	1993 1994 1995 1991 1993 1995 1995 1995 1992 1995 1995 1992	Au champ Au champ Au champ En station Au champ Au champ En station En station En station Au champ En station En station

Source : Edouard G. Bonkougou, Mamadou Djimé, Elias T. Ayuk, Issiaka Zoungana et Zacharie Tchoundjeu ; 1999

Les différents travaux de recherche avaient pour objectifs :

- de sélectionner les espèces ligneuses aptes à former des haies vives défensives;
- de déterminer les modes de mise en place et le système de conduite les plus efficaces et les plus économiques.

Ces études ont abouti aux conclusions suivantes :

- les espèces *Acacia nilotica*, *Acacia senegal*, *Acacia seyal*, *Bauhinia rufescens*, *Prosopis juliflora* et *Ziziphus mauritiana* sont les mieux adaptées à la zone d'étude (Tableau 4) ;

- le semis direct est réalisable surtout avec des semences prétraitées et se révèle être le mode de propagation le plus économique en investissement humain ;

- l'utilisation des plants en pots donne de meilleurs résultats ;

- les écartements de 50 cm entre les plants, sur deux lignes parallèles distantes de 30 à 40 cm avec les plants disposés en quinconce, paraissent suffisants pour former dans des délais raisonnables des haies vives défensives efficaces ;

- des associations d'espèces telles *Acacia nilotica* x *Acacia senegal*, *Acacia nilotica* x *Ziziphus mauritiana* peuvent être réalisées pour constituer des haies efficaces ;

- les espèces *Acacia nilotica*, *Ziziphus mauritiana* et *Bauhinia rufescens* ont les effets peu dépressifs sur les cultures ;

- la technologie de la haie vive ne peut être véritablement adoptée que lorsque les paysans ont une plus value sur leur exploitation.

Il est enfin bon de signaler que si l'objectif premier de l'installation d'une haie vive défensive est la protection des cultures contre les animaux, il peut arriver que grâce aux différents rôles que l'arbre joue dans le milieu, la haie puisse générer des bénéfices secondaires. En effet, en plus des bénéfices d'ordre écologique et environnemental, les productions de l'arbre que sont les fruits, les feuilles et les écorces sont valorisés par les paysans d'une manière générale.

3.2.3. Mode de gestion

Une fois installée, la haie vive doit faire l'objet de suivi. On désigne sous le terme « mode de gestion » l'ensemble des opérations d'entretien à effectuer sur la haie. Il s'agit notamment de la lutte contre la concurrence herbacée, de l'arrosage s'il y a lieu, d'apport de fertilisants au besoin et enfin des coupes de gestion (tailles) lorsque les plants atteignent une certaine hauteur. Les tailles sont nécessaires pour plusieurs raisons :

- elles permettent de stimuler ou de conserver le caractère ramifié des arbustes ;
- elles permettent de rendre les haies imperméables par la gestion des émondes ;
- elles soulagent le paysan en supprimant les branches qui le dérangent lorsqu'il cultive ;
- elles peuvent diminuer les éventuels effets de concurrence entre la haie et les cultures adjacentes (taille des racines latérales).

Tableau 4 : Essences de haies vives adaptées à différents sites et à différentes conditions hydriques dans le Sahel.

Sols	Pluviométrie annuelle (mm)		
	400 - 500	500 - 600	600 - 800
Sableux	<i>Prosopis spp.</i> <i>Acacia mellifera</i> <i>Bauhinia rufescens</i>	<i>Ziziphus mauritiana</i>	
Sablo-limoneux	<i>Bauhinia rufescens</i> <i>Ziziphus mauritiana</i> <i>Acacia Senegal</i>		<i>Acacia nilotica</i> <i>Acacia Senegal</i> <i>Ziziphus mauritiana</i> <i>Bauhinia rufescens</i>
Limoneux	<i>Acacia nilotica</i> <i>Prosopis juliflora</i> <i>Bauhinia rufescens</i>		

Source : Bonkoungou et al. modifié

3.3. Brise-vent

3.3.1. Définition et fonctions

Les brise-vent sont des structures linéaires, le plus souvent vivantes, composées d'espèces ligneuses et parfois herbacées installées de telle manière qu'elles permettent de protéger les zones cultivées, pâturées ou d'habitation contre les effets des vents dominants.

Un brise-vent bien conçu et correctement orienté (perpendiculairement à la

direction des vents) permet de:

- réduire la vitesse du vent des 2 côtés: au vent et sous le vent sans en augmenter la turbulence;
- réduire ou supprimer l'érosion éolienne au niveau de la surface à protéger;
- piéger la charge solide du vent et donc limiter les transferts de sol (et souvent de fertilité) d'une zone à l'autre,
- réduire sensiblement l'évapotranspiration potentielle (ETP) ;
- améliorer globalement les rendements des cultures dans la zone protégée.

De plus, les brise-vent peuvent jouer d'autres rôles non moins importants tels que : délimitation juridique ou foncière, production diversifiée de bois, fruits et médicaments.

Il est particulièrement important de protéger par des brise-vent tous les périmètres de contre-saison, les vergers dans lesquels un vent excessif entraîne l'avortement des fleurs ou la chute des fruits, les cultures d'hivernage qui sont installées dans des champs dénudés.

3.3.2. Conception et mise en place

L'efficacité d'un brise-vent dépend des paramètres suivants : sa structure, les caractéristiques des ligneux mis en place et l'aménagement et mode de gestion des ligneux

3.3.2.1. Structure

Des études sur les effets aérodynamiques des brise-vent (Guyot et al) ont permis d'établir des corrélations entre leurs dimensions et la zone protégée. En règle générale, la longueur de la zone sous-le-vent protégée est au moins égale à 10 à 15 fois la hauteur du brise-vent.

La construction d'un brise-vent constitue une technique assez délicate dans la mesure où on doit prendre en compte plusieurs facteurs :

a) **l'orientation**, l'effet protecteur maximum est obtenu lorsque le brise-vent est perpendiculaire à la direction des vents dominants. La construction de brise-vent multiorientés sous forme de réseau ou bocage se justifie dans des zones où la direction des vents est changeante.

b) **la hauteur (H)** : elle est fonction de la dimension (D) de la bande à protéger selon la relation $D = 10 \text{ à } 15 H$

c) **la longueur** : elle dépend certes de la zone à protéger, mais elle doit être au moins égale à 11 à 12 fois la hauteur du futur brise-vent (pour éviter la turbulence sur les côtés).

- **la perméabilité**: l'efficacité d'un brise-vent dépend de la proportion de vides qu'il contient. On estime qu'il faut 50% de vides pour un effet optimal du brise-vent. Un brise-vent imperméable détourne le vent et crée des tourbillons préjudiciables aux cultures. De plus, il importe de ne pas créer des brèches qui provoquent une accélération de la vitesse du vent (effet venturi). Dans tous les cas une certaine homogénéité est recommandée sur la longueur, la hauteur et l'épaisseur du brise-vent pour un meilleur contrôle de l'effet de turbulence.

- **L'épaisseur** : elle n'a pas une grande importance sur l'efficacité d'un brise-vent. Des expérimentations ont montré qu'une simple haie de roseaux a pratiquement le même effet qu'un rideau d'arbres de même perméabilité. Cependant, quand l'épaisseur du brise-vent augmente, sa perméabilité diminue et par conséquent son efficacité diminue. L'épaisseur maximale d'un brise-vent doit être de 4 à 5 rangées.

- **Caractéristiques biologiques et sylvicoles des espèces à**

implanter dans un brise-vent

Les espèces forestières utilisées comme brise-vent, doivent avoir les caractéristiques suivantes:

- Hauteur suffisante
- Croissance rapide
- Encombrement réduit
- système racinaire limité et de préférence pivotant
- Résistance aux maladies
- Résistance aux vents
- Longévité, rusticité
- Feuilles persistantes
- Aptitude aux tailles basses ou hautes: étagement et structure.

- Aménagement

- Principes de mise en place

Pour respecter les normes précédemment décrites, les brise-vent proposés sont le plus souvent multi-étagés:

- **espèces d'étage supérieur** (grands arbres ou arbres à haut jet; arbustes haut-branchus ou se dégarnissant à la base)

- **espèces d'étage inférieur** (arbustes multicaules, arbres recépés, arbrisseaux, voire certaines herbacées)

On associera donc plusieurs espèces dans un brise-vent en tenant compte des caractéristiques spécifiques de chacune d'elles et des distances différentes auxquelles elles exercent leur protection. Exemples de quelques espèces couramment utilisées:

- espèces à haut) et:

Anacardium occidentale Cassia siamea

Eucalyptus camaldulensis Prosopis juliflora

- espèces à poil buissonnant; Leucaena leucocephala
 - Cajanus cajan
 - Bauhinia rufescens
 - Acacia holocercea

- Types de brise-vent

On distinguera plusieurs types de brise-vent en fonction des zones d'implantation et des superficies à protéger:

- **Brise-vent à une ligne réalisé pour les petits périmètres**

La largeur nécessaire à l'installation est au minimum de 5 m; il est planté en espèces buissonnantes avec un écartement de 2-3 m sur la ligne.

- **Brise-vent à deux lignes réalisé pour les périmètres moyens**

La largeur d'installation est au moins de 8 m. La ligne extérieure est plantée en espèces buissonnantes, la ligne intérieure en espèces de grande hauteur ou à haut jet.

- **brise-vent symétrique à quatre lignes réalisé sur les grands périmètres et/ou de vastes espaces hydro-agricoles**

La largeur d'installation pour 4 lignes est au minimum de 15 m. Des prototypes de brise-vent à double fonction de production et de protection proposés pour le Sahel par la PAO, montrent qu'en construisant et aménageant sur 2 ou 3 étages diverses espèces (arbres, arbustes et arbres) et sur 4 lignes parallèles et en quinconce ces espèces (les grands arbres occupant les lignes du milieu), on

obtient un brise-vent efficace. Les espacements variant de 5 à 10 m pour les grands arbres et de 2 à 3 m pour les arbustes.

- Gestion

L'entretien du brise-vent par des regarnissages (pour éviter l'effet venturi) et/ou des élagages lorsque la perméabilité devient faible, permet de pérenniser son efficacité dans le temps.

L'exploitation des ligneux doit s'inscrire dans le temps et dans l'espace de telle sorte que le brise-vent conserve sa fonction première de protection. La coupe rase peut faire perdre l'utilité du brise-vent; aussi est-il recommandé de procéder à des coupes (l'écépage ou étêtage) d'un arbre sur deux ou d'une ligne sur deux.

3.4. Les cultures en couloirs :

La culture en couloirs ou cultures en allées ou encore culture intercalaire consiste à cultiver des plantes vivrières dans des couloirs formés par des haies d'arbres et arbustes (généralement des légumineuses) qui sont fréquemment coupes pour servir de paillis ou engrais vert et pour éviter un ombrage excessif sur les cultures associées. La technologie de culture en couloirs a été élaborée pour résoudre dans l'espace, simultanément à la présence des cultures, le problème de baisse de fertilité du sol observé dans une agriculture caractérisée par une forte pression humaine sur le foncier, une absence ou réduction du temps de jachère et une faible capacité des paysans à utiliser la fumure organique et minérale. Elle a été donc conçue pour simuler les effets d'une jachère arbustive, à savoir le captage des éléments nutritifs qui se trouvent dans au niveau des horizons inférieurs du sol par des ligneux (généralement fixateurs d'azote) et leur mise à la disposition des cultures à travers la

décomposition et la minéralisation de la biomasse produite par ces ligneux. Bien que l'on perde une partie de la surface cultivée au profit des haies, on espère compenser en termes de production des cultures à l'unité de surface grâce à l'effet fertilisant du *mulch* des haies et à leur rôle anti-érosif et ainsi éviter la période de jachère nécessaire à la restauration des sols. En plus de l'amélioration de la fertilité du sol, la culture en couloirs peut être pratiquée pour :

- lutter contre l'érosion du sol ;
- produire des émondes destinées à l'alimentation animale avec la possibilité de faire pâturer les animaux dans le système. Dans ce cas précis, on parle de d'agriculture en couloirs ou cultures en couloirs a composante animale ;
- produire du bois de feu et des tuteurs. Dans ce cas on parle de haies ligneuses.

Dans le cas des parcelles en pente, il est fréquent et même recommandé d'installer les haies selon les courbes de niveau. L'écartement entre les haies est variable (entre 4 et 6 m) selon les régions et les espèces utilisées. Ainsi, dans le cas du maïs, on sème généralement 3 à 5 lignes de maïs entre deux haies d'arbres. La hauteur et la largeur des haies varient, également en fonction des opérations de gestion. Ainsi, les haies sont taillées au moment du semis des cultures et périodiquement élaguées pendant le cycle cultural pour empêcher l'effet d'ombrage et réduire la concurrence avec les cultures vivrières associées. Au sens strict du terme, la culture en couloirs ne se définit pas uniquement sur des critères structuraux, mais aussi sur des critères fonctionnels. En effet la biomasse récoltée sur les haies doit être destinée en priorité à la fertilisation du sol dans les allées.

On connaît des cas ayant la structure haies / allées mais dont on ne classe pas parmi les technologies de culture en couloirs sensu stricto uniquement par ce que les émondes des haies sont destinées à d'autres usages (fourrage, bois).

Si les haies sont destinées à produire du bois, on parlera de haies ligneuses dans les parcelles agricoles et la technologie sera plutôt apparentée à la catégorie des cultures sous couvert arboré. Il existe une variante importante de la culture en couloirs : la culture en couloirs en rotation. C'est en effet un cas particulier dans lequel, après quelques saisons de culture normale en haies intercalées, on laisse la canopée des arbres recouvrir complètement la parcelle, faisant ainsi une sorte de jachères améliorée. Après un certain temps, les arbres sont taillés pour faire place à nouveau à une culture normale en haies intercalées.

Caractéristiques des ligneux à utiliser dans les cultures en couloirs :

☞ Caractéristiques d'ordre général :

- forte sociabilité : les espèces à utiliser doivent être capables de se développer en ligne et à forte densité (écartements inférieurs à 1 m) ;
- adaptées à des tailles fréquentes et répétées sur plusieurs années et capables de rejeter vigoureusement et de donner une biomasse ligneuse ou foliaire élevée ;
- facile à propager : les plants à utiliser doivent être produits par des techniques très simples telles que le semis direct, le bouturage et l'introduction des plants à racines nues ;
- rustiques et à croissance rapide : souvent la pauvreté des sols et le caractère aléatoire de la pluviométrie nécessitent la mise en place de plants capables de s'adapter à des conditions climatiques et pédologiques extrêmes ;
- absence d'effets toxiques : les ligneux ne doivent pas induire une toxicité vis à vis des espèces avec lesquelles ils sont associés.

☞ Caractéristiques spécifiques :

- capables de fournir une biomasse élevée se décomposant rapidement

- avoir une biomasse foliaire dont la teneur en éléments chimiques est élevée, plus particulièrement en N et P.

Potentialités de la culture en couloirs

☞ Effets sur les rendements des cultures : L'argument le plus utilisé pour justifier la culture en couloirs réside dans sa capacité à améliorer la productivité des cultures associées. De nombreuses études ont été conduites sur cette technologie et les résultats sont prometteurs. Des essais menés à Ibadan (sud du Nigeria) par Kang et al. (1989, 1990) sur des sols sableux avec *Leucaena leucocephala* ont montré que le rendement de maïs pouvait être maintenu aux environs de 2 t/ha contre 0.66 t/ha en absence de toute fertilisation. D'autres essais menés à Cinzana (Burkina Faso) ont montré les mêmes tendances d'amélioration des propriétés du sol et l'augmentation du rendement du mil.

☞ Effets sur le sol : Des recherches menées à l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) d'Ibadan associant *L. leucocephala* à certaines cultures ont montré, dans un système de culture en couloirs, que les teneurs en éléments minéraux et en matière organique du sol sont restées élevées pendant 6 ans sur des parcelles recevant des émondes de *leucaena* comparées celles observées sur les parcelles témoins.

Facteurs de performance et mode de gestion

La performance d'un système de culture en couloirs est liée aux facteurs qui exercent leur influence sur la productivité de la haie, mais aussi celle des cultures qui lui sont associées.

☞ Choix des espèces : En plus des caractéristiques mentionnées ci-dessus, les ligneux à utiliser en culture en couloirs devront être adaptés aux conditions edaphiques et climatiques et être socialement acceptés par les paysans.

☞ Ecartement entre les haies : L'écartement optimum sera obtenu en cherchant un compromis entre, d'une part l'augmentation des rendements des cultures associées et les effets négatifs provoqués par la présence des ligneux (occupation d'espace, compétition pour l'eau et les éléments nutritifs). Des recherches conduites par l'IITA ont montré que l'écartement de 4 m semble être le meilleur avec des rendements en maïs et en niébé de, respectivement, 2.7 t/ha et 0.48 t/ha contre, respectivement, 1.8 t/ha et 0.3 t/ha.

☞ Moment et mode d'application de la biomasse des ligneux : Les périodes et le mode d'application des émondes déterminent largement l'utilisation efficace par les cultures des éléments nutritifs contenus dans la biomasse. L'application des émondes pendant la phase de préparation du sol, 2 à 3 semaines avant le semis, est meilleure que l'apport qui est fait pendant ou après le semis. La décomposition de la biomasse est plus rapide quand elle est enfouie dans le sol que quand elle est épandue sous forme de paillis (Niang, 1991).

☞ Largeur des haies : Dans les systèmes de culture en couloirs, les haies comportent généralement plusieurs lignes (jusqu'à 4). Ce type de dispositif a l'avantage de lutter efficacement contre l'érosion du sol ; cependant il occupe une proportion importante du terrain. Le dispositif à une seule ligne permet d'économiser de l'espace au profit des cultures.

☞ Age des plants à la première et techniques de gestion : La première coupe et les opérations de gestion dépendent fortement des espèces et des conditions climatiques et pédologiques de la zone. Dans les régions tropicales humides où la croissance des plantes est rapide, la première coupe intervenir 4 à 6 mois après plantation. Mais dans les conditions semi-arides, cette période devient longue (12 mois). La coupe s'effectue quand les plants atteignent 1- 1.5 m

de haut avec un diamètre au collet de 6 - 10 cm (Guerarra et al. (1978) cites par Wong et Devendra (1982) et Niang (1991). Pour *L. leucocephala*, il est recommande de couper les rejets tous les 5 - 6 semaines afin de mieux contrôler l'ombrage et l'envahissement des aires cultivées par les mauvaises herbes. La première coupe se fait à une hauteur de 20 - 30 cm du sol et les autres a environ 50 cm.

☞ Coûts de gestion du système culture en couloirs : La culture en couloirs nécessite l'utilisation d'une main d'œuvre importante pour sa réussite. La main d'œuvre est sollicitée non seulement pendant l'installation du système, mais également au moments de récolte et d'épandage de la biomasse mais aussi de taille des racines latérales et parfois de surveillance contre la divagation des animaux.

Zones d'utilisation potentielle de la culture en couloirs

Des recherches effectuées sur cette technologie ont mis en évidence son potentiel à l'amélioration des caractéristiques du sol et à l'augmentation des rendements des cultures associées dans les zones tropicales humides et sub-humides de basse altitude. Dans les zones semi-arides la production en biomasse des haies est limitée et parfois insuffisante pour entraîner des changements importants sur les propriétés du sol.

L'enthousiasme apporté par la culture commence à s'émousser avec la manifestation de certaines interactions négatives (compétition avec l'eau, les nutriments, exigences à certains types de sol, etc.). compte-tenu de ces limites la culture n'est pas recommandée au Sahel et sur des sols de fertilité médiocre.

3.5. SYSTEME TAUNGYA

Le système taungya s'est développé dans le Sud-Est asiatique vers la fin du

siècle dernier. Il a connu une grande vogue comme modèle pour la régénération forestière dans de nombreux pays tropicaux, et a fait l'objet de nombreuses études (King 1968). IL consiste à proposer aux agriculteurs locaux d'utiliser des parcelles de forêt pour y faire des cultures annuelles durant les premières années des plantations forestières. En échange ils doivent assurer l'entretien des jeunes arbres.

Originellement le système taungya est une technique de reboisement qui permet d'associer des cultures vivrières aux plants forestiers. Sur la base d'un contrat passé entre le service des eaux et forêts et les agriculteurs, des cultures annuelles sont installées durant les deux à trois premières années de la plantation. Les paysans participent au défrichement du terrain et à la mise en place des arbres. Ils reçoivent en échange une autorisation d'exploiter le sol et tout ou partie du bois de défriche.

L'entretien et la récolte de la culture vivrière sont profitables aux jeunes plants qui nécessitent des soins attentifs à ce stade.

Au bout de deux à trois ans au plus, l'augmentation de l'ombrage par les arbres, la diminution de la fertilité des sols mettent un terme à ce genre d'association qui doit alors être renouvelée sur une autre parcelle. D'importantes plantations de teck, de gmelinas, d'Eucalyptus, de pins et de Cyprès ont été ainsi réalisées de cette manière surtout en Asie et en Afrique (Kenya, Ouganda, Gabon, Nigeria, Côte d'Ivoire...).

Depuis bientôt 20 ans, devant les multiples problèmes d'accès des communautés à des terres fertiles, le système taungya s'est beaucoup développé et est considéré aujourd'hui comme une technologie agroforestière en ce qu'elle contribue à la satisfaction des besoins des agriculteurs.

Le système taungya peut être considéré comme un pas positif dans le.

processus d'évolution de la culture itinérante vers une technologie agroforestière. En Thaïlande, cette méthode a permis de sédentariser des cultivateurs itinérants autour du concept « Forest Village System ».

Avantages :

- Dans le système taungva les éléments nutritifs sont recyclés et la fertilité du sol se maintient naturellement réduisant la dépendance vis-à-vis de Facteurs de production moins coûteux. La pratique de cultures agricoles pendant les 5 à 8 premières années avant d'abandonner le terrain à la forêt procure la valeur la plus élevée à l'hectare.
- Les services forestiers-réduisent les coûts de leurs plantations forestières, étant donné que les agriculteurs assurent la mise en place et l'entretien des jeunes arbres. Ce système permet de réaliser des reboisements qui seraient impossibles autrement par suite des contraintes budgétaires des services forestiers.

Quelques exemples de Taungya :

- Burkina Faso

Variante A : On met en place un cycle de cultures vivrières pendant quelques années. Avant les dernières récoltes, des arbres à croissance rapide sont plantés parmi les cultures ; celles-ci cèdent alors la place à une exploitation forestière qui fournit des produits ligneux et du travail.

Exceptionnellement, si les espèces d'arbres ont été rigoureusement sélectionnées pour permettre une régénération suffisante du sol, un autre cycle de cultures vivrières peut ensuite recommencer.

Variante B : Le cycle de culture commence en même temps que la mise en place des plants et se poursuit jusqu'à la fermeture du couvert forestier.

La population paysanne participe comme dans le cas précédent à la mise en place des plants.

Variante C : Le service forestier prend en charge le défrichement et la mise en place des plants : il autorise la pratique de cultures intercalaires à partir de la deuxième année jusqu'à la fermeture du couvert

- **Sénégal**

La méthode a été pratiquée en forêt de Tobor. Quelques soixante kilomètres de pare-feu périphériques et / ou centraux ont été défrichés par le service forestier et cultivés par les paysans qui, d'année en année, au fur et à mesure des pare-feu, recevaient de nouvelles parcelles de 50 x 100 m dans lesquelles ils cultivaient le riz pluvial entre les lignes d'anacardier.

A Mbidi, dans des conditions rigoureuses, un essai (ISRA) agrosylvicole de cultures intercalaires de pastèque et de niébé avec Acacia senegal et Acacia tortilis var raddiana a été implanté en 1984. En 1985 on a observé une meilleure croissance des deux espèces ligneuses quand elles sont associées aux cultures. La pastèque, associée aux arbres, produit moins que la culture pure. Pour le niébé, on enregistre un effet contraire. ,

Remarques générales

Le choix des cultures et des rotations pourra se révéler bénéfique pour la croissance des plants au cours des premières années. Le sarclage pratiqué régulièrement sur le champ de culture pendant les premiers mois de la saison des pluies réduit fortement la concurrence de la végétation herbacée durant cette période où la quantité d'eau disponible constitue encore un facteur limitatif de croissance. On veillera cependant au respect d'une distance donnée, entre les toitures et les arbres, variable

en fonction de celle-ci.

Dans la plupart des exemples cités, on se trouve en présence d'un type d'association agrosylvicole pouvant faire place à une association sylvopastorale si le service forestier autorise, pour un certain nombre d'années après les cultures intercalaires, le pâturage des troupeaux dans la plantation.

Le système taungya est donc en voie de passer d'une technique de plantation bon marché à une technique agroforestière.

3.6. Jachères forestières améliorées (" *improved fallow* ")

Définition : La jachère est l'état de repos de la terre d'une parcelle entre la récolte d'une culture et le moment la mise en place de la culture suivante (Sebillotte, 1985). Elle constitue une méthode très ancienne de régénération de la fertilité des sols et simultanément d'amélioration de leur capacité de résistance à l'érosion. A ce titre elle fait partie des assolements dans le cadre global du système d'organisation et de gestion des terroirs.

Problématique de la jachère en Afrique tropicale

En Afrique sub-saharienne, l'une des pratiques paysannes courantes de gestion de la fertilité des sols reposait sur la mise au repos de la terre après quelques années de culture. Cette pratique était possible par ce que la population était peu nombreuse. Aujourd'hui, dans la majorité des terroirs villageois de la zone soudanienne la jachère subit une forte pression agricole et pastorale remettant ainsi en question sa place et ses fonctions dans les systèmes agraires. En effet le temps de jachère s'est considérablement réduit, de plus de 15 ans autrefois à moins de 10 ans, voire même à quelques mois. Il est devenu urgent d'identifier

des mécanismes d'exploitation des terres qui permettent de concilier la réduction du temps de jachère avec la nécessité de restaurer les capacités productives du sol. Les systèmes alternant jachères arborées et cultures constituent une alternative à la pratique ancienne de jachère.

La jachère améliorée

C'est un système d'utilisation des terres qui consiste à introduire dans les champs des arbres pendant la période dite de repos afin d'atteindre (ou de simuler) les effets de la culture itinérante dans un délai relativement court. On plante souvent dans ces jachères des arbres fixateurs d'azote et à forte croissance qui restaurent la fertilité du sol plus vite que les espèces spontanées. On peut aussi planter des arbres pour différentes productions, faisant ainsi de la jachère une phase de reconstitution de la fertilité du sol mais également une phase d'apport. Dans certaines jachères, en plus des ligneux qu'on plante, on peut y introduire des herbacées pouvant contribuer à accélérer le rétablissement de la fertilité du sol. Ainsi, en Zambie certains paysans pratiquent des jachères améliorées avec des *Sesbanias* en plantations pures ou en association avec des *Tephrosia*. Des études menées par des chercheurs de l'ICRAF dans cette zone sur l'évaluation du potentiel de *Sesbania sesban* à restaurer la fertilité du sol ont montré que des jachères de cette espèce de 1 à 3 ans augmentent les rendements de maïs de manière significative. Ces jachères, en dehors de l'amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol, produisent 10 à 21 tonnes / ha de bois de feu lors de leur défrichage.

N.B. : La sensibilité de *Sesbania sesban* aux maladies et attaques des ravageurs (nématodes) peut limiter dans certains cas son efficacité. Par exemple, les jachères à *Sesbania* ne sont pas appropriées pour des rotations avec les cultures de *Solanacées* (piment, tabac, aubergine, tomate, ...) à cause d'une éventuelle infestation du sol par des nématodes.

3.7. BANQUES FOURRAGERES

L'élevage qui constitue l'une des principales sources de revenus pour les paysans, est confronté au problème de la faible productivité du bétail due en grande partie à un déficit fourrager tant quantitatif que qualitatif, surtout pendant la saison sèche

Les végétaux ligneux représentent une partie non négligeable des ressources pastorales surtout en saison sèche. En zone semi-aride, le temps consacré aux jeunes pousses d'arbustes, par les ruminants en saison sèche, représenterait jusqu'à 87% de leur temps de pâture (Miranda, 1989). Ces ligneux assurent ainsi une bonne part de la ration azotée, quand la valeur fourragère des graminées desséchées est très faible.

Malgré leur importance, pendant longtemps, aucun effort n'a été consenti pour accroître ce type de production fourragère. Mieux, les modes d'exploitation menacent souvent la vie des arbres. En effet, lorsque le feuillage se trouve hors de portée des animaux, les bergers n'hésitent pas à mutiler un arbre en coupant les grosses branches et parfois même le tronc.

Par ailleurs, beaucoup de communautés villageoises pratiquent aujourd'hui fréquemment un ramassage et une récolte généralisés des gousses (*Faiberbia albida*, *Piliostigma reticulatum*) et en commercialisent une bonne partie surtout en direction des marchés rémunérateurs situés dans les villes.

Les feuilles de ligneux sont aussi dans certaines régions l'objet d'une commercialisation. Au Mali par exemple, les quantités moyennes exploitées par jour ont été évaluées à entre 47 et 69 kg de matières fraîches, soit environ 1357 tonnes de fourrages frais de *Pterocarpus erinaceus* par an provenant des environs de la ville de Bamako (Ayuk et al., 1998).

Dans un tel contexte, les banques fourragères représentent une alternative pour suppléer aux besoins de complémentarité des animaux et alléger la pression exercée au niveau des formations naturelles.

3.7.1. Définition

Les banques fourragères peuvent se définir comme étant essentiellement des banques de protéines, c'est à dire des productions d'espèces fourragères à forte production de biomasse, mais surtout de haute valeur nutritive.

Dans le contexte de l'agroforesterie, elles seront à base d'espèces ligneuses, dont les plus importantes sont : *Leuceana sp* , *Cajanus cajan*, *Gliricidia sp*. Leur conception peut varier (Cissé, 1993) et correspondre selon le cas à :

- Petites plantations d'espèces fourragères en pure ou en mélange avec des herbacées (par exemple graminées associées a une légumineuse ligneuse). Ce type de banque peut être aménagé de façon intensive sur une petite surface. Installée a proximité des maisons, une telle réserve peut être aménagée pour une production intensive "vergers d'embouche"
- Haie fourragère ou haie à usage multiple (par exemple mulch en saison des pluies et fourrage en saison sèche). Ce type de banque peut être installé sur les limites des parcelles et/ou dans les champs (agriculture en couloir).
- Espèces ligneuses plantées ou conservées en parcs.

3.7.2 Conception et mise en place

Pour le choix des espèces, un certain nombre de critères sont importants à considérer. En effet cette technologie nécessite des arbres :

- à croissance rapide ;
- faciles à élaguer ;

- forte capacité à supporter des coupes répétées ou le brout des animaux ;
- forte production de biomasse en saison sèche ;
- production de bonne valeur nutritive ;
- repousse rapide.

La mise en place de ce type d'aménagement au Sahel date de 1991. Sur les 4 pays du programme sahélien de l'ICRAF, au total 46 espèces fourragères ont été testées (tableau 1). Les activités expérimentales sont allées de la sélection des espèces en station , aux essais de gestion en station et en milieu paysan. Ces essais ont visé la collecte d'informations sur des réponses biophysiques des espèces fourragères aux pratiques de gestion ; ils ont permis également d'obtenir le feed-back de la part des paysans sur le potentiel de cette technologie.

A partir de ces essais, l'ICRAF a pu dresser une liste des espèces ligneuses les plus prometteuses pour les banques fourragères (tableau).

Tableau : les espèces prometteuses pouvant servir de banques fourragères, dans différentes conditions pédologiques au Sahel

Sols Sableux	Pluviométrie annuelle (mm)		
	400-500	500-600	600-800

	<i>Ziziphus mauritiana</i>	<i>Gliricidia sepium</i>
	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Albizia gauchapele</i>
	<i>Bauhinia rufescens</i>	<i>Pterocarpus erinaceus</i>
Sableux		<i>Gliricidia</i>
Limoneux	<i>sepium</i>	<i>Grewia</i>
	<i>bicolor</i>	<i>Pterocarpus</i>
	<i>erinaceus</i>	<i>Acacia</i>
	<i>gauchapele</i>	<i>Flemingia</i>
	<i>macrophylla</i>	<i>Sesbania</i>
	<i>sesban</i>	<i>Leucaena</i>
	<i>leucocephala</i>	<i>Hardwickia</i>
	<i>binata</i>	<i>Caesalpinia</i>
	<i>ferrea</i>	<i>Cajanus</i>
	<i>cajan</i>	<i>Acacia</i>
	<i>ampliceps</i>	<i>Desmanthus</i>
	<i>virgatus</i>	<i>Kigelia</i>
	<i>africana</i>	<i>Bauhinia</i>
	<i>rufescens</i>	

3.7.3 Aménagement et gestion

L'objectif visé par les essais en station et en milieu réel, était de tester le comportement des espèces introduites dans la technologie du point de vue :

- survie ;

- croissance en hauteur ;
- production de biomasse foliaire (selon l'écartement, le niveau et la période de coupe) ;
- résistance aux coupes répétées (selon le niveau et la période de coupe) ;
- valeur bromatologique des productions.

Le cas de certaines espèces testées sera donné en exemple. Ainsi, les essais menés au Mali concernent essentiellement 4 espèces fourragères. Les principaux résultats suivants ont été obtenus (Programme ressources forestières, 1999) :

Gliricidia sepium

L'espèce en pépinière a eu un taux de germination de 92%, et un taux de survie après 3 mois de plantation de 99%. Les plants avaient alors une hauteur moyenne de 107,5 cm. Du fait des résultats obtenus au tableau 3, et pour des raisons économiques, on conseille d'opter pour l'écartement 1X2 m. *Gliricidia sepium* rejette vigoureusement de souches pour produire du fourrage vert en période de déficit fourrager. Les productions les plus importantes de matière sèche sont obtenues en juin (2,64 t/ha).

Tableau 3. Influence de l'écartement et de la période de coupe sur la production moyenne annuelle de fourrage (tonne de matière sèche par hectare) de *Gliricidia sepium* de 1993 à 1997 à la station de Nyékentoumou.

Ecartements Période de coupe	1 m X 2 m	0,5 X 2 m	Influence de la période de coupe
Mars	0,94	1,02	0,98
Avril	0,92	0,94	0,93
Mai	1,25	0,95	1,1
Juin	2,26	3,02	2,64
Influence de l'écartement	1,34	1,48	1,41

Leucaena leucocephala

C'est une espèce exotique introduite depuis longtemps au sahel. Son taux de germination, après ébouillantage n'a pas dépasser 58% en pépinière. Après 3 ans, le taux de survie était de 97,5% et les plants avaient une hauteur moyenne de 65 cm. L'espèce rejette vigoureusement des souches après une coupe d'uniformisation pour donner du fourrage pendant la saison sèche. Les biomasses produites sont légèrement supérieures à celle de *Gliricidia* (tableau), avec des biomasses obtenues au mois de juin nettement supérieures aux coupes des autres mois.

L'écartement 1X2 m est celui conseillé lors des plantations.

Tableau . Influence de l'écartement et de la période de coupe sur la production moyenne annuelle de fourrage (en tonne de matière sèche par hectare) de *Leucaena leucocephala* de 1993 à 1997 à la station de Nyékentoumou.

Ecartements Période de coupe	1 m X 2 m	0,5 X 2 m	Influence de la période de coupe
Mars	0,77	0,98	0,87
Avril	0,69	0,54	0,61
Mai	1,14	1,09	1,11
Juin	2,21	1,73	1,97
Influence de l'écartement	1,20	1,08	1,14

Pterocarpus erinaceus

Pour cette espèce, le taux de germination en pépinière est de 54 %. Trois mois après la mise en place des plants, le taux de survie peut atteindre jusqu'à 95 %. La hauteur des plants est alors de l'ordre de 7,8 cm. Deux ans après une coupe

d'uniformisation survenue à deux ans d'âge des plants, la production moyenne de fourrage vert se chiffre à 3,8 tonnes/ha en fin avril, 5t/ha en fin mai et 8t/ha en fin juin pour des arbres taillés à 50 cm.

L'écartement 0,5 X 2 mètres semble plus favorable que celui de 1 X 2 mètre.

D'autres résultats intéressants ont été obtenus au Sénégal (N'Dour et al ; 1999).

Ainsi,

à Nioro, les résultats de trois années d'expériences ont montré que *Gliricidia sepium* (98 %), *Hardwickia binata* (95 %) et *Ceasalpinia ferrea* (95 %) sont les espèces les plus performantes du point de vue taux de survie.

Pour les résultats de biomasse, *Hardwickia binata* a donné le meilleur résultat (2,5t MS/ha), suivi de *Gliricidia sepium* (2t MS/ha) et de *Ceasalpinia ferrea* (1,8 t MS/ha).

A Bambey, *Ziziphus mauritiana* (100 %), *Combretum aculeatum* (92 %), *Caesalpinia ferrea* (98 %) sont plus adaptées aux conditions pédo-climatiques du site et aux coupes répétées.

Les productions de biomasse foliaire en hivernage ont été respectivement de 2, 1,7 et 1,5 tonne de matière sèche par ha pour *Ziziphus mauritiana*, *Gliricidia sepium* et *Hardwickia binata*.

Par ailleurs, *Gliricidia sepium* et *Bauhinia rufescens* produisent le plus grand nombre de rejets par souche. *Moringa oleifera*, *Calotropis procera* et *albizzia lebbeck* sont beaucoup moins performant du point de vue taux de survie et production de biomasse.

Conclusion : Les études menées sur *Pterocarpus*, ont montré une grande variation de la croissance à l'intérieur de l'espèce, ce qui indique qu'il y a une variabilité qui pourrait bien se prêter à l'amélioration des arbres. Si ce fait se confirme par des études, alors, la multiplication végétative d'espèces supérieures pourra permettre d'accroître la productivité et réduire effectivement la superficie de banque fourragère nécessaire pour satisfaire les besoins nutritionnels du bétail.

La banque fourragère bien que peu connue des producteurs, est adoptable compte tenu des avantages multiples qu'elle procure. Son adoption sera d'autant plus facile que les dispositifs seront intégrés dans les systèmes locaux de production.

Tableau n° : Espèces testées pour la production fourragère au Burkina Faso,
Mali, Niger et Sénégal

Espèces	Site	Pays	Date d'implantation	Type d'essai
<i>Acacia ampliceps</i>	Samanko, Cinzana	Mali	1995	On station
<i>Acacia aneura</i>	Samanko, Cinzana	Mali	1995	On station
<i>Acacia angustissima</i>	Samanko, Cinzana	Mali	1995	On station
<i>Acacia brachystegya</i>	Samanko, Cinzana	Mali	1995	On station
<i>Acacia farnesiana</i>	Samanko	Mali	1995	On station
<i>Afzelia africana</i>	Nassiéga	Burkina Faso	1995	On farm
<i>Afzelia chinensis</i>	Samanko, Cinzana	Mali	1995	On station
<i>Afzelia guachapele</i>	Samanko, Cinzana	Mali	1995	On station
<i>Afzelia falcata</i>	Samanko, Cinzana	Mali	1995	On station
<i>Afzelia lebbeck</i>	Nédiolo, Sandié	Burkina Faso	1993	On farm
	Bambey	Sénégal	1993	On station
<i>Bauhinia rufescens</i>	Nioro	Sénégal	1992	On station
	Bambey	Sénégal	1993	On station
	Boumba, Ouna, Koulou	Niger	1993	On farm
<i>Cajanus cajan</i>	Nédiolo, Sandié,	Burkina Faso	1993	On farm
	Ramongo	Mali	1996	On farm
<i>Calotropis procera</i>	Banakoroni, Sikila	Sénégal	1992	On station
<i>Caesalpine ferrea</i>	Nioro	Sénégal	1993	On station
	Bambey	Sénégal	1993	On station
<i>Combretum aculeatum</i>	Bambey	Mali	1996	On station
<i>Desmanthus leptophyllus</i>	Samanko	Mali	1995	On station
<i>Desmathus virgathus</i>	Samanko, Cinzana	Mali	1995	On station
<i>Flemingia macrophylla</i>	Samanko, Cinzana	Mali	1996	On station
	Samanko			
<i>Gliricidia sepium</i>		Mali	1991	On station
	Nyenkentoumou	Mali	1994	On farm
	Nyenkentoumou	Sénégal	1992	On station
	Nioro	Sénégal	1993	On station
	Bambey	Mali	1995	On station
	Samanko, Cinzana	Mali	1996	On farm
<i>Grewia bicolor</i>	Banakoroni, Sikila	Burkina Faso	1993	On farm
<i>Hardwickia binata</i>	Nidiolo, Dandié	Sénégal	1992	On station
	Nioro	Sénégal	1993	On station
<i>Khaya senegalensis</i>	Bambey	Burkina Faso	1993	On farm
	Nédiolo, Sandié	Burkina Faso	1995	On farm
<i>Kigelia africana</i>	Nassiéga	Niger	1993	On farm
<i>Leucaena collinsii</i>	Boumba, Ouna, Koulou	Mali	1995	On station
<i>Leucaena diversifolia</i>	Samanko	Mali	1995	On station
<i>Leucaena esculenta</i>	Samanko	Mali	1995	On station
<i>Leucaena hybrid</i>	Samanko	Mali	1995	On station
<i>Leucaena involucrate</i>	Samanko	Mali	1995	On station
<i>Leucaena lempirana</i>	Samanko	Mali	1995	On station
<i>Leucaena lanceolata</i>	Samanko	Mali	1995	On station
<i>Leucaena leucocephala</i>	Samanko	Sénégal	1992	On station

	Nioro	Niger	1993	On farm
	Boumba, Ouna, Koulou	Mali	1991	On station
	Nyenkentoumou	Mali	1995	On station
	Samanko, Cinzana	Burkina Faso	1995	On farm
	Nassiéga	Mali	1995	On station
Leucaena macrophylla	Samanko	Mali	1995	On station
nelsonij	Samanko	Mali	1995	On station
Leucaena pallida	Samanko	Mali	1995	On station
Leucaena pulverulenta	Samanko	Mali	1995	On station
Leucaena shannonni	Samanko	Mali	1995	On station
magnifica	Samanko	Niger	1993	On farm
Leucaena trichodes	Boumba, Ouna, Koulou	Sénégal	1992	On station
Maerua crassifolia	Nioro	Sénégal	1993	On station
Moringa oleifera	Bambey	Burkina Faso	1993	On farm
Pterocarpus erinaceus	Nédiolo, Sandié	Burkina Faso	1995	On farm
	Nassiéga	Mali	1991	On station
	Nyenkentoumou	Mali	1992	On station
	Cinzana	Mali	1995	On station
	Samanko	Mali	1996	On farm
	Sikila, Banankoroni	Mali	1991	On station
	Nyenkentoumou	Mali	1996	On farm
Pterocarpus lucens	Sikila, Banankoroni	Mali	1995	On station
	Samanko, Cinzana	Mali	1996	On station
Sesbania sesban	Samanko	Mali	1996	On station
Senna siamea	Samanko	Mali	1995	On station
Senna spectabilis	Samanko, Cinzana	Mali	1995	On station
Terminalia palatiphylla	Samanko, Cinzana	Sénégal	1993	On station
Tipuana tipu	Bambey			
Ziziphus mauritiana				

3.8. Banques alimentaires : cas du jardin de baobab

Depuis des siècles, les arbres à travers les feuilles, écorces, racines et fleurs, sont prisés dans l'alimentation des hommes au Sahel où la sécurité alimentaire devient de plus en plus préoccupante. Les récentes études menées par le programme ICRAF de concert avec les institutions de recherche du Niger, du Burkina Faso, du Sénégal et du Mali ont montré que la survie des populations de ces pays est tributaire de certains arbres. Ces arbres leur procurent, en plus du bois et des remèdes, des produits alimentaires (huile, beurre, condiments) qui assaisonnent les mets tout en rehaussant la qualité gustative. De ces études il ressort que le baobab revêt une importance particulière dans tous ces pays.

Ce majestueux arbre jusqu'ici ne faisait pas l'objet, de façon unanime, de

plantation. Les quelques sujets épars dans les campagnes et formations forestières trouvaient comme origine la zoochorie et symbolisaient en réalité une ancienne colonisation (Niang et Yossi, 2000.)

Au Mali, nombreux étaient les paysans bamanans et malinkés qui déconseillaient d'introduire l'espèce dans les familles. Cette inquiétude est à nos jours atténuée par la prise de conscience des populations et la rareté des denrées que l'espèce leur procure. Ainsi, les populations penchent de plus en plus vers son introduction dans les champs, en général pour fixer les limites de leurs parcelles.

Cependant, la gestion actuelle, telle qu'elle se présente (mutilation en période de végétation) n'est pas sans conséquence pour la production fruitière. Mieux, compte tenu de la stature de l'espèce à l'âge adulte, la récolte des feuilles n'est pas aisée.

Dans le souci de lever ces contraintes et de mettre à la disposition des populations les denrées (feuilles fraîches) issues du baobab en toutes saisons. Pour ce faire un jardin constitué de jeunes plants de baobab résoudrait, pense-t-on, les problèmes d'assaisonnement des mets en zone sahélienne.

Chapitre IV : Etat actuel de l'Agroforesterie au Sahel

Ce chapitre est tiré du document synthèse de l'ICRAF sur le bilan de dix années de recherche développement en agroforesterie au Sahel (Bonkougou et al 1999). Il résume les différentes étapes de la démarche suivie par cette institution et les SNRA, en matière d'agroforesterie.

1. Etat des connaissances

Le Centre International pour la Recherche en Agroforesterie (ICRAF) a lancé en 1989, le programme sahélien, en collaboration avec les partenaires nationaux des 4 pays Burkina Faso, Niger, Mali et Sénégal. La zone cible couvre une bande de 700 000 km² environ dont la pluviométrie se situe entre 300 et 850 mm par an.

1.1 Etudes d'analyses diagnostic et de caractérisation

Le réseau de recherche du Sahel a débuté avec des études d'analyse-diagnostic et de caractérisation, en vue d'identifier les contraintes auxquelles font face les paysans de la région et de concevoir des solutions agroforestières appropriées. La liste des contraintes identifiées est longue ; on peut citer - la faible fertilité des sols; l'érosion éolienne et hydrique; le manque de fourrage pendant la saison sèche; les dégâts causés aux cultures par les animaux en pâturage; le manque de bois de chauffe et de service - en plus de l'environnement politique défavorable à la gestion des ressources naturelles. Toutefois, les chercheurs ont également appris que les paysans de la région réagissent face à ces difficultés et ces nouveaux défis en diversifiant leurs sources de revenus agricoles et non agricoles. Il convient, par exemple, de noter l'intérêt grandissant pour le maraîchage de contre-saison.

A partir des résultats de ces études, le réseau de recherche s'est ensuite

focalisé sur 4 thèmes lors de la première phase -1989-96 - la compréhension des systèmes traditionnels de parcs agroforestiers ; l'amélioration des technologies et systèmes agroforestiers; la domestication des essences agroforestières et la diffusion des informations et technologies agroforestières, avec un accent sur la valorisation des ressources humaines et les partenariats. Un important symposium international sur les systèmes de parcs agroforestiers, qui s'est tenu en 1993, a abouti à des recommandations qui ont augmenté l'intérêt pour ces systèmes traditionnels d'agroforesterie et façonné la recherche dans ce domaine. Lors de cette première phase, les recherches dans le Sahel se sont concentrées sur les aspects ci-après : cartographier les types de parcs agroforestiers; comprendre les stratégies de gestion mises en œuvre par les paysans afin d'aider les chercheurs à identifier les moyens d'améliorer la gestion des parcs agroforestiers, et partant, les avantages économiques et environnementaux du système; déterminer le potentiel économique des produits des espèces non ligneuses des parcs agroforestiers et avoir une bonne compréhension des interactions arbres-cultures au sein du système. Cette situation offre aux chercheurs une position idéale pour servir de tampon entre les paysans et les forestiers en ce qui concerne l'élaboration de techniques et de politiques susceptibles de satisfaire les besoins immédiats des paysans, tout en contribuant à la durabilité du système parcs et de ses arbres de grande valeur. Les chercheurs ont également trouvé qu'il y avait d'énormes opportunités commerciales pour de nombreux-produits non ligneux des systèmes parcs - notamment pour les produits du néré (*Parkia biglobosa*), qui peuvent rapporter à une famille un revenu annuel pouvant atteindre 270 \$ US- ce qui signifie en réalité un doublement du revenu annuel grâce aux produits provenant d'une Seule espèce ! Mais beaucoup d'autres espèces telles que - le karité (*Vilellaria paradoxa*), le baobab (*Adansonia digitata*), le tamarin (*Tamarindus indica*), par exemple - ont énormément contribué à la sécurité alimentaire, nutritionnelle et

économique des ménages sahéliens. Les recherches ont montré qu'il y a d'incroyables possibilités commerciales et de la place pour une meilleure productivité de ces arbres, particulièrement avec leur domestication, au sein des systèmes agroforestiers de la région.

1.2 Interaction arbre/culture

La compréhension des interactions entre les arbres, les cultures et l'environnement est, de toute évidence, essentielle à la compréhension des meilleurs agencements et équilibres entre les arbres et les cultures dans le système de parcs agroforestiers. "L'effet *faidherbia albida*", ou la capacité de *Faidherbia albida* à augmenter les rendements des cultures autour d'elle, a déjà été documenté, voire expliqué en détail. Les essais visant à isoler et à identifier les facteurs qui pourraient expliquer l'effet *faidherbia* indiquent qu'il s'agit, en fait, d'une combinaison de plusieurs éléments - une plus grande présence d'azote et de phosphate dans les sols se trouvant sous l'arbre; le microclimat favorable, avec des températures plus basses sous le feuillage de l'arbre dont profitent les cultures lors de leur établissement; et une plus grande activité biologique et la minéralisation qui se produisent dans les sols autour de *Faidherbia*, dans les années de très forte chaleur. La recherche a également étudié l'interaction entre les cultures et les autres espèces d'arbres importants des parcs agroforestiers dont on a démontré qu'elles réduisent les rendements des cultures.

1.3 Technologies agroforestières

Par ailleurs, les chercheurs ont examiné de nombreuses technologies agroforestières novatrices susceptibles d'améliorer le système de parcs agroforestiers : Haies vives, banques fourragères, cultures en couloir, brise-vent. Deux d'entre elles se sont particulièrement distinguées comme étant

extrêmement productives et facilement adoptables par les paysans.

a. la haie vive

Traditionnellement, les cultures maraîchères de contre-saison étaient protégées des animaux par des haies mortes fabriquées avec du bois, des branches épineuses ou des résidus de culture, telles que les tiges de sorgho ou de mil. Non seulement le travail de collecte de ces matériaux et de construction de ces haies chaque année est ardu et long mais il dégrade l'environnement. La végétation est surexploitée et il vaudrait mieux laisser les résidus de culture nécessaires à la construction des haies mortes dans les champs des paysans, où ils contribuent au recyclage des éléments nutritifs. Des chercheurs appartenant à un éventail de disciplines ont mis en commun leurs compétences pour proposer une technologie permettant d'apporter une réponse à une série de problèmes que rencontrent les paysans dans la protection de leur jardin au moyen d'une clôture. Leur idée était de "donner vie à ces haies" en plantant des haies d'arbres ou d'arbustes. Des essais réalisés avec de nombreuses espèces, dans différentes conditions pédo-climatiques, ont montré que 4 espèces - *Ziziphus mauritiana*, *Acacia nilotica*, *Acacia senegal* et *Bauhinia rufescens* - se prêtent bien à la construction de haies vives. Une analyse financière poussée des stratégies de clôture a montré que, même avec un investissement initial pour établir la haie vive, les paysans pourraient générer 245 \$ US supplémentaires sur 6 ans, tout en tirant largement profit des nombreux sous-produits de ces espèces - les fruits, les écorces pour le tannage et le bois de chauffe pour ne citer que ceux-là.. La promotion de l'adoption de cette technologie dépend de la disponibilité du matériel végétal nécessaire à la plantation des haie vives ; les paysans se sont montrés à la fois disposés et capables de produire, eux-mêmes, des plants dans les pépinières communautaires) ou individuelles;

b. les banques fourragères

L'autre technologie qui est prête à être utilisée se rapporte à ce qu'il est convenu d'appeler "l'histoire du *Pterocarpus*". Cette histoire traite du manque de fourrage de saison sèche pour le bétail dans la région, d'autant que le bétail revêt une importance culturelle et économique pour les populations sahéliennes. Les recherches ont montré que le cheptel contribue pour 71% aux revenus de l'exploitation agricole au Sahel. Ceci démontre l'importance d'une espèce d'arbre du parc agroforestier comme *Pterocarpus erinaceus*, qui constitue la principale source de fourrage de qualité pendant la longue saison sèche ; *Pterocarpus erinaceus* se trouve uniquement en peuplements naturels.

L'équipe sahélienne d'agroforesterie s'est concentrée sur le développement d'une option agroforestière qui pourrait contribuer à réduire la pression sur cette espèce surexploitée dans la nature, augmenter les revenus des paysans ainsi que la production de fourrage au profit des marchands de *Pterocarpus* - et du bétail également, bien entendu. La solution ? Planter des *Pterocarpus* et d'autres espèces fourragères de très bonne qualité, telles que *Gliricidia sepium*, dans les banques fourragères des exploitations agricoles. Des essais en station et en milieu paysan ont déjà montré que ces arbres peuvent fournir une grande quantité de biomasse lorsqu'on les utilise comme banques fourragères. Par ailleurs, des études de marché réalisées parallèlement sur les marchés périurbains de Bamako, la capitale du Mali, ont montré qu'il y a un important déficit de fourrage - plus de 5000 tonnes/an à Bamako uniquement - au moment où on en a le plus besoin, c'est à dire à la fin de la saison sèche.

Les vendeurs de fourrage de *Pterocarpus* sont maintenant obligés de se déplacer sur 50 km pour trouver de nouveaux individus de cette espèce, qui présentent encore des feuilles qu'on peut récolter. Le travail sur les stratégies de gestion des banques fourragères se poursuit, ce qui laisse entrevoir de nombreuses possibilités de revenu pour les paysans des zones péri-urbaines. Cette activité est en train d'être complétée par un travail d'amélioration de l'espèce. Ce qui pourrait accroître sa production de

biomasse.

1.4 . Domestication des espèces agroforestières

Parmi les espèces d'arbres qui constituent le centre d'intérêt du travail de domestication, on peut citer : les espèces menacées telles que *Prosopis africana* ainsi qu'une liste d'espèces prioritaires, résultat d'un long exercice de priorisation mené en collaboration avec les paysans des 4 pays. Cet exercice a fourni aux chercheurs une liste d'espèces ligneuses que les paysans aimeraient voir améliorées. Il s'agit notamment de *Adansonia digitata*, *Parkia biglobosa*, *Vitellaria paradoxa* et *Tamarindus indica*. Par ailleurs, l'exercice a clairement indiqué que la plupart des habitants du Sahel accordent de l'importance aux arbres - et seraient très disposés à planter et à entretenir des arbres qui garantissent la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Des collectes de matériel génétique ont été faites ou sont en cours en ce qui concerne ces espèces prioritaires et des essais de multiplication végétative ont montré qu'une espèce comme *Bauhinia rufescens*, dont l'enracinement serait difficile, se comporte très bien dans un châssis de propagation, même dans des conditions extrêmes au Niger. De même, un taux d'enracinement remarquable a été obtenu pour *Pterocarpus erinaceus* à la pépinière du programme Sahélien d'agroforesterie à Samanko, au Mali.

2. Stratégies de diffusion de l'agroforesterie

La diffusion de l'agroforesterie pendant la première phase du programme sahélien d'agroforesterie au Sahel a entraîné une évolution rapide dans la formation des ressources humaines en agroforesterie - avec le nombre de stagiaires formés qui est passé de 3 au début du programme en 1989, à 182 entre 1990-1996 et 384 entre 1997 et 1999. Par ailleurs douze institutions de formation ont adhéré au Réseau Africain pour l'Education à l'Agroforesterie (ANAFE). Le programme sahélien d'agroforesterie a, par ailleurs, mis en place un sous-réseau « Info-doc » pour la diffusion d'informations relatives à l'agroforesterie dans le Sahel.

L'accent mis sur les partenariats permettra de s'assurer que l'accélération de l'impact, soit maintenu. La phase initiale du programme sahélien d'agroforesterie a produit des résultats - des technologies agroforestières qui apportent des solutions aux problèmes réels des populations - qui sont prêtes à être disséminées et adoptées. Des contacts plus fréquents avec les paysans; une plus grande interaction entre paysans; une orientation résolue vers la recherche sur le terrain et la participation des ONG et des agents de vulgarisation, tout cela devrait contribuer à la réalisation de cet objectif relatif à l'impact. Des recommandations en matière de politique seront formulées à partir des résultats de recherches et communiquées par ceux qui sont chargés de l'élaboration de politiques visant à promouvoir l'adoption de l'agroforesterie. En ce qui concerne le renforcement des capacités, le programme sahélien d'agroforesterie a déjà pu, grâce aux relations avec les institutions et les enseignants au Sahel, accroître les capacités de plusieurs universités et de leur personnel dans le domaine de l'agroforesterie.

Dans l'avenir, l'idée est d'augmenter le nombre des programmes agroforestiers des institutions de formation de la région et d'améliorer leur qualité. Ceci, combiné avec le développement de liens avec d'autres institutions et la diffusion d'informations sur l'agroforesterie vers ceux qui en ont besoin, contribuera énormément à la réalisation de l'objectif du programme, à savoir : *développer des options appropriées en matière de gestion des ressources naturelles pour une productivité agricole soutenue, qui minimisera les risques pour le paysan et pour l'environnement, afin de réduire la pauvreté, la dégradation des sols, la désertification, et d'assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle.*

Références bibliographiques

Brasseur, M. ;1991 : Agroforesterie.
Manuel de cours ; ENCR ; 252p

Fall, B. ; 1999 : Agroforesterie.
Manuel de cours ; ENCR ; 40p,

Hamidou, I. ; 2001 : . Introduction aux concepts de l'agroforesterie.
manuel de cours. Université Abdou Moumouni ; Niger ; 57 p

Bonkougou, G.E. ; Ayuk, T. E. ; Zoungrana, I. ; 1997 : Les parcs agroforestiers des zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest. 225 p.

ICRAF, l'agroforesterie une alternative pour la gestion des ressources naturelles et la lutte contre la desertification au Sahel. Bilan de dix années d'expériences en recherché/développement et perspectives pour l'avenir 1999

ICRAF ; 1995 : L'Agroforesterie pour la gestion des ressources naturelles et une production durable dans le Sahel. « Une stratégie de recherche

Niang A., Yossi H., 2000. Le jardin de baobab à Ségou.
In l'indépendant N° 340 du 7 Décembre. Bamako, Mali.

Djimdé, M. ; 1991 : La méthode D&D. Document de travail n°68
Centre International pour la Recherche en Agroforesterie 28 p.

Programme Ressources Forestières ; 1999 : Le réseau SALWA. Bilan de 10 années d'expériences au Mali. 36 p.

Bonkougou, E. G. ; Djimdé, M. ; Ayuk, E. T. ; Zoungrana, I. ;

Tchoundjeu, Z. ; 1999 : L'agroforesterie, une alternative pour la gestion des ressources naturelles et la lutte contre la désertification au Sahel. Bilan de dix années d'expérience en recherche/développement et perspectives pour l'avenir.
61 p.

International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF)

Projets FAO : Forêts et sécurité alimentaire et Forêts et communautés rurales ; 1993 : Cours de formation théorique et pratique sur la MARP 9 p.

Thiombiano, K. P. D.; 1999 : Etat des connaissances et pratiques paysanne de la haie vive défensive. Mémoire de fin d'études ; IDR/UPB. Burkina Faso ; 81 p.

Niamaly, N; Traoré, B. ; 1999 : Les haies vives défensives.

Document de formation. 25 p.