



World Agroforestry Centre
TRANSFORMING LIVES AND LANDSCAPES



Occasional paper

06



Les haies vives au Sahel

Etat des connaissances et recommandations
pour la recherche et le développement



African Network for
Agriculture, Agroforestry
& Natural Resources Education



Les haies vives au Sahel

Etat des connaissances et recommandations
pour la recherche et le développement

H. Yossi, B. Kaya, C.O. Traoré, A. Niang, I. Butare, V. Levasseur, D. Sanogo



Les titres dans les séries *Occasional Papers* visent à disséminer l'information sur la recherche et les pratiques agroforestières et stimuler un feedback du monde scientifique. Les autres séries du World Agroforestry Centre sont : *Agroforestry Perspectives*, *Technical Manuals* et *Working Papers*.

Citation correcte : Yossi H, Kaya B, Traoré CO, Niang A, Butare I, Levasseur V, Sanogo D. 2006. Les haies vives au Sahel. Etat des connaissances et recommandations pour la recherche et le développement. ICRAF Occasional Paper no. 6. Nairobi : World Agroforestry Centre.

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

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

© World Agroforestry Centre 2006
ISBN 92 9059 195 1

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

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

Les opinions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs et ne sont pas nécessairement celles du World Agroforestry Centre.

Ce document a été réalisé grâce à l'appui financier du CRDI et de l'ANAFE

L'Agence Internationale Suédoise pour le Développement [Sida], par le Réseau Africain d'Éducation en Agriculture, Agroforesterie et la gestion des ressources naturelles [ANAFE], offre de l'assistance financière pour renforcer l'éducation agroforestière en Afrique. Cette publication a été imprimée grâce à l'appui financier du Sida.

Mise en page : PAO bougou, Bamako, Mali
Impression : UNON Nairobi, Kenya

Table des matières

Avant-propos	vi
Remerciements	vi
Introduction	1
I. Définition de la haie vive	5
II. Pratiques traditionnelles des haies vives	6
III. Types de haies vives	7
3.1. Haies vives défensives	7
3.2. Haies vives de délimitation foncière	14
3.3. Haies anti-érosives ou de conservation des eaux et du sol.....	15
3.4. Haies vives productives	16
IV. Techniques de plantation des haies vives	17
4.1. Modes de multiplication du matériel végétal	17
4.1.1. Semis direct	17
4.1.2. Plants élevés en pépinière.....	18
4.1.3. Bouturage	19
4.2. Disposition spatiale des haies	20
4.3. Composition botanique ou diversité structurale des haies vives	21
4.3.1. Haies vives défensives	21
4.3.2. Haies vives à usages multiples.....	21
4.4. Période d'installation.....	21
4.5. Technique d'installation.....	22
4.5.1. Préparation du terrain	22
4.5.2. Mise en place du matériel végétal	22
V. Techniques de gestion des haies vives	24
VI. Production des haies vives	28
VII. Impact agroécologique des haies vives	30
7.1. Haie vive et micro-climat.....	30
7.2. Haie vive et fertilité des sols	30
7.3. Haie vive et diversité ligneuse	31
7.4. Effet des haies vives sur les cultures.....	31
7.5. Incidence locale de la haie vive sur les nématodes.....	33
VIII. Les aspects socio-économiques des haies	34
8.1. Perception des populations sur le rôle des haies	34
8.2. Choix des espèces	34
8.3. Techniques d'installation des haies vives	37
8.3.1. Mode d'installation par semis direct et par plant.....	37
8.3.2. Mode d'installation par bouture.....	37
8.4. Compatibilité de l'installation des haies avec le calendrier agricole	38
8.5. Perception des populations sur les impacts agro-écologiques des haies vives	38
8.6. Facteurs d'adoption de la technologie haie vive.....	38
8.7. Contraintes à l'adoption des haies vives	42
8.8. Coût de production des plants des espèces de haies vives	42
Conclusion et recommandations	44
Bibliographie	46
Acronymes	52

Avant-propos

Ce rapport résume l'état actuel des connaissances et les recommandations pour la recherche et le développement des haies vives. Les avis exprimés dans cette publication sont ceux des auteurs et non pas forcément ceux de l'ICRAF ou du Centre de recherche pour le développement international (CRDI). Les appellations employées dans la publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent, de la part de l'ICRAF ou du CRDI aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Si des spécialités commerciales sont nommées, cela ne signifie ni préférence, ni discrimination de la part de l'ICRAF ou du CRDI à l'égard de certains produits.

Remerciements

Au CRDI pour l'appui financier qui a permis d'entreprendre cette étude.

Introduction

En Afrique tropicale, la production agricole était autrefois basée sur le système de culture itinérante, comprenant de courtes périodes de culture (3 à 6 ans) et de longues périodes de repos (terre en jachère). Les terres étaient relativement abondantes et le système reposait sur la maximalisation de la productivité par unité de travail (Ruthenberg, 1976). La productivité par unité de surface était faible. Sans apports d'intrants externes, le système était cependant en équilibre avec les conditions écologiques de la région (Nye et Greeland, 1960).

Au cours des 50 dernières années, l'exploitation des ressources naturelles dans la zone ouest africaine en général est devenue de plus en plus intensive. En raison de la croissance démographique et des aléas climatiques, l'espace agricole soudano-sahélien s'est étendu. Haywood (1981) a montré au Mali Central que les zones cultivées se sont accrues de 2,7 % entre 1952 et 1975 sur 60 000 km². Karembé *et al.*, (1998) signalent un doublement des superficies cultivées de 1952 (31 % du terroir) à 1996 (70 % du terroir) dans le terroir de Lagassagou situé en zone soudanienne nord (cercle de Bankass). L'introduction des cultures de rente, accompagnée de la culture attelée, a également conduit à augmenter l'utilisation de l'espace consacré à la production agricole. Les périodes de jachère ont ainsi diminué de façon considérable et les périodes de culture se sont prolongées, engendrant une rupture de l'équilibre du système de culture itinérante. La rupture s'est accélérée avec l'investissement des surplus des revenus de la production agricole dans l'achat

de troupeaux de bovins. Ainsi, une plus grande quantité de bétail doit maintenant paître sur des espaces restreints.

Cette désorganisation du système traditionnel de l'utilisation de l'espace a eu plusieurs conséquences, notamment :

- les jachères n'arrivent plus à jouer leur rôle principal à savoir la restauration de la fertilité des sols quand les périodes de repos sont raccourcies et surtout, quand les terres sont à nouveau exploitées ;
- la dégradation physique et chimique des sols (baisse de matière organique, perte de la stabilité structurale et de ses éléments nutritifs par l'érosion). Pieri (1989) a constaté qu'après la défriche, les rendements se maintiennent durant 3 à 6 ans. Au-delà de cette période, les rendements et les aptitudes culturales des sols se dégradent à cause de l'infestation des champs par les mauvaises herbes, de la détérioration de l'état physique de la couche de terre cultivée, de l'appauvrissement minéral, de la baisse du taux de matière organique et de l'acidification du sol ;
- l'extension des superficies des parcs agroforestiers à espèces utiles (*Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Cordyla pinnata*, *Tamarindus indica*, *Pterocarpus erinaceus*, *Ficus gnaphalocarpa*), de plus, insuffisamment gérées pour satisfaire les besoins des populations en produits ligneux et autres. Malgré l'importance socio-économique du parc, il subit actuellement un certain

nombre de contraintes préjudiciables à son existence : vieillissement des arbres, absence de régénération, mortalité de certaines espèces, faible rendement des cultures sous les arbres, etc. ;

- la surexploitation des parcours à cause de l'augmentation du bétail : en effet, les effectifs du cheptel du Mali ont été estimés en 1994 à 5 565 000 bovins et 12 378 000 ovins/caprins (Dirasset 1995). Le taux de croissance observé est de 3,4 % par an. Environ 70 % du cheptel bovin sont concentrés dans les régions centre et sud du pays alors que 77 % des ovins/caprins se trouvent dans les régions centre et nord. A cause de la diminution des pâturages naturels en raison de la sécheresse et de l'extension des superficies cultivées, les résidus des récoltes prennent une place de plus en plus importante dans l'alimentation du bétail et ne peuvent plus servir à protéger les terres contre l'érosion. Les ligneux fourragers qui constituent la principale source de matière azotée, d'éléments minéraux et de vitamines pour les animaux pendant la saison sèche sont en régression. Dans une telle situation où les systèmes agricoles et l'élevage dépendent largement de la capacité productive des ressources naturelles soumises à une dégradation continue, les producteurs agricoles se trouvent face à un dilemme : la nécessité croissante d'utiliser des intrants, surtout des engrais chimiques, pour pouvoir augmenter la productivité des systèmes agropastoraux, semble évidente mais, les contraintes économiques permettent rarement

de recourir à cette solution (Van Keulen et Breman, 1991). De plus, la nécessité de maintenir un certain niveau de matière organique dans le sol pour entretenir sa capacité productive est reconnue par la plupart des chercheurs (Pieri, op. cit). A des niveaux élevés de fertilisation minérale, un apport minimal de matière organique serait aussi nécessaire pour assurer une utilisation efficace des éléments nutritifs (Traoré, 1995). Mais leur disponibilité en quantités suffisantes se pose. Il en résulte que l'utilisation des moyens permettant de maintenir la fertilité du sol, comme les fumures minérales et organiques reste actuellement limitée et largement insuffisante (Van der Pol, 1990).

Pieri (Op. cit.), signale que la forte disponibilité en terres a très souvent provoqué chez les populations un réflexe de « surconsommation » de l'espace sans changement des techniques culturales. Il en déduit qu'en définitive c'est moins la croissance démographique que l'extension agricole et l'augmentation du cheptel qui mettent en péril la productivité des terres de la zone de savane. La raison d'être du système de production n'a pas changé. Les terres peuvent être plus dégradées là où la densité de population rurale est de l'ordre de 30 habitants/km² que là où elle se situe aux alentours de 80 habitants/km² où, par conséquent, l'espace est limité et a conduit les cultivateurs à intensifier leur système de production. Il s'en est suivie une réduction considérable du recours à la jachère. Cette réduction, voire cette disparition progressive de la

jachère est concomitante à une mise en culture des terres marginales, ce qui marque d'autant une évolution de l'occupation de l'espace sahélien.

Donc, l'augmentation des effectifs du cheptel et des superficies cultivées dans les terroirs villageois devient aujourd'hui préoccupante pour le maintien de la fertilité des sols, la satisfaction des besoins des populations en produits ligneux (bois de feu, de service) et autres (fruits, biomasse médicinale, etc.) et l'alimentation des animaux domestiques. Les principales conséquences de cette situation sont :

- la réduction drastique du couvert végétal ;
- le déficit chronique en bois et en fourrage ;
- la disparition des certaines espèces végétales et animales utiles aux populations ;
- la baisse continue de la fertilité des sols et des rendements des cultures ;
- la baisse continue de la production des fruitiers locaux ;
- la dégradation de l'environnement ;
- l'accentuation de la pauvreté.

Il y a donc nécessité d'améliorer les pratiques de gestion des ressources en sol et végétation compte tenu de ses multiples fonctions (amélioration et maintien de la fertilité du sol, production de bois, de fourrage, de biomasse médicinale, conservation de la diversité de la flore, etc.). Pour ce faire, l'approche agroforestière d'intégrer judicieusement des ligneux pérennes (arbres, arbustes, arbrisseaux) dans les systèmes de production des paysans

pourrait être une pratique efficace de gestion des ressources naturelles vu le potentiel des ligneux de procurer de la nourriture, du fourrage, du bois de chauffe ou de service, de protéger les sols contre l'érosion et de maintenir et même d'améliorer leur fertilité, etc.

Au nombre de ces technologies agroforestières jouant un rôle socio-économique et écologique très important en Afrique soudano-sahélienne, on peut citer les haies vives défensives. En effet, l'introduction de l'arbre sous forme de haie vive dans le paysage agraire est une nécessité dans la gestion de l'espace rural soudano-sahélien du fait du mode d'élevage et des pratiques culturales. En effet, bien que les animaux soient « gardés » pendant la saison des grandes cultures, en saison sèche, ils sont laissés à eux-mêmes. Ceci constitue une contrainte au développement des cultures de contre-saison, du jardinage, du maraîchage et des cultures fruitières. Ainsi, l'utilisation judicieuse de la haie devient un outil potentiel d'aménagement du territoire (la matérialisation de la propriété foncière et une bonne gestion du cheptel et des pâturages). En protégeant les terres, elle permet à l'agriculteur d'entreprendre des améliorations foncières et des spéculations de longue durée qu'il n'aurait pu envisager sur des terres ouvertes à la libre pâture.

Les populations ont adopté depuis fort longtemps la pratique des haies défensives. Bien qu'il existe quelques haies vives, plus de 80 % des protections se font avec des haies mortes ou mixtes confectionnées avec des branches d'arbustes des genres *Acacia*, *Ziziphus*, *Balanites*, *Combretum*, *Guiera*. Les clôtures en grillage et fil de

fer barbelé qui peuvent remplacer dans certains cas les haies mortes à base de branches d'arbustes, ne sont pas à la portée des paysans. Malgré la bonne volonté des agropasteurs, des services d'encadrement et des ONG pour la généralisation de la pratique des haies vives, les différentes actions initiées n'ont donné que des résultats mitigés. De ce fait, les haies mortes restent, en dépit de leurs inconvénients, la technologie dominante de défense des cultures contre le bétail.

Pour résoudre cette importante question, le Réseau de Recherche Agroforestière dans les Basses Terres Semi-Arides de l'Afrique de l'Ouest (SALWA) regroupant le World Agroforestry Centre (ICRAF) et les Systèmes Nationaux de Recherches Agricoles du Burkina Faso, du Mali, du Sénégal et du Niger a entrepris de 1991 à 2000 des travaux de recherche et de développement sur les haies vives. Suite à ces travaux, un projet dit Haie vive a été développé par World Vision, l'IER et l'ICRAF et il est actuellement en cours d'exécution dans la région de Ségou. Pour permettre une mise en œuvre efficace dudit projet, il est nécessaire de mettre à profit les résultats et expériences des dix dernières années de recherche effectuées par les équipes nationales de recherche sur la première génération de haies vives.

La présente étude se situe dans ce cadre et a pour objectifs :

- de connaître la performance biophysique des différentes espèces testées en haie vive en fonction des caractéristiques climatiques et pédologiques ;
- d'identifier les contraintes spécifiques qui, en fonction des caractéristiques socio-économiques (ethnie, genre, niveau de prospérité, etc.), affectent l'utilisation et l'adoption des haies vives aussi bien par les particuliers/individus que par les communautés/collectivités dans la région de Ségou ;
- de faire, en conséquence, des propositions concrètes d'amélioration de la technologie afin d'en accélérer l'adoption dans les quatre pays du Programme sahélien de l'ICRAF (Burkina Faso, Mali, Niger et Sénégal).

Cette étude a été réalisée principalement sur la base de recherches bibliographiques. Ces recherches ont porté principalement sur les travaux menés sur les haies vives dans le cadre du Réseau de Recherche Agroforestière sur les Basses Terres Semi-Arides de l'Afrique de l'Ouest (SALWA).

La synthèse bibliographique a porté en outre sur des travaux relatifs aux haies vives réalisés dans d'autres cadres dans certains pays de la SALWA.

I. Définition de la haie vive

Les différentes définitions adoptées pour désigner une haie vive sont aussi nombreuses que les fonctions recherchées. Selon le Petit Larousse (1998) « la haie est une clôture d'arbustes alignés avec ou sans arbres et qui marque la limite entre deux parcelles, entre deux propriétés ». Cette définition privilégie l'aspect délimitation de la propriété foncière. Pour Louppe et Yossi (2000), la haie vive est définie comme une structure linéaire étroite installée dans un but défensif. Les ligneux y sont plantés serrés pour avoir un effet de barrière sur les bovins et si possible sur les petits ruminants. Cette définition s'apparente à celle de Baumer (1987) qui définit la haie vive comme étant « des lignes de plantes ligneuses sur un ou plusieurs rangs qui forment une barrière continue et qu'on

coupe régulièrement pour que la barrière formée par la masse de tiges et des branches reste dense ».

En terme agroforestier, Torquebiau (1990) et Young (1995) définissent la haie vive comme « une technique agroforestière linéaire agro-sylvicole (ligneux avec les cultures) ou sylvo-pastorale (ligneux avec les pâturages et des animaux) ». Cette définition exclut par exemple les haies ornementales.

Selon les définitions utilisées il ressort que la haie répond aux trois grands enjeux de l'agroforesterie que sont la conservation, la production et la protection. Pour toutes ces considérations nous dirons que la haie vive est une technique agroforestière linéaire à buts multiples.

II. Pratiques traditionnelles des haies vives

Depuis longtemps, le besoin de haies vives se fait sentir d'où l'existence bien avant les indépendances de haies d'espèces aisées à multiplier comme l'euphorbe et le pourghère, le citronnier et le sisal (Van de Poel et Kaya 1990). Au Sénégal, le paysage sécher était quadrillé par les haies d'*Euphorbia balsamifera* et de *Jatropha curcas* (Lericollais 1990). Leur rôle était principalement la délimitation foncière et la lutte anti-érosive. La protection contre le bétail était généralement assurée par des haies mortes, des nattes tressées et des murs en banco (Louppe et Yossi 2000).

Louppe et Yossi (op., cit), signalent que dans les zones plus humides, des macro-boutures de dizaines espèces (*Bombax costatum*, *Erythrina senegalensis*, *Moringa oleifera*, *Spondias mombin*, *Sterculia spp*, etc.) étaient traditionnellement utilisées en association à des bois morts pour clôturer les enclos à

bétail. Diarra (1992) signale l'utilisation d'*Agava sasalana*, *Citrus lemmon*, *Jatropha curcas*, *Thevelia peruviana*, *Prosopis juliflora* et *Lawsonia inermis* pour la réalisation des haies vives au Mali depuis la période coloniale.

Les recherches de nouvelles espèces appropriées (notamment exotiques) pour l'édification des haies vives défensives en Afrique sèche et sub-humide ont été entreprises par le Centre Technique Forestier Tropical depuis les années 1960 (CTFT 1972). Les recherches systématiques sur les haies vives à base d'espèces locales ont été entreprises dans les pays du Sahel à partir des années 1980 (Hien et Zigani 1986, Cazet 1989, Louppe 1989, Depommier et Freycon 1990, Depommier 1991, etc.). Les espèces appropriées varient en fonction des types de haies.

III. Types de haies vives

Les objectifs d'installation des haies vives et leurs lieux d'implantation sont à la base de leur classification. En fonction des rôles qu'elles jouent, on peut distinguer principalement les types de haies suivants :

- haies vives de protection contre la divagation des animaux (haies défensives) ;
- haies vives de protection contre l'érosion (haies anti-érosives) ;
- haies vives de production ;
- haies vives de délimitation foncière ;
- haies vives ornementales.

3.1. Haies vives défensives

Les haies vives défensives sont le type le plus largement utilisé. Traditionnellement, certaines haies vives s'apparentaient à des fortifications végétales, édifiées lors des luttes ethniques en zone soudano-sahélienne. Au Tchad et au Cameroun, ces fortifications étaient constituées d'épineux tels que *Acacia ataxacantha*, *Commiphora africana*, *Ziziphus mucronata* ainsi que des Euphorbes (Seignobos, 1980, Soltner 1991). Au Mali Sud, les clôtures pour protéger les vergers des animaux étaient mises en place à partir d'espèces comme les euphorbes, *Jatropha curcas* et le sisal.

Dans le cadre du Réseau de Recherche Agroforestière dans les Basses Terres Semi-Arides de l'Afrique de l'Ouest, un certain nombre de travaux relatifs à la sélection d'espèces pour les haies vives défensives ont été réalisés au Burkina

Faso, au Mali, au Niger et au Sénégal. Les travaux menés en station et en milieu réel ont porté principalement sur des essais de comportement d'espèces en plantation pour l'édification de haies vives mono ou plurispécifiques. Pour être sélectionnées dans l'installation de haies vives défensives, les espèces ligneuses doivent être :

- épineuses : caractère défensif ;
- buissonnantes : ce qui évite un trop grand développement en hauteur, de plus la ramification basse renforce l'étanchéité de la haie ;
- sociables : pour vivre en peuplements linéaires denses ;
- de croissance initiale importante : permet l'obtention rapide d'une haie efficace et limite le nombre d'entretiens (désherbages) à effectuer après la plantation ;
- de multiplication aisée : simples à produire en pépinière, à installer par bouturage ou par semis direct ;
- rustiques : aptes à pousser sur des sols très variés ;
- peu ou pas appétibles : minimise les risques de destruction par abrutissement par le bétail et le gibier.

Dans le cadre du Réseau de Recherche Agroforestière sur les Basses Terres Semi-Arides de l'Afrique de l'Ouest (SALWA), 11 espèces ont fait l'objet d'essais de comportement pour la création de haies vives défensives en station et en milieu réel (Tableau 1). On remarque que plus d'espèces ont fait l'objet d'essais



Haie mixte à *Acacia seyal* et *Euphorbia balsamifera*

Tableau 1 : Espèces ayant fait l'objet d'expérimentations en station et en milieu réel pour l'édification de haies vives défensives dans les pays membres du Réseau SALWA (Burkina Faso, Mali, Niger et Sénégal).

Espèces	Site	Pays	Date d'implémentation	Type d'essai
<i>Acacia ataxacantha</i>	Bambey	Sénégal	1991	Station
<i>Acacia laeta</i>	Ndounga	Niger	1992	Station
	Bambey, Bandia	Sénégal	1991	Station
<i>Acacia mellifera</i>	Bambey, Bandia	Sénégal	1991	Station
<i>Acacia macrostachya</i>	Ndounga	Niger	1992	Station
	Bambey, Bandia	Sénégal	1991	Station
<i>Acacia nilotica</i>	Nédiolo, Sandiè,	Burkina Faso	1993	Milieu réel
	Ramongo, Konki Ipala	Burkina Faso	1993	Milieu réel
	Dassa	Burkina Faso	1995	Milieu réel
	Nassiéga	Burkina Faso	1995	Milieu réel
	Sarsando 1 and 3	Niger	1993	Station
<i>Acacia senegal</i>	Nédiolo, Sandiè,	Burkina Faso	1993	Milieu réel
	Ramongo, Konki Ipala	Niger	1992	Station
	Ndounga	Niger	1993	Station
	Sarando 1, 2 and 3	Niger	1993	Station
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Cinzana	Mali	1991	Station
<i>Bauhinia rufescens</i>	Nédiolo, Sandiè,	Burkina Faso	1993	Milieu réel
	Ramongo, Konki Ipala	Burkina Faso	1994	Milieu réel
	Dassa	Burkina Faso	1995	Milieu réel
	Nassiéga	Burkina Faso	1995	Milieu réel
<i>Prosopis juliflora</i>	Dangaténé, Bénibourou	Mali	1993	Milieu réel
	Sarando 1, 2 and 3	Niger	1993	Milieu réel
<i>Prosopis sp</i>	Bambey, Bandia	Sénégal	1991	Station
<i>Ziziphus mauritiana</i>	Nédiolo, Sandiè,	Burkina Faso	1993	Milieu réel
	Ramongo, Konki Ipala	Burkina Faso	1994	Milieu réel
	Dassa	Burkina Faso	1995	Milieu réel
	Nassiéga	Burkina Faso	1995	Milieu réel
	Cinzana	Mali	1991	Station
	Djigo, Djenina	Mali	1993	Milieu réel
	Dangaténé, Bénibourou	Mali	1995	Milieu réel
	Samanko, Cinzana	Mali	1995	Station
	Ndounga	Niger	1992	Station
	Dangaténé, Benibourou	Mali	1995	Milieu réel
	Samanko, Cinzana	Mali	1995	Station
	Ndounga	Niger	1992	Station

Source : Bonkougou *et al.*, 1998

dans d'autres programmes collaboratifs, probablement en raison de la limitation du programme SALWA à la zone semi-aride. Ainsi, Mery (1997) a signalé que plus d'une cinquantaine d'espèces ont fait l'objet d'expérimentation pour l'édification de haies vives (défensives et anti-érosives) au Burkina Faso dans le cadre du Programme collaboratif IRBET et CIRAD-Forêt alors que dans le cadre de SALWA, on ne note que quatre espèces. Au Mali, deux espèces (*Ziziphus mauritiana* et *Bauhinia rufescens*) ont fait l'objet d'essai de comportement en station dans le cadre de SALWA tandis que neuf (*Acacia ataxacantha*, *Acacia senegal*, *Acacia nilotica*, *Acacia macrostachya*, *Bauhinia rufescens*, *Cassia siamea*, *Parkinsonia aculeata*, *Ziziphus mauritiana*, *Ziziphus mucronata*) ont fait l'objet d'essais en zone guinéenne nord et soudanienne dans le cadre du Programme National de Recherches Agricoles.

Les résultats des essais de comportement ont permis d'identifier des espèces performantes pour l'édification des haies vives défensives en fonction du climat et du type de sol dans les pays membres du Réseau SALWA.

Au Burkina Faso, sur le plateau Mossi, avec une pluviosité moyenne annuelle de 650 à 800 mm et des sols sablo-limoneux *Acacia nilotica* et *Ziziphus mauritiana* ont affiché les meilleurs taux de survie (taux de survie supérieur à 80 %) 48 mois après plantation (Tableau 2). Mais *Acacia nilotica* apparaît comme l'espèce la plus performante pour la croissance en hauteur et le nombre de ramifications (SALWA/Burkina 1999).

Hien et Zigani (1986) et l'IRBET avaient déjà sélectionné, sur la base de leur rusticité, croissance, ramification et réaction à la coupe, *Acacia nilotica* (var *adansoni* et *tomentosa*), *Acacia senegal*, *Acacia seyal*, *Bauhinia rufescens*, *Ziziphus mauritiana* et *Prosopis juliflora* comme espèces appropriées pour la mise en place des haies vives au Burkina Faso.

Au Mali, *Acacia ataxacantha*, *Acacia senegal*, *Bauhinia rufescens*, *Cassia siamea*, *Prosopis juliflora*, *Parkinsonia aculeata*, *Ziziphus mauritiana*, *Ziziphus mucronata* ont été identifiées comme espèces performantes pour l'édification de haies vives défensives en zones guinéenne nord et soudanienne (Yossi *et al.*, 2002 ; Tableaux 3, 4 et 5).

Tableau 2 : Comportement de *Acacia nilotica*, *Acacia senegal*, *Bauhinia rufescens* et *Ziziphus mauritiana* 48 mois après plantation en haies vives dans le terroir de Dassa (Burkina Faso).

Espèces	Taux de survie (%)	Hauteur moyenne (en cm)	Nombre moyen de rameaux par plant
<i>Acacia nilotica</i>	84,1	193,6	104
<i>Acacia senegal</i>	83,4	121,7	41,4
<i>Bauhinia rufescens</i>	97,2	100,0	35,3
<i>Ziziphus mauritiana</i>	81,6	78,1	22,9

Tableau 3 : Taux de survie et hauteur moyenne des plants de quelques espèces ligneuses, 40 mois après plantation en haie vive à la Sous Station de Tiérouala (Zone guinéenne nord, Mali).

Espèces	Taux de survie (%)	Hauteur moyenne des plants (en m)
<i>Acacia macrostachya</i>	19 b	0,24 c
<i>Acacia nilotica</i>	61 a	0,60 bc
<i>Ziziphus mauritiana</i>	67 a	0,87 bc
<i>Ziziphus mucronata</i>	91 a	0,79 bc
<i>Cassia siamea</i>	64 a	3,87 a
<i>Lawsonia inermis</i>	74 a	1,38 b
<i>Bauhinia rufescens</i>	88,5 a	1,43 b

Légende : les moyennes suivies par les mêmes lettres appartiennent à un même groupe homogène.

Tableau 4 : Taux de survie et hauteur moyenne des plants de *Bauhinia rufescens*, *Acacia senegal*, *Ziziphus mauritiana* et *Ziziphus mucronata*, 48 mois après plantation en haie vive à la Station de Sotuba (zone soudanienne sud, Mali).

Espèces	Taux de survie par espèce (%)	Hauteur moyenne en m
<i>Acacia senegal</i>	92,23	2,32
<i>Bauhinia rufescens</i>	94,10	2,10
<i>Ziziphus mauritiana</i>	91,45	2,10
<i>Ziziphus mucronata</i>	94,40	2,74
<i>Acacia ataxacantha</i>	81,00	2,64
<i>Acacia macrostachya</i>	97,00	2,40

Tableau 5 : Comportement de *Ziziphus mauritiana* et *Balanites aegyptiaca* 72 mois après plantation pour la constitution de haies vives défensives sur sol sablo-limoneux à la Station de Cinzana (zone soudanienne nord du Mali).

Espèces	Taux de survie par espèce (%)	Hauteur moyenne des plants en m
<i>Ziziphus mauritiana</i>	86,28	2,80
<i>Balanites aegyptiaca</i>	78,55	1,69
Moyenne	82,1	2,24

Pour le Niger, les espèces potentielles pour l'édification des haies vives sont *Ziziphus mauritiana*, *Bauhinia rufescens*, *Acacia macrostachya* (Anonyme 1999). Mais une meilleure fermeture de la haie est obtenue lorsque les espèces sont plantées en association (haies multispécifiques). Les combinaisons les plus performantes sont :

- *Ziziphus mauritiana*/*Bauhinia rufescens* ;
- *Acacia macrostachya*/*Bauhinia rufescens* ;
- *Acacia macrostachya*/*Acacia laeta*.

Le comportement des espèces varie en fonction du sol. Ainsi, les espèces *Bauhinia rufescens*, *Ziziphus mauritiana*, *Acacia senegal* et *Acacia laeta* sont performantes sur les plateaux alors que sur les plaines, *Acacia nilotica*, *Prosopis juliflora* et *Bauhinia rufescens* sont plus efficaces.

Au Sénégal, les espèces testées seules ou en association ont été *Acacia laeta*, *Acacia mellifera*, *Acacia tortilis*, *Acacia nilotica*, *Ziziphus mauritiana*, *Bauhinia rufescens*, *Prosopis spp*, *Acacia ataxacantha* et *Acacia macrostachya* en milieu réel et en station (Ndour *et al.* 1999).

Les résultats ont révélé que les haies constituées par l'association *Acacia laeta* et *Acacia mellifera* sont les plus efficaces.

Mais on a observé une différence dans la performance de certaines espèces sur les deux grands types de sols de la zone (sols sableux et sablo-argileux). En effet, *Ziziphus mauritiana*, *Acacia mellifera* et *Acacia nilotica* sont plus adaptées sur sol sablo-argileux (deck-dior) tandis que *Acacia laeta* et *Acacia tortilis/raddiana* sont plus performantes sur sol sableux.

Sur la base des résultats acquis dans le cadre du réseau SALWA, Bonkougou *et al.*, (1998) ont établi la liste des espèces performantes pour les haies vives défensives en fonction de la pluviosité et des types de sol (Tableau 6). Il faut noter que les pays membres de SALWA couvrent une superficie qui s'étend au delà de la zone semi-aride (au sens de l'UNESCO), notamment les zones sub-humides (jusqu'à 1 300 mm). Ainsi, Louppe et Yossi (2000) ont donné la liste des espèces recommandables pour la réalisation de haies vives pour les zones sèches et sub-humides de l'Afrique de l'Ouest (Tableau 7). Ces espèces sont les plus fréquemment citées ou confirmées par l'expérimentation. Elles constituent le matériel végétal vulgarisable même si elles ont été sélectionnées sur la base de résultats acquis pour la plupart après deux ou trois ans d'observations. Cette liste contient toutes les espèces sélectionnées dans le cadre de SALWA sauf *Acacia laeta* dans la zone de 400-700 mm.

Tableau 6 : Espèces appropriées pour l'édification de haies vives défensives en zone sahélienne en fonction du sol et de la pluviosité.

Sols	Pluviosité		
	400-500 mm	500-600 mm	600-800 mm
Sableux	<i>Prosopis spp</i> <i>Acacia laeta</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 : Bonkougou *et al.*, 1998.

Tableau 7 : Espèces recommandables pour les haies vives en Afrique sèche et sub-humide.

Espèces	Pluviosité		
	400-700 mm	700-1000 mm	1000-1300 mm
<i>Acacia mellifera</i>	*	*	
<i>Acacia nilotica</i>	*	*	
<i>Acacia senegal</i>	*	*	
<i>Agave sisalana</i>		*	*
<i>Bauhinia rufescens</i>	*	*	*
<i>Citrus lemon</i>		*	*
<i>Commiphora africana</i>	*	*	
<i>Dichrostachys cinerea</i>			*
<i>Euphorbia balsamifera</i>	*	*	
<i>Hematoxylon brasileto</i>			*
<i>Jatropha curcas</i>	*	*	
<i>Moringa oleifera</i>		*	*
<i>Prosopis juliflora</i>	*	*	
<i>Ziziphus mauritiana</i>	*	*	*
<i>Ziziphus mucronata</i>			*

Source : Louppe et Yossi 2000.

3.2. Haies vives de délimitation foncière

Les haies vives de délimitation foncière servent à borner un champ ou une exploitation, à marquer une appropriation. Elles jouent un grand rôle dans l'aménagement de l'espace rural. Les populations ont de plus en plus besoin d'affirmer la propriété de leurs terres.

Au Cameroun et au Niger, ces haies étaient essentiellement constituées d'*Euphorbia balsamifera* (Seignobos 1980, Van den Berg 1982).

En Côte d'Ivoire, dans la zone de

Korhogo, les populations ont développé un cadastre végétal avec les espèces exotiques telles que *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Anacardium occidentale* et *Jatropha curcas* (Louppe 1991).

Au Sénégal, des essais de délimitation de parcelles paysannes ont été mis en place avec *Acacia monticola*, *Acacia linearoides*, *Acacia bivenata*, *Azadirachta indica*, *Eucalyptus camaldulensis* et *Prosopis cinerea* avec la participation des paysans. Les résultats ont été dans l'ensemble médiocres en raison des réticences des paysans aux nouvelles techniques et un manque de savoir faire (Niang et Bailly, 1983).



Haie vive (monospécifique) à *Euphorbia balsamifera*

3.3. Haies anti-érosives ou de conservation des eaux et du sol

Ce sont principalement les haies installées sur des courbes de niveau, des haies brise-vent ou de végétalisation de dispositifs anti-érosifs mécaniques (cordons pierreux, diguettes en terre, etc.).

Pour les haies mixtes de ligneux et d'herbacées sur courbes de niveau, les espèces conseillées au Burkina Faso par le CIRAD et l'IRBET sont *Acacia holosericea*, *Albizzia lebbek*, *Anogeissus leiocarpus*, *Cassia siamea*, *Guiera senegalensis*, *Grewia bicolor*, *Leucaena leucocephala* et *Securinega virosa*. Des espèces de haies vives défensives telles que *Bauhinia rufescens* et *Euphorbia balsamifera* sont également préconisées.

Dans le cadre de la végétalisation des dispositifs anti-érosifs mécaniques (cordons pierreux, diguettes), des essais ont été mis en place en station par ICRAF/SALWA à Gonsé en 1992 et à Nionogo en 1993 (SALWA/Burkina Faso 1994). Les espèces testées étaient *Acacia nilotica*, *Albizzia lebbek*, *Bauhinia rufescens*, *Cassia siamea* et *Leucaena leucocephala* associées à *Andropogon gayanus*, *Acacia albida*, *Pterocarpus lucens* et *Pterocarpus erinaceus*. L'évaluation du taux de survie des espèces, cinq mois après plantation à Nionogo révèle le bon comportement de *Pterocarpus erinaceus* (86 %), de *Bauhinia rufescens* (77,8 %) et de *Guiera senegalensis* (61 %).

Au Mali, la plantation d'*Acacia senegal* et *Jatropha curcas* le long des dispositifs anti-érosifs mécaniques

linéaires n'a pas eu d'impact sur le ruissellement et l'érosion dans le terroir de Gouani en zone soudanienne sud (Agniel *et al.*, 1998). En revanche, la plantation d'*Agave sisalana* et de *Lantana camara* le long des cordons pierreux a contribué en trois ans à réhabiliter le couvert végétal (augmentation de la richesse floristique et production de biomasse herbacée) dans la forêt villageoise de Diarrakoungo en zone soudanienne sud du Mali (Yossi *et al.*, 2002).



Haie brise-vent à *Eucalyptus camaldulensis*

3.4. Haies vives productives

Les haies vives productives sont constituées de ligneux ou de semi-ligneux fournissant du bois de feu ou de service, des fruits, des feuilles alimentaires, de la biomasse médicinale, du fourrage, de la paille, etc. (Depommier 1991). Le rôle de production des haies doit être privilégié dans les zones où les ressources naturelles deviennent de plus en plus rares en raison de la forte pression

d'exploitation. La haie par son rôle de production peut répondre aux besoins des populations (énergie, aliments, fourrage, matériaux de construction) ainsi apporter des revenus non négligeables tirés de la vente des produits des haies.

La plupart des types de haies incorporent à divers degrés la fonction de production. De même, les haies de délimitation foncière ou défensives peuvent jouer le rôle de haies vives anti-érosives.



Haie vive productive à *Lawsonia inermis* (héné)

IV. Techniques de plantation des haies vives

4.1. Modes de multiplication du matériel végétal

Le mode de multiplication conditionne la réussite de la haie. La survie et la croissance des plants dépendent du mode de multiplication. Pour une large adoption d'une espèce pour une haie vive, le mode de multiplication doit être simple, facile à appliquer et économique pour le paysan. Les principaux modes de multiplication des espèces pour la constitution des haies vives sont :

- le semis direct ;
- les plants en sachets ;
- les plants à racines nues (entiers ou en stump) ;
- les boutures.

4.1.1. Semis direct

Le semis direct est simple d'application et ne nécessite pas de main-d'œuvre importante, ni de transport de plants. Il suffit de posséder des graines. Le semis direct apparaît comme le mode de propagation le plus approprié pour

l'application en milieu paysan mais aussi comme la plus aléatoire dans sa réussite.

Le semis direct consistant à mettre trois à quatre graines par poquet est une technique très proche de la pratique traditionnelle des paysans pour la mise en culture de leurs champs.

Le semis direct a fait l'objet de travaux en station et en milieu réel (Hien et Zigani 1987, Dibloni et Ouédraogo 1999, Depommier 1991, Dicko 1991, Ndour *et al.*, 1999, Yossi *et al.*, 2002). Les résultats ont révélé que plusieurs espèces peuvent faire l'objet de semis direct pour la constitution des haies vives. Ce sont entre autres *Acacia nilotica adansonii*, *Anacardium occidentale*, *Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia rufescens*, *Parkinsonia aculeata*, *Prosopis juliflora*, *Jatropha curcas*, *Ziziphus mucronata*, *Ziziphus mauritiana*, *Acacia senegal*, etc. Les taux de survie et la hauteur moyenne des plants de quelques espèces issues de semis direct à Komki Ipala sont donnés au tableau 8.

La date de semis a une influence sur la réussite de la haie. Ainsi, les travaux

Tableau 8 : Influence du semis direct sur le taux de survie, la croissance en hauteur et le nombre de rameaux de *Acacia nilotica*, *Acacia senegal* et *Ziziphus mauritiana* 42 mois après semis pour l'édification de haie vive dans le terroir de Komki Ipala au Burkina Faso.

Espèces	Taux de survie (%)	Hauteur des plants (en cm)	Nombre de rameaux
<i>Acacia nilotica</i>	58,5	148,0	73,7
<i>Acacia senegal</i>	34,0	47,3	68,1
<i>Ziziphus mauritiana</i>	48,0	49,9	36,6

Source : Dibloni et Ouédraogo 1999.

de Louppe *et al.*, (1992) en Côte d'Ivoire sur le taux de germination en fonction de la date de semis de sept espèces de haies vives indiquent que *Jatropha curcas* et *Parkinsonia aculeata* pourraient être semées dans la première moitié de juillet (taux de germination de 42 et 90 %) ; *Prosopis juliflora* en mi-août (46 %) et *Ziziphus mauritiana* et *Ziziphus mucronata* dans la première moitié d'août (taux de germination de 30 à 40 %).

Malgré sa simplicité apparente et son faible coût, le semis direct exige pour sa réussite que soient levées un certain nombre de contraintes (Louppe et Yossi 2000) :

- la nécessité de disposer de quantités importantes de semences ;
- le pré traitement des semences ;
- les risques de sécheresse post-semis peuvent être minimisés par le paillage ;
- les risques d'engorgement (dans les basfonds ou de ruissellement sur les pentes) : peuvent être maîtrisés par les techniques classiques de défense et restauration des sols ;

- la concurrence herbacée ;
- les attaques d'insectes ;
- la nécessité de semer tôt au cours de la saison des pluies pour favoriser le développement racinaire avant la saison sèche : cette exigence augmente le caractère aléatoire et risqué de cette technique. Dans les zones plus arides, les jeunes plants peuvent être arrosés lorsque cela est possible.

4.1.2. Plants élevés en pépinière

L'élevage des plants en pépinière avec transplantation sur le terrain sous forme de plants en sachets ou à racines nues reste la technique la plus sûre mais la plus onéreuse en raison des coûts élevés de pépinière, de transport des plants et de manutentions diverses. La majorité des essais de haies vives réalisés en station et en milieu réel dans la sous-région (Yossi *et al.* 2002, Depommier et Nouvellet 1992, Hien et Zigani 1986, etc.) ont mis en évidence que la plantation des plants élevés en pépinière permet d'obtenir des taux de survie de plus de 80 % (Tableaux 9 et 10).

Tableau 9 : Influence du mode de multiplication sur le taux (%) de survie des plants de quelques espèces, 18 mois après plantation en haie vive au Burkina Faso.

Espèces	<i>Faidherbia albida</i>	<i>Acacia nilotica</i>	<i>Balanites aegyptiaca</i>	<i>Parkinsonia aculeata</i>	<i>Bauhinia rufescens</i>	<i>Jatropha curcas</i>
Plants en sachet	80	92	94	96	98	94
Semis direct	2	33	76	19	13	71
Plants recepés	80	95	98	93	97	85
Plants à racines nues	40	68	95	85	100	79

Source : Depommier et Nouvellet 1992.

Tableau 10 : Influence du mode de plantation sur le comportement des plants de *Ziziphus mucronata*, 24 mois après plantation en haie vive à la Station de Sotuba (Zone soudanienne sud).

Espèces	Taux de survie des plants (%)	Hauteur moyenne des plants (en m)
Plantation des plants entiers en pots	95,28	1,20
Plantation des plants entiers à racines nues	83,32	1,15
Semis direct	57,13	0,98
Moyenne	78,57	1,11

Source : Yossi *et al.* 2002.

L'élevage des plants en planche pour la plantation des plants à racines nues (plants entiers et plants en stump) permet de minimiser les coûts de pépinière, de transport et de plantation. Les stumps favorisent un port multicaule (Louppe et Ouattara 1990) et permettent d'obtenir rapidement des haies denses.

4.1.3. Bouturage

Plusieurs espèces ligneuses sont aptes à rejeter après bouturage. Mais actuellement la propagation des haies vives par bouture ne semble concerner que quelques espèces comme *Euphorbia balsamifera* et *Jatropha curcas* au Mali (Van der Poel *et al.* 1988, Yossi *et al.* 2002). Des travaux sont en cours en milieu réel au Mali sur les possibilités d'installation des haies vives par boutures (ICRAF/IER en cours). Le bouturage direct sur le terrain permet des économies d'argent et il minimise le temps de travail. Le problème majeur de cette méthode de multiplication est l'approvisionnement en boutures.

4.2. Disposition spatiale des haies

L'écartement de plantation détermine l'efficacité de la haie. Les plantes doivent être suffisamment denses pour que la fonction de la haie soit efficace tout en permettant un bon développement des arbres.

Au Burkina Faso et au Sénégal, les études ont montré que pour des plants disposés en quinconce sur deux lignes parallèles, le meilleur espacement correspond à 50 cm entre les plants sur les lignes et 30 à 50 cm entre les lignes (Goudet 1980, Depommier 1991, Hien et Zigani 1993-1994). Yossi *et al.* (2002) n'ont pas noté d'impact de l'arrangement spatial de la haie (haie à double ligne en quinconce avec 50 cm entre les lignes et 1 m entre les plants sur les lignes, haie à simple ligne avec 50 cm entre les plants) sur le taux de survie des espèces ligneuses 40 mois après plantation en zone guinéenne nord du Mali (Tableau 11).

Selon Depommier (1991), la haie

à double ligne en quinconce permet une interpénétration des houppiers des individus ligneux assurant ainsi à la haie une bonne continuité. Mais Louppe et Yossi (2000) notent qu'avec des épineux, le désherbage de l'interligne est rarement entrepris et les herbes qui s'y développent deviennent un lieu de passage préférentiel des feux. Ainsi, pour limiter ce risque, les auteurs conseillent d'adopter les haies à simple ligne. Les essais d'écartement menés au Mali (Anonyme 1999) n'ont pas permis de mettre en évidence des différences entre les écartements testés (0,25 m ; 0,50 m et 1 m). Mais au Niger, des écartements de 0,80 m entre les plants sur la ligne pour des haies vives défensives de *Prosopis juliflora*, *Parkinsonia aculeata*, *Ziziphus mauritiana* et d'acacias constituées de deux à trois lignes dans des périmètres irrigués se sont avérés trop lâches pour une bonne efficacité des haies (CTFT 1972). Pour des raisons économiques et d'efficacité de la haie, Louppe et Yossi (op. cit) conseillent des écartements allant de 0,25 m à 0,30 m pour des haies à simple ligne.

Tableau 11 : Influence du mode d'arrangement sur le taux de survie (%) de quelques espèces ligneuses, 40 mois après plantation en haie vive à la Sous Station de Tiérouala (Zone guinéenne nord du Mali).

Espèces	Haie à simple ligne	Haie à double ligne	Moyenne par espèce
<i>Acacia macrostachya</i>	19	19	19 b
<i>Acacia nilotica</i>	76	47	61 a
<i>Ziziphus mauritiana</i>	56	78	67 a
<i>Ziziphus mucronata</i>	97	85	91 a
<i>Cassia siamea</i>	55	73	64 a
<i>Lawsonia inermis</i>	62	86	74 a
<i>Bauhinia rufescens</i>	89	88	88,5 a

Légende : Les moyennes suivies par les mêmes lettres appartiennent à un même groupe homogène.

4.3. Composition botanique ou diversité structurale des haies vives

Les haies à une ou à plusieurs lignes peuvent être monospécifiques ou composites. Mais la majorité des haies sont mono spécifiques et après quelques années, elles deviennent hétérogènes en raison de la grande variabilité des sols. Certaines espèces peu adaptées disparaissent. Ces haies ne sont pas efficaces et font perdre la confiance des agriculteurs. Les haies plurispécifiques n'ont pas beaucoup d'inconvénients et sont de plus en plus utilisées. Les associations d'espèces permettent à la haie de multiplier et de combiner les rôles tels que défensif/productif, anti-érosif/productif, défensif/anti-érosif, etc. (Mery 1997). Au minimum, on utilisera deux espèces en mélange pied par pied, voire plus par semis direct. Des associations d'espèces performantes pour la constitution de haies vives ont été identifiées au Niger, au Sénégal et au Burkina Faso. Ce sont :

4.3.1. Haies vives défensives

Niger

- *Ziziphus mauritiana*/*Bauhinia rufescens*
- *Acacia macrostachya*/*Bauhinia rufescens*
- *Acacia macrostachya*/*Acacia laeta*

Sénégal

- *Acacia laeta* et *Acacia mellifera* sont les plus efficaces.

Burkina Faso

- *Acacia nilotica adansonii* et *Acacia senegal*
- *Acacia nilotica adansonii* et *Bauhinia rufescens*
- *Acacia nilotica adansonii* et *Ziziphus mauritiana*.

4.3.2. Haies vives à usages multiples

Haies productives et défensives

Burkina Faso

- *Azadirachta indica*/*Acacia nilotica adansonii*
- *Eucalyptus camaldulensis*/*Ziziphus mauritiana*

Haies brise-vent et productives

Burkina Faso

- *Eucalyptus camaldulensis* associée à :
 - *Acacia nilotica adansonii*
 - *Bauhinia rufescens*
 - *Azadirachta indica*
 - *Cassia siamea*

4.4. Période d'installation

La plantation et le semis direct doivent intervenir aussi tôt que possible au cours de la saison des pluies. La taille des plants s'effectue en fonction de la précocité de leur installation (Louppe et Ouattara 1990).

4.5. Technique d'installation

4.5.1. Préparation du terrain

La croissance juvénile des plants dépend du travail du sol. La croissance des plants est meilleure s'ils profitent d'un grand volume de sol ameubli. L'objectif du travail du sol est d'augmenter la capacité de rétention de l'eau des sols. Selon Louppe et Yossi (2000), plus la xérecité augmente, plus le travail du sol doit être important. Le travail du sol en zone sèche est indispensable pour assurer une croissance initiale vigoureuse aux plantations linéaires sujettes à de fortes hétérogénéités de croissance le long des alignements (Depommier 1991). Peu de recherches ont été effectuées sur le travail du sol en vue de la mise en place des haies vives dans le cadre du réseau SALWA. Certains travaux ont été réalisés par le CTFT au Niger (CTFT 1972) et au Burkina Faso (Hien et Zigani 1993-1994).

Au Burkina Faso, les dimensions de tranchées conseillées sont 0,60 m × 0,40 m pour des plants élevés en sachets et 0,60 m × 0,80 m pour les semis directs (Hien et Zigani 1987, Depommier 1993).

Au Niger, des tranchées de 0,50 m de profondeur que l'on rebouche avant plantation sont préconisées ainsi que la création de rigoles avant l'hivernage pour capter l'eau et les éléments fertiles du sol (CTFT 1972).

Pour des zones plus humides comme le Nord de la Côte d'Ivoire, Ouattara et Louppe (1998) préconisent d'effectuer le semis direct sur billon à raison d'une seule ligne avec trois à quatre graines prétraitées par poquet avec un

espacement de 20 cm entre les poquets. Dans les zones plus sèches (500 mm de pluies par an), Cazet (1989) sème les graines pré-germées au fond de petites cuvettes qui permettent de recueillir l'eau de pluie au niveau des semences. Cette technique associée au paillage des semis qui réduit l'évaporation donne de très bons résultats.

Les données sont rares sur l'impact de l'apport de fumure ou de matériel végétal sur le développement des haies, même si l'apport de fertilisant contribue à augmenter la croissance et le développement des arbres plantés. Dans ce contexte, Kaya et Coulibaly (1991) indiquent que les haies implantées en plein champ de cotonniers bénéficiant des soins culturaux et des engrais se comportent mieux que celles situées hors des parcelles de culture.

Des essais d'apport de paillis constitués de feuilles de neem ont permis de faire l'économie du premier sarclage de la haie durant la saison des pluies. Depommier (1991) note que le paillage de la ligne de haie limite le développement et la concurrence des adventices pendant au moins deux mois.

4.5.2. Mise en place du matériel végétal

• Boutures

Pour leur implantation, Van der Poel *et al.*, (1988) recommandent, en zone CMDT-Koutiala (Mali), l'installation en mai, donc avant les pluies pour respectivement des taux probables de reprise et de survie de 83 et 68 %. Ils préconisent aussi des boutures de 50 cm de long et 3 à 5 cm

de diamètre dont le tiers inférieur est enfoui dans le sol (15 cm environ). Il reste cependant que ces valeurs sont les maxima des traitements étudiés. En zone irriguée de l'Office du Niger, Yossi *et al.* (*op. cit.*) indiquent que les boutures de 1 m de longueur assurent le plus fort taux de survie aux plants. Elles sont suivies par les boutures de 0,50 m à 0,75 m de longueur. Le nombre de branches situées au dessous de 50 cm de hauteur est plus élevé chez les plants issus des boutures de 0,50 m de longueur. En revanche, la dimension des boutures et la profondeur de plantation n'ont pas eu d'influence significative sur la croissance en hauteur et en grosseur des plants ainsi que sur le nombre total de branches. La hauteur moyenne générale des plants est supérieure à 160 cm et le diamètre à la base à 6 cm, deux ans après la plantation.

- **Semis direct**

Le semis direct demande certaines précautions dont une bonne profondeur de semis, notamment pour les espèces à petites graines. Pour les espèces à grosses graines, la profondeur de semis a moins d'importance. Selon Louppe et Ouattara (1993 a ; Ouattara et Louppe 1993 b), les semoirs mécaniques peuvent être utilisés pour le semis des graines pré-traitées à l'acide, rincées puis séchées et conservées pendant plusieurs semaines. Le semis peut se faire en ligne comme en poquets. Le semis direct a donné de bons résultats en Côte d'Ivoire.

- **Plantation**

Cette technique est bien connue et bien maîtrisée par les services techniques. Les principales précautions à prendre sont le cernage des plants en pépinière et le sectionnement de la crosse de fond de pots lors de la mise en place du plant dans le trou de plantation.

V. Techniques de gestion des haies vives

La gestion d'une haie comporte l'élimination de la concurrence herbacée, la protection contre la dent de bétail et la taille. Les haies comme toutes les plantations d'espèces ligneuses sont sensibles à la concurrence herbacée dans le jeune âge. Il est recommandé de sarcler au moins deux fois pendant la saison des pluies (Van den berg 1982, Hien et Zigani 1986). Dans le même ordre d'idée, Louppe *et al.*, (1992) en Côte d'Ivoire, affirment que « la concurrence herbacée est la cause majeure des échecs de création des haies vives par semis direct ».

Pendant les désherbages, Louppe et Yossi (2000), conseillent de conserver les ligneux qui poussent spontanément sur ou à proximité de la ligne de plantation. Ces espèces spontanées procurent une densité à la haie, augmentent la biodiversité et diminuent les risques de disparition prématurée de la haie.

La haie vive défensive édiflée avec des espèces appréciées doit être protégée au jeune âge contre les dents des animaux, notamment contre les caprins et les rongeurs qui sont les plus dangereux. On a souvent conseillé aux agriculteurs au Mali de protéger la haie vive avec des haies mortes, des grillages ou des barbelés. Mais certains auteurs comme Weber et Hoskins (1983) pensent que cette technique n'encourage pas les paysans à prendre soin de leur haie. Louppe et Yossi (op. cit) signalent que dans certains pays, les agriculteurs confectionnent un répulsif avec la bouse de vache pulvérisée sur les plants.

Une haie vive nécessite d'être

régulièrement taillée afin de conserver son caractère ramifié, d'augmenter son impénétrabilité, notamment pour les haies vives défensives. Elle doit conserver une certaine homogénéité, ne pas gêner les paysans lorsqu'ils travaillent et ne pas entrer en concurrence avec les cultures avoisinantes (ombrage et compétition racinaire principalement). Peu de recherches ont été effectuées pour proposer à la vulgarisation des paquets techniques fiables sur la taille des haies, notamment l'âge de la première taille, la hauteur optimale de taille, les outils de coupe ainsi que le rythme de taille.

Hien et Zigani (1986) conseillent de tailler les haies très tôt (à deux ans si possible) pour les densifier. Ce délai correspond au temps nécessaire pour que le système racinaire soit bien installé et que la hauteur soit suffisante pour être taillée (60 à 80 cm). Ouattara et Louppe (1998) ont obtenu d'excellents résultats avec plusieurs espèces avec une taille basse (20 cm) douze mois après plantation.

La meilleure période de taille correspond à la fin de la saison sèche ou en début d'hivernage lors du débourrement de la végétation qui précède la pluie ainsi qu'à la période post-hivernage où des réserves d'eau ont été accumulées permettant à la plante de supporter le traumatisme dû à la coupe (Hien et Zigani 1986, Depommier 1991).

Hien et Zigani (1986) conseillent de tailler les haies deux fois par an aux périodes suivantes : en fin de saison sèche et en saison de pluies. Des essais en milieu paysan au Burundi ont montré que



Haie vive à *Euphorbia balsamifera* taillée



Haie vive à *Ziziphus mauritiana* taillée

pour des haies anti-érosives productives que deux coupes par an en octobre et en février à 30 cm du sol permettent d'augmenter la biomasse de l'espèce *Calliandra calothyrsus*. De même, Yossi *et al.* (2002) ont mis en évidence que la taille des haies de *Ziziphus mucronata* et d'*Acacia ataxacantha* de 4 ans en octobre permet d'améliorer leur efficacité (exprimée par la densité géographique selon Folk (1951)) en saison sèche, période au cours de laquelle a lieu

la divagation des animaux au Sahel (Tableau 12).

Sanogo (1999) a étudié l'effet de trois hauteurs de coupe (0,10 m ; 0,50 m et 1,30 m) sur le comportement de *Euphorbia balsamifera*, *Jatropha curcas* et *Bauhinia rufescens* plantées en haies vives en zone Mali Sud (Tableau 13). Ainsi, l'auteur a constaté une corrélation entre la hauteur de coupe et l'accroissement de la hauteur des rejets sauf chez *Euphorbia balsamifera* pour laquelle aucun niveau

Tableau 12 : Influence du rythme de coupe sur la densité géographique des haies vives de *Ziziphus mucronata* de 5 ans et d'*Acacia ataxacantha* de 4 ans à la Station de Sotuba (zone soudanienne sud).

Espèces	Rythme de coupe	Densité (en %) en décembre (saison sèche froide)	Densité (en %) en avril (saison sèche chaude)
<i>Ziziphus mucronata</i>	Coupe en octobre	100	57,50 a
	Témoin	100	48,30 b
<i>Acacia ataxacantha</i>	Coupe en octobre	100	75,00 a
	Témoin	100	66,25 b

Tableau 13 : Effet de la hauteur de coupe sur le comportement de quelques espèces en zone Mali Sud.

Espèces	Hauteur de coupe (en m)	Site	Hauteur des rejet en cm	Nombre de rejets/souche
<i>Jatropha curcas</i>	0,10	1	18	7
		2	25	8
	0,50	1	35	+10
		2	50	+10
	1,30	1	33	+10
		2	57	+10
<i>Bauhinia rufescens</i>	0,10	2	35	+10
		3	4	9
	0,50	2	63	+10
		3	6	9
	1,30	2	73	+10
		3	27	+10
<i>Euphorbia balsamifera</i>	0,10	3	3	9
	0,50	3	6	+10
	1,30	3	5	+10

Légende : + 10 = 2 à 3 dizaines de rejets par plant/pied

Source : Sanogo S. 1999 (modifié)

de coupe n'est favorable.

La coupe à 0,50 m de hauteur est la plus appropriée pour *Bauhinia rufescens* et *Jatropha curcas*. Par rapport à la coupe à 1,30 m du sol où la croissance des rejets est aussi forte. La coupe à 0,50 m du sol permet un bon développement latéral par rapport à la coupe à 1,30 m de la haie vive (surface occupée par cette dernière plus réduite). La coupe à 0,10 m du sol présente assez de limites qui sont entre autres : la faible croissance des rejets, l'exposition des souches au soleil, la faible résistance des souches et l'ouverture des brèches au niveau de la ligne d'arbres.

Au Niger, les essais de gestion des haies ont permis d'identifier la hauteur de coupe 1,5 m comme celle qui favorise une meilleure fermeture de la haie.

Les tailles des haies doivent être réalisées proprement sans blesser les plants avec des cisailles ou des machettes bien affûtées, ces dernières étant les plus utilisées par les paysans. Les émondes peuvent être utilisées pour renforcer l'efficacité des haies défensives en bouchant les trouées et/ou fournir du bois (de feu ou de service) et du fourrage. Pour certaines haies, la production fruitière peut être compromise par la taille. Dans ces cas il faut réaliser des tailles fruitières.

VI. Production des haies vives

En plus des haies de production, les haies défensives peuvent produire des revenus pour les agriculteurs. La fonction de production est susceptible de favoriser l'appropriation de la technologie haie vive par les agriculteurs bien que les enquêtes de Ayuk (1997) au Burkina Faso et celles de Sanogo *et al.* (2000) au Sénégal ont montré que ce n'est pas un des facteurs les plus déterminants de l'adoption.

Malgré l'importance des sous-produits de la haie, peu de travaux ont été effectués pour les quantifier (Depommier 1993). On peut cependant noter certains travaux menés au Burkina Faso (Mery 1997), au Niger (Lanners *et al.* 1994) et au Mali (Sanogo 1999).

Mery (1997) a évalué la production ligneuse de plusieurs types parmi lesquels des haies défensives, des haies anti-érosives et des haies brise-vent dans plusieurs localités du Burkina Faso. En zone nord soudanienne, la production ligneuse des haies vives défensives âgées de 8 ans a donné les résultats suivants : *Acacia nilotica adansonii* (1,3 kg/plant), *Bauhinia rufescens* (0,7 kg/plant) et *Ziziphus mauritiana* (0,3 kg/plant). De

cette étude, il ressort que les haies situées en bas de pente ont une production ligneuse plus élevée que celles qui se trouvent en haut de pente.

Dans les haies anti-érosives, les productions de bois les plus importantes sont de l'ordre de 3,5 kg/plant et concernent les espèces à port plus ou moins arboré et à feuillage abondant telles que *Anogeissus leiocarpus* et *Guiera senegalensis*. Les espèces *Dalbergia melanoxylon* et *Grewia bicolor*, toutes deux arbustives ont une production de l'ordre de 1,5 kg/plant. L'espèce la plus buissonnante *Securinega virosa* a été la moins productive.

Dans les brises-vent, les espèces *Azadirachta indica*, *Cassia siamea* et *Eucalyptus camaldulensis* sont très productives.

En Zone Mali Sud (sous une pluviométrie variant entre 900 et 1000 mm), Sanogo (1999) a évalué l'influence de la hauteur de coupe (de 0,10 m, 0,50 m et 1,30 m) sur la production fourragère et ligneuse des haies de *Bauhinia rufescens* de 6 ans (Tableau 15). La production ligneuse a varié de 6,93 kg/plant à 4,11 kg/plant et celle du

Tableau 15 : Influence de la hauteur sur la production de biomasse d'une haie de *Bauhinia rufescens* âgées de 6 ans en zone Mali Sud.

Hauteur de coupe (m)	Quantité de fourrage (kg/plant)	Quantité de bois (kg/plant)	Quantité de bois pour 100 m de haie plantée selon l'écartement 0,50 m (en kg)
1,10	4,09	6,93	1392,9
0,50	3,86	4,73	950,7
1,30	3,48	4,11	826,1

Source : Sanogo 1999, page 54.

fouillage de 4,09 kg/plant à 3,48 kg/plant en faveur de la plus petite hauteur de coupe. La supériorité de la production au Mali Sud par rapport au Nord du Burkina s'explique en partie par la différence de climat.

Par rapport à la production fruitière, en milieu paysan, une haie vive à base de *Jatropha curcas* peut fournir 1 à 2 kg de graines par mètre et par an (Precons 1996). En milieu réel, un pied de *Bauhinia rufescens* peut produire 3,5 kg de fruits par an (Belem 1992). Les fruits de *Bauhinia rufescens* sont mangés par les ovins et les caprins. Lanners *et al.* (1994) indiquent que les feuilles de *Acacia nilotica* contiennent 258 g/kg de protéines brutes et ont un rapport protéine brute/énergie métabolisable

supérieur à celui des pâturages naturels du Sud Ouest du Niger mais sans préciser la quantité de fourrage que 100 m de haie peuvent produire.

Bien que modestes, les estimations de productions ligneuses effectuées permettent de constater que les apports en bois par les haies vives de 6 à 8 ans sont non négligeables et peuvent constituer pour le paysan une source de bois de feu pour sa famille ou un revenu complémentaire suivant l'espèce plantée. Avec une consommation journalière de 1,7 à 1,2 kg/habitant et par jour au Mali, une haie de *Bauhinia rufescens* de 100 m taillée à 0,10 m du sol peut satisfaire les besoins en bois énergie d'une famille de deux personnes pendant un an.



Fruits de *Ziziphus mauritiana*



Poudre de feuilles de héné
(*Lawsonia inermis*)

VII. Impact agroécologique des haies vives

La haie vive est une rupture brutale dans le paysage agricole. De ce fait, elle induit des modifications écologiques importantes dans lesquelles le micro-climat, le sol, les activités biologiques et les cultures interagissent et s'influencent mutuellement.

Les effets des modifications induites par les haies vives sur leur environnement méritent d'être mieux connus en fonction des types de haies et des espèces composantes dans le cadre de la mise au point de systèmes agroforestiers capables de valoriser les interactions positives entre les composantes du système tout en réduisant les effets d'interaction négative (Ong *et al.* 1992).

7.1. Haie vive et micro-climat

L'effet brise-vent, la modification de l'évapotranspiration et l'ombrage sont les trois facteurs principaux de l'effet des haies vives sur le micro-climat. Ils sont généralement étudiés dans le cadre des cultures en couloirs, mais rarement pour les haies vives.

Dans les zones arides, les observations montrent que les brise-vent réduisent beaucoup les risques liés aux vents violents de saison des pluies et aux vents érosifs de saison sèche (Michels *et al.*, 1998 ; Banzaf *et al.*, 1992 ; Leihner *et al.*, 1993). Mais à l'opposé, certaines observations laissent supposer qu'un ralentissement de la vitesse du vent en saison chaude induit une augmentation de la température au niveau du sol qui

parfois peut nuire aux productions agricoles (Brenner *et al.*, 1995).

La haie favorise l'infiltration des eaux de pluie en raison de l'absence de croûte de battance et par une meilleure porosité du sol. Disposées perpendiculairement à la plus grande pente, les haies contribuent à réduire le ruissellement et l'érosion hydrique (Perez *et al.* 1997). Ainsi, Sanogo (1999) a mis en évidence en zone Mali Sud que sous les lignes de haies vives de *Bauhinia rufescens*, la quantité d'eau augmente avec la profondeur et on remarque qu'il y a une nette différence entre les niveaux de coupe. La quantité d'eau est plus élevée sous les haies non coupées, à partir de 20 cm de profondeur du sol. Contrairement aux haies vives de *Bauhinia rufescens*, la variation de la quantité d'eau n'est pas apparente sous les haies vives de *Euphorbia balsamifera*. Seule une augmentation du taux d'humidité est notable à partir de 40 cm de profondeur sous les lignes de haies vives non coupées.

Long et Persaud (1988) ont trouvé que des brise-vent de 10,5 m de hauteur augmentent l'humidité relative de 8 % dans le champ protégé. Cependant, Brenner *et al.* (1995) signalent qu'on ne doit pas s'attendre à une fonction de conservation du sol de la part du système brise-vent au Sahel.

7.2. Haie vive et fertilité des sols

L'amélioration de la fertilité des sols (matière organique, phosphore, bases

échangeables, etc.) sous couvert de différentes espèces a été rapportée pour les espèces fixatrices d'azote *Faidherbia albida* (Kamara et Haque, 1992), *Prosopis sp* (Aggarwal, 1980), *Acacia sp* (Belsky *et al.*, 1993), *Gliricidia sepium* et *Pterocarpus erinaceus* (Yossi *et al.* 2002) mais aussi pour les espèces non fixatrices d'azote comme le néré et le karité (Kater *et al.* 1992, Diakité, 1995). Ces études ont été menées principalement sur des arbres dispersés dans les champs mais rarement sur les arbres de haies vives. L'effet de la haie vive sur la fertilité des sols a été particulièrement étudiée au Sénégal par Sanogo (2000). Les résultats indiquent que les teneurs en matière organique, azote, magnésium et potassium sont plus élevées dans l'horizon superficiel et dans les cinq premiers mètres à partir de l'axe des troncs de la haie vive. Dans l'horizon 0-15 cm, les sols sous l'influence de *Acacia nilotica* et de *Bauhinia rufescens* sont plus riches en azote et en matière organique que les sols sous *Ziziphus mauritiana*.

7.3. Haie vive et diversité ligneuse

Sanogo (2003) a étudié l'impact de la haie vive sur la diversité ligneuse des espaces cultivés au Sénégal et au Mali. L'inventaire a consisté en une énumération par le paysan de toutes les espèces ligneuses présentes dans les parcelles clôturées et dans les témoins non clôturés.

Dans le nord du bassin arachidier du Sénégal, sur 21 parcelles aménagées par une haie vive, l'auteur a recensé au

total 29 espèces contre 14 espèces en situation non aménagée. Dans le sud du bassin arachidier du Sénégal, sur les 30 parcelles clôturées par la haie vive, les paysans ont cité 41 espèces ligneuses contre 21 espèces dans les témoins. Enfin, dans la zone cotonnière au Mali, la même tendance a été notée dans 25 parcelles clôturées avec une diversité ligneuse riche de 27 espèces contre seulement 8 espèces ligneuses dans les 25 autres parcelles témoins. Selon l'auteur, la haie vive est déterminante à l'amélioration de la diversité ligneuse de l'espace agricole de la zone sahéenne et il trouve que l'augmentation du taux de la régénération naturelle et la motivation des paysans à planter des espèces exotiques (*Prosopis juliflora*, *Anacardium occidentale*, *Eucalyptus sp*, *Parkinsonia aculeata*, *Acacia holocercea*) et des espèces locales fruitières (*Ziziphus mauritiana*, *Tamarindus indica*, *Mangifera indica*, *Anacardium occidentale*), expliquent l'importance de la richesse spécifique des parcelles aménagées par la haie vive.

7.4. Effet des haies vives sur les cultures

La réintroduction de l'arbre dans l'exploitation agricole est l'un des moyens pour restaurer les écosystèmes dégradés et améliorer le revenu des populations rurales (Giffard 1974). Mais pour ce faire, il est nécessaire de proposer des espèces moins compétitives avec les cultures adjacentes. Peu de travaux de recherche ont porté sur l'évaluation de l'impact des haies sur les cultures. Cependant, on peut citer entre autres Cazet (1989) ; Diatta (1994) ; Sanogo (2000).

Cazet (1989) a étudié dans le nord bassin arachidier du Sénégal, l'effet de cinq espèces dont quatre locales et une exotique en plantations linéaires denses (haies vives) sur les cultures adjacentes. Il s'agissait de *Faidherbia albida*, *Acacia senegal*, *Prosopis juliflora*, *Acacia raddiana*, *Acacia nilotica var adstringens*. Les travaux ont été réalisés à la Station de Recherche agroforestière de Thiénaba sur un sol ferrugineux tropical lessivé à texture sableuse et sous une pluviosité moyenne annuelle de 600 mm. L'auteur indique pour des haies de 2 m de haut, une perte de rendement en niébé de 40 à 60 % entre 1 et 2,5 m de distance de l'axe des haies d'*Acacia tortilis*, *Acacia nilotica* et *Acacia senegal*. A cette même distance, la perte n'est que de 10 % pour les haies de *Prosopis juliflora*. La différence entre les impacts des espèces s'explique selon l'auteur par la variabilité de développement des systèmes racinaires des espèces implantées. Par contre, au Centre Sahélien de l'ICRISAT près de Niamey, des haies vives de savanes naturelles de 0,6-1 m de haut et des brise-vent de 2 m de haut (*Guiera senegalensis*) n'ont pas eu d'impact significatif sur les rendements de mil et d'arachide (Banzaf *et al.* 1992 ; Leihner *et al.* 1993 ; Michels *et al.* 1998).

Dans le sud du bassin arachidier du Sénégal, Diatta (1994) a noté que des haies anti-érosives de moins d'un mètre de haut composées de plusieurs espèces (*Acacia nilotica*, *Acacia senegal*, *Prosopis juliflora*, *Bauhinia rufescens*, *Ziziphus mauritiana*, *Acacia mellifera*, *Acacia seyal*, *Dichrostachys glomerata*, *Gliricidia sepium*, *Parkinsonia aculeata*, *Piliostigma reticulatum*) ont un effet dépressif sur le rendement du mil jusqu'à 2 mètres.

En revanche, aucun effet n'a été observé sur l'arachide. L'auteur associe cet effet à l'ombre portée par les arbres, qui réduit l'efficacité de la photosynthèse des pieds de mil. Selon l'auteur, l'effet dépressif de la haie sur les cultures est relativement faible en terme de concurrence pour les nutriments et que c'est au niveau des parasites ravageurs et prédateurs qu'il faut chercher la cause.

Sanogo (2000) a évalué l'effet de trois espèces arbustives de haies vives (*Acacia nilotica*, *Bauhinia rufescens* et *Ziziphus mauritiana*) sur le rendement des cultures d'arachide et de mil. Les travaux ont été réalisés dans le village de Sintiou Kohel situé dans le bassin arachidier du Sénégal. Le climat est de type soudano-sahélien avec une pluviosité moyenne annuelle variant entre 600 et 800 mm. Les sols sont sablo-argileux, de type ferrugineux tropical sur grès lessivés. Les facteurs étudiés sont l'espèce végétale, la position (l'aval et l'amont ou l'extérieur et l'intérieur de la haie), la distance de la haie et la profondeur du sol. L'auteur a mis en évidence que la haie vive est plus dépressive pour le mil que pour l'arachide en phase de montaison. L'effet de la haie vive sur la hauteur et la biomasse des tiges s'étend jusqu'à 10 m pour le mil contre 2 m pour l'arachide. Cependant, en phase d'épiaison, il trouve que l'effet dépressif de la haie vive sur le rendement en grain se limite à 2 m sur l'arachide et à 5 m pour le mil. En comparant l'effet des trois espèces ligneuses sur le rendement de l'arachide, Sanogo (2003) trouve que l'effet dépressif de la haie de *Bauhinia rufescens* se limite à 2 m pour le rendement en fanes et le nombre de gousses par pied. Par contre, *Ziziphus mauritiana* et *Acacia*

nilotica affectent respectivement ces rendements jusqu'à 5 m et 10 m de la ligne de la haie vive.

Il trouve que la haie de *Bauhinia rufescens* est moins compétitive pour l'arachide, contrairement à *Acacia nilotica*. Pour toutes les espèces et distances confondues et pour toutes les distances et positions confondues, le meilleur rendement en grain est obtenu à l'aval et avec *Bauhinia rufescens*. La biomasse racinaire (système racinaire) et l'humidité pondérale de cette espèce sont plus élevées que chez les autres.

7.5. Incidence locale de la haie vive sur les nématodes

Sanogo (2000) indique que les haies d'*Acacia nilotica*, de *Bauhinia rufescens* et de *Ziziphus mauritiana* ont une aptitude à maintenir dans la zone des racines un grand nombre d'espèces de nématodes qui sont de nature à réduire l'effet pathogène du peuplement. Cela est dû à la présence de *Helicotylenchus dihystera* qui semble avoir un effet modérateur sur la pathogénie du peuplement auquel elle appartient. Mais ce sont les haies d'*Acacia nilotica* qui ont les plus importantes conséquences sur le plan nématologique puisqu'elles ne favorisent pas la multiplication de *Scutellonema cavenessi* qui est l'une des espèces néfastes dominantes sur les cultures.

VIII. Les aspects socio-économiques des haies

A côté des aspects biophysiques, les haies ont fait l'objet d'études socio-économiques. Ces travaux avaient pour objectif principal d'appréhender la compréhension qu'ont les populations sur les haies en vue de favoriser l'adoption rapide de la technologie. Les travaux ont été menés principalement au Mali, au Burkina Faso et au Sénégal.

Ils ont porté sur la perception paysanne sur le choix des espèces appropriées, le mode d'installation, l'impact agro-écologique des haies, les facteurs d'adoption et l'évaluation des coûts de production des plants en pépinière.

8.1. Perception des populations sur le rôle des haies

L'étude de la perception des populations sur l'importance des haies a été réalisée au Mali en zone Office du Niger (Yossi *et al.* 2002). Tous les paysans interviewés (100 %) ont souligné la nécessité de réaliser les haies vives eu égard à l'importance du maraîchage, source de diversification des productions agricoles dans la zone. Outre le rôle de protection des cultures maraîchères contre les animaux et les vols, les haies matérialisent la propriété foncière. En plus, elles constituent une source appréciable de bois (bois de chauffe et de service), de fourrage et de biomasse médicinale. Dans la région de Ségou, Traoré *et al.* (2003) ont mis en évidence que, outre les haies (vives ou mortes), plusieurs stratégies sont utilisées par les agro-pasteurs pour la

protection des spéculations considérées comme rentables. Ainsi, les auteurs ont identifié une diversité de stratégies parmi lesquelles on peut citer : le système de fourrière, le recours à un berger, le gardiennage collectif du troupeau, le recours à des mesures de sanctions. Il a été identifié 28 espèces couramment utilisées pour constituer les haies mortes dont les plus importantes sont : *Combretum micrathum*, *Ziziphus mauritiana*, *Guiera senegalensis*, *Anogeïssus leiocarpus*, *Terminalia ssp* et *Balanites aegyptiaca*. Les espèces utilisées en haie vive sont *Ziziphus mauritiana*, *Acacia nilotica*, *Lawsonia inermis*, *Acacia senegal*, *Bauhinia rufescens* en plus des deux espèces traditionnellement utilisées que sont *Euphorbia balsamifera* et *Jatropha curcas* pour la protection des cultures comme le manioc, la pastèque, la courge et d'autres cultures vivrières et maraîchères.

8.2. Choix des espèces

La perception des populations rurales sur le choix des espèces pour l'édification des haies vives a été étudiée à l'Office du Niger au Mali (Yossi *et al.* 2002), dans le cercle de Ségou à Konodimini (Traoré 1998) et dans le bassin arachidier du Sénégal (Sanogo 2000).

La classification préférentielle des espèces en zone Office du Niger a permis de mettre en évidence que *Prosopis juliflora* occupe la première place (72 %). Elle est suivie par *Parkinsonia aculeata* (20 %) et *Euphorbia balsamifera* (8 %)



Haie morte faite de branches d'arbres



Haie vive mixte à *Acacia seyal* et *Euphorbia balsamifera*

(Yossi *et al.* 2002). L'espèce *Jatropha curcas* a été délaissée à cause de sa toxicité et de son incapacité à former des haies efficaces. Les raisons de la préférence des paysans, des paysannes et des agents d'encadrement pour *Prosopis juliflora* et *Parkinsonia aculeata* sont la rapidité de croissance, la rigidité des tiges et des branches et la présence d'épines. Ces caractéristiques font que les haies constituées par ces espèces sont efficaces. En outre, les produits de gestion permettent de combler les vides laissés entre les plants et/ou de fournir du bois de chauffe ou de construction.

Dans la zone exondée de la région de Ségou (cercle de Ségou, Mali), Traoré (1998) a utilisé le test de Friedman pour mettre en évidence les espèces préférées par les paysans pour la mise en place des haies vives. Dans cette zone, les paysans préfèrent par ordre d'importance décroissante *Ziziphus mauritiana*, *Lawsonia inermis*, *Acacia nilotica* et *Acacia senegal*. L'espèce la moins appréciée par les paysans dans cette zone est *Bauhinia rufescens*.

A Dougoucouna, certains paysans ont suggéré l'introduction de *Acacia seyal* et de *Combretum micranthum* dans la gamme des espèces de haies vives.

A l'Office du Niger, la plupart des paysans et agents d'encadrement (80 %) connaissent d'autres espèces pouvant constituer des haies vives. Les espèces les plus citées sont *Acacia nilotica* et *Acacia senegal*. En plus de ces deux espèces, *Citrus lemon* (citronnier), *Lawsonia inermis* (henné), *Azadirachta indica* (neem), *Agava sisalana* (sisal) et *Ziziphus mauritiana* ont été indiquées comme pouvant être utilisées en haies vives dans la zone de l'Office du Niger.

Dans le sud du bassin arachidier du Sénégal, Sanogo (2000) signale que les principaux avantages de la haie vive mis en avant par les paysans sont relatifs à sa fonction de protection : la protection générale du champ, la protection contre la divagation des animaux et contre l'érosion éolienne. Cependant, d'autres fonctions comme la régénération de la fertilité des sols le long de la haie vive et la matérialisation des limites des champs ont été également citées. Les espèces préférées par ordre d'importance décroissante ont été *Ziziphus mauritiana*, *Acacia holosericea*, *Parkinsonia aculeata*, *Euphorbia spp*, *Acacia nilotica*. *Ziziphus mauritiana* a été l'espèce préférée car elle répond le mieux aux critères des paysans (aptitude à être défensive et à fournir en même temps du fourrage, des fruits comestibles, du bois de service). Sanogo (2000) indique qu'*Acacia holosericea* a été la deuxième espèce préférée bien qu'elle n'ait aucune de ces qualités. Son choix a été plutôt guidé par sa qualité de brise-vent et de son aspect esthétique. En effet, l'érosion éolienne est un problème crucial dans le bassin arachidier. Loupe et Yossi (2000) citent la longévité de l'espèce comme une des caractéristiques prioritaires de sélection. Il serait souhaitable alors d'utiliser des espèces ayant une bonne longévité pour rentabiliser l'investissement important que constitue l'installation d'une haie vive.

Au Burkina Faso, Ayuk (1997) a trouvé que la résistance à la sécheresse paraît être le plus important parmi les critères de choix des espèces par les populations. Les autres critères de choix sont la rapidité de croissance des plants, la protection efficace, l'adaptation de

l'espèce au type de sol, le conseil des agents forestiers, la valeur médicinale, les fruits et la résistance des plants aux termites.

Dibloni et Ouédraogo (1999), ont réalisé une enquête sur la préférence des paysans dans le Plateau Central au Burkina Faso. *Acacia nilotica* est la première espèce choisie. Elle est suivie de *Ziziphus mauritiana*, *Acacia senegal* et *Bauhinia rufescens*. La croissance rapide et la présence d'épines qui empêchent les animaux de pénétrer dans les exploitations ont été les raisons du choix des trois premières espèces.

8.3. Techniques d'installation des haies vives

8.3.1. Mode d'installation par semis direct et par plant

L'évaluation paysanne des haies en zone Office du Niger au Mali a révélé que l'installation des haies par semis direct est celle préférée par près de 70 % des paysans et paysannes (Yossi *et al.*, 2002). Les principales raisons sont la maîtrise de la technique de semis direct par rapport à la production en pépinière et à la transplantation des plants. En plus, le semis direct permet d'économiser du temps et de l'argent. En effet, le semis direct est une technique connue des paysans et des paysannes. En revanche, l'élevage des plants en pépinière nécessite une certaine technicité que la majeure partie des paysans n'ont pas. Par contre, l'installation des haies par plantation a été préférée par les agents d'encadrement. Pour eux, cette technique d'installation favorise le développement des plants

et en outre, elle permet de faire des économies de semences par rapport au semis direct.

8.3.2. Mode d'installation par bouture

Pour les haies installées par boutures, 43 % des paysans et 19 % des paysannes, préfèrent les boutures de 1 m de longueur aux boutures de 50 cm et moins. Les partisans des boutures de 1 m de longueur pensent que cette dimension permet d'avoir rapidement une haie de hauteur suffisante. Les partisans des boutures de 0,50 à 0,75 m de longueur pensent que ces dimensions assurent une meilleure survie aux plants ainsi qu'une meilleure émission de rameaux à la base. Ceux qui n'ont pas de préférence particulière entre les dimensions des boutures pensent que la dimension des boutures n'a pas d'influence sur la qualité de la haie formée. Pour la profondeur de plantation des boutures, la moitié des paysans et paysannes (50 %) ont préféré les trous de 0,15 m de profondeur, 38 % les trous de 0,20 m de profondeur et 12 % n'ont pas de préférence. Les raisons du choix des trous de 0,15 m de profondeur sont la facilité d'exécution et l'économie de temps. Il est plus facile de creuser un trou de 0,15 m de profondeur que d'en creuser un de 0,20 m.

Ceux qui ont choisi les trous de 0,20 m de profondeur pensent que cette profondeur permet de mieux fixer les plants et d'empêcher les animaux de les déterrer. En plus, ils pensent que cette profondeur de plantation assure une bonne reprise des boutures et un taux de survie plus élevé aux plants.

8.4. Compatibilité de l'installation des haies avec le calendrier agricole

Tous les paysans et paysannes (100 %) ont affirmé que l'installation des haies ne gênera en rien leur calendrier agricole habituel compte tenu de l'importance des haies pour la protection des cultures maraîchères. L'installation des haies par la technique de semis direct pourra se faire au cours de la saison des pluies et l'entretien des plants au moment du maraîchage (saison sèche froide et chaude). Certains paysans ont déclaré qu'ils sont disposés à utiliser la main-d'œuvre salariée pour cette activité.

8.5. Perception des populations sur les impacts agro-écologiques des haies vives

Au Burkina Faso, un paysan ayant confectionné une haie vive bien ordonnée constitué d'*Acacia nilotica* et d'*Acacia senegal* arrive à assurer dans l'année quatre productions maraîchères en 8 mois au lieu de deux habituellement (Dibloni *et al.*, 1995). A l'instar du brise-vent, la haie vive peut dans une certaine mesure réduire la vitesse du vent. D'après les paysans, les jeunes plants des parcelles protégées par les haies vives résistent beaucoup à la verse causée par les vents violents du début d'hivernage.

Dans le bassin cotonnier du Mali Sud où beaucoup de haies ont été installées dans les champs de culture, les paysans se trouvant sur les terrains sablonneux ont noté une nette amélioration de la production. A l'échelle du terroir

villageois, la population a remarqué la remontée du niveau de la nappe phréatique à partir de la fonctionnalité des puits grâce à l'installation des haies vives et autres dispositifs anti-érosifs.

En dépit des impacts positifs, la haie vive peut avoir des effets négatifs si elle n'est pas suivie et bien conduite dans le temps et dans l'espace. Une haie en pleine évolution occupe une bande de 3 à 5 m de large. Cette bande réduit l'espace cultivable et le nombre de cultures adjacentes. La haie vive crée un biotope favorable pour des reptiles dangereux (serpents) et certains oiseaux ravageurs (tisserins et perroquets). Pendant la saison sèche, son état verdoyant attire les animaux. Pour le paysan de la partie nord de la région de Sikasso, la présence d'une haie vive dans un champ réduit la surface cultivable. Cependant, la haie vive confère plus d'impacts positifs que négatifs.

8.6. Facteurs d'adoption de la technologie haie vive

Les facteurs d'adoption de la haie vive ont été étudiés dans trois provinces du Plateau Central au Burkina Faso où les cultures de contre-saison sont importantes, contribuant pour près de 55-65 % à la formation des revenus paysans (Ayuk, 1997). Les travaux ont été menés auprès de 138 paysans dans six villages sélectionnés de manière aléatoire. Ce sont les villages de Dassa, Didyr et Réo dans la province de Sanguié, Rasco et Watinoma dans la province de Bam et Ramangho dans la province de Bulkiemdé.

Le modèle de régression (logit) a

été utilisé pour établir un lien entre la probabilité d'adoption des haies vives et les variables socio-économiques, à savoir l'âge, le niveau d'éducation du chef de ménage, la taille de la famille, la religion, la propriété foncière, la taille de l'exploitation agricole, l'utilisation d'engrais et de fumure organique.

Il a été montré qu'il existe une corrélation positive entre l'âge et l'adoption des haies vives. Si l'âge du paysan augmente d'un an, alors la probabilité pour ce paysan d'adopter les haies vives augmente de 1 %. Cela est dû au fait que si le paysan devient vieux, il est moins apte à faire face à la récolte des matériels pour la confection des haies mortes. Par contre, si le nombre de bras valides venait à augmenter d'un point, la probabilité d'adoption des haies vives diminue de 3 %. Ce qui peut être expliqué probablement par le fait que le paysan disposant d'un plus grand nombre de bras valides est beaucoup tenté de faire une haie morte bien qu'elle nécessite plus de main-d'œuvre.

La probabilité d'adoption des haies vives augmente de 37 % si le paysan pratique des cultures annuelles/pérennes. La production des cultures de rente demande plus d'investissements que les cultures de subsistance et augmente la rentabilité des jardins maraîchers. Aussi, les bénéfices obtenus à partir des sous-produits des haies peuvent favoriser l'adoption de la technologie. La probabilité d'adoption augmentera de 26 % si l'eau est disponible et si le paysan utilise de l'engrais organique et/ou chimique dans son jardin.

Sanogo (2000) trouve que les raisons prédominantes de l'adoption de la haie

vive dans le sud du bassin arachidier étaient la protection des champs contre l'érosion éolienne (25,5 %), contre la divagation des animaux (15,3 %) et la matérialisation des limites du champ (14,3 %).

Sanogo (2003) a aussi analysé les facteurs déterminants de l'adoption de la haie vive dans le sud du bassin arachidier. L'enquête systématique a été menée auprès de 175 chefs de ménage dans 12 villages de la région de Kaolack.

L'auteur a utilisé le modèle de régression logistique intégrant la perception paysanne et une liste de variables socio-économiques pour étudier le processus d'adoption des haies vives par les paysans. La probabilité d'adopter la haie vive diminue de 0,09 fois avec un intervalle de confiance de [0,03 – 0,26] si le paysan est de statut familial dépendant par rapport au statut familial indépendant. L'appartenance à un groupement villageois était fortement lié à l'adoption de la haie vive : il y avait 6,5 fois plus [2,6 – 16,2] d'adoptants parmi les exploitants appartenant à un groupement villageois, environ 3 fois plus [1,3 – 6,1] si dans le ménage il y a plus de deux hommes âgés de 15-59 ans, 5,7 fois plus [1,4 – 21,7] si l'exploitant a au moins une charrette et 4,3 fois plus [1 – 17,3] si les paysans pensent que la haie vive aide à éviter les conflits.

Sanogo (2003) a comparé les conditions d'appropriation de la haie vive en zone sahélo-soudanienne du Sénégal et du Mali. L'étude a été menée dans le nord du bassin arachidier (Diourbel), dans le sud bassin arachidier (Nioro) et dans le bassin cotonnier du Mali (Koutiala). Les résultats ont mis en évidence que les raisons de l'appropriation

sont d'ordre écologique (lutte contre l'érosion éolienne et hydrique) dans le sud du bassin arachidier. Elles sont plutôt sociales et écologiques dans le nord du bassin arachidier du Sénégal et dans le bassin cotonnier du Mali. Les contraintes majeures à l'implantation de la haie sont la disponibilité du matériel végétal et son transport.

L'analyse socio-économique montre que le profil de l'adoptant est différent d'une zone à l'autre. Dans le nord du bassin arachidier, le niveau d'adoption varie avec le groupe ethnique de l'exploitant et les facteurs de production (charrette, matériel agricole). Dans le sud du bassin arachidier, ce sont les exploitants âgés, appartenant à un groupement villageois, pourvus de moyens humains et de transport qui s'approprient la haie.

Levasseur (2003) a étudié les facteurs déterminant l'utilisation d'une haie vive dans la région de Ségou. L'étude de type systémique a été conduite auprès de 186 unités de production agricole (UPA), lesquelles ont été choisies aléatoirement dans 11 villages du cercle de Ségou. Les outils de collecte des données utilisés ont permis des analyses de type quantitatif (modèle de régression linéaire) et qualitatif.

Les résultats révèlent que de nombreux facteurs d'ordre socio-économique et culturel influencent l'adoption d'une haie vive par les UPA. Les résultats issus des analyses quantitatives montrent que deux facteurs semblent être très fortement liés avec la variable réponse, à savoir la participation des UPA aux séances d'information et de formation de l'ICRAF ainsi que l'écoute de la radio pour obtenir des informations sur l'agriculture. La participation des UPA aux séances de

formation et d'information de l'ICRAF semble aller de soi. Néanmoins, il aurait été possible qu'un plus grand nombre d'UPA n'utilisent pas la haie vive après avoir participé à ces séances d'information et de formation de l'ICRAF. On peut alors croire que ces séances ont eu un impact majeur sur les UPA.

D'ailleurs, l'importance d'un facteur de ce genre a déjà été révélée par d'autres auteurs ayant fait des études sur l'adoption de nouvelles techniques agricoles dans les pays en développement et ce, à l'aide de modèle de régression binaire (Adesina et Baidu-Forson, 1995 ; Akinola, 1987 ; Polson et Spencer, 1991). En effet, ces résultats mettent en évidence l'importance de la vulgarisation et des agents de terrain dans la promotion de nouvelles techniques agricoles. À ce titre, Fisher et Vasseur (2002) ont rapporté que l'échec de projets agroforestiers au Panama était en grande partie imputable à une assistance technique inadéquate. Selon ces auteurs, les agents de terrain n'avaient pas été en mesure d'établir des liens de confiance avec les bénéficiaires.

Le second facteur déterminant l'utilisation des haies vives est l'écoute de la radio afin d'obtenir des renseignements sur l'agriculture. Dans la zone d'étude, l'ICRAF n'a jamais entrepris de campagne d'information sur ses activités par le biais de la radio. En fait, les paysans écoutent la radio pour obtenir les prévisions météorologiques. En leur compagnie cependant, on constate que la radio est toujours en marche. Les fréquences préférées diffusent en langue locale et traitent de nombreux sujets touchant le monde rural. On pourrait alors penser que les membres des UPA

utilisant une haie vive sont curieux et sont à l'affût d'informations pouvant les appuyer dans leur production agricole. Ces résultats confirment la théorie de la diffusion des innovations de Rogers (1962) selon laquelle la communication des informations est au centre de la diffusion.

Il a été par ailleurs démontré que les UPA utilisant une haie vive disposent de plus de main-d'œuvre, plus d'équipement agricole et d'animaux. Elles commercialisent une plus grande part de leur production de manioc et font partie de classes socio-économiques plus nanties comparativement aux autres UPA n'utilisant pas la haie vive (Levasseur, 2003).

Traoré *et al.*, (2002) ont également étudié le statut socio-économique des utilisateurs d'une haie vive dans le cercle de Ségou. Ils ont mis en évidence le fait que dans le village de Banankoroni, la haie vive est utilisée par seulement 14 ménages dont 29 % sont dans la classe des nantis, 30 % dans celle des intermédiaires et 14 % dans celle des démunis. Il en est de même à Dakala et N'Tombola, deux villages où la haie vive a été introduite depuis 1996. Dans ces deux villages, on compte 45 ménages dont 29 % sont dans la classe des nantis, 31 % dans celle des intermédiaires et 40 % dans celle des démunis. En fait, les auteurs ont observé que la haie vive est généralement accessible aux UPA ayant un meilleur statut socio-économique (Levasseur, 2003 ; Traoré *et al.*, 2002).

Dans un autre ordre d'idée, les différents modes d'acquisition de la terre et d'accès à celle-ci se sont révélés importants dans l'adoption d'une haie vive dans le cercle de Ségou (Levasseur,

2003). Cette étude a montré que seuls les détenteurs d'une maîtrise foncière durable et transmissible peuvent implanter une haie vive, ce qui est l'apanage d'un nombre restreint d'UPA dans les villages. Qui plus est, même lorsqu'ils possèdent de telles maîtrises foncières, certains chefs d'UPA ne sont pas enclins à laisser les membres de la famille implanter une haie vive. En effet, ce geste pourrait bouleverser les modes de transmission de la terre, réservant la terre entourée de la haie vive aux seuls descendants du planteur.

Cette étude a par ailleurs montré que l'adoption de la haie vive est en rapport avec la pression démographique. Dans les villages où la pression démographique est faible et par conséquent, les terres cultivables plus abondantes, les haies vives peuvent être perçues comme un élément de division du terroir villageois. Dans ces villages, le conseil des anciens et les chefs d'UPA voient d'un mauvais œil ces haies qui divisent le territoire cultivé entre les UPA du village et qui sont parfois signes de conflits entre des UPA exploitants des champs voisins.

Cette perception s'atténue cependant dans les villages où la pression démographique est plus élevée. En effet, dans ces villages où la terre cultivable est plus rare, les chefs d'UPA plantent parfois des arbres en bordure de leur champ pour les délimiter. Ainsi, l'implantation des haies vives correspond à un mouvement de parcellisation et d'individualisation du terroir villageois. La multiplication des haies vives dans l'espace cultivé transforme alors le paysage construit des villages du cercle de Ségou, signe de sociétés rurales en mutation (Levasseur, 2003).

8.7. Contraintes à l'adoption des haies vives

En zone Office du Niger, une majorité de paysans et paysannes (93,5 %) ont identifié certaines contraintes à l'adoption des haies vives, dont les principales sont : la difficulté d'approvisionnement en semences et en plants (33 %), l'approvisionnement en eau pour l'arrosage (30 %), la divagation des animaux pouvant limiter le développement des plants (7 %) et le fait que les haies peuvent constituer un gîte pour les oiseaux (5 %) (Yossi *et al.*, 2002).

Dans la zone de Konodimini (région de Ségou), les contraintes limitant l'adoption des haies vives citées par les populations sont : le manque d'eau, les difficultés d'acquisition d'intrants (semences, pots, etc.), la divagation animale et le faible niveau de connaissances des paysans en matière de production de plants et de plantation des haies vives.

Dans le bassin arachidier du Sénégal, Sanogo (2000) cite comme causes de non adoption des haies vives le manque de main-d'œuvre (31,1 %), le manque de champs ou champs éloignés des habitations (24,6 %), le manque de matériel végétal (16,8 %) et le manque de temps (12 %).

8.8. Coût de production des plants des espèces de haies vives

Traoré *et al.*, (2003) ont déterminé pour chacune des espèces de haies vives les coûts financiers de production de plants

dans la région de Ségou au Mali. Les auteurs ont mis en évidence que par rapport aux coûts de production qui ne varient pas, c'est l'achat des pots et d'une brouette qui constitue la plus grande dépense et qui demande une sortie d'argent plus importante pour les paysans.

En effet, une brouette est achetée en moyenne à 17 500 FCFA sur le marché de Ségou et 1 250 pots sont payés à 18 750 FCFA à raison de 15 FCFA par pot.

Concernant le coût de la main-d'œuvre qui ne varie pas, le remplissage semble être l'activité qui engendre le plus de dépense (mélange du substrat, tamisage et semis). Le remplissage de 1 250 pots coûte 1 250 FCFA et cela est valable pour toutes les espèces. Par contre, le semis est l'activité qui demande le moins de main-d'œuvre et la plus aisée. Pour faire le semis de 1 250 pots, le paysan ne dépensera que 234,4 FCFA contre 249,38 FCFA pour le tamisage et 750 FCFA pour le mélange du substrat.

Par rapport aux coûts qui varient, un autre élément de coûts extrêmement important est celui de l'arrosage des plants en pépinière. Ces coûts varient d'une espèce à une autre et dépendent du temps que les espèces mettent à la pépinière avant d'être transplantées dans les champs. *Ziziphus mauritiana* et *Acacia nilotica* sont les espèces qui passent plus de temps à la pépinière que les autres, raison pour laquelle la main-d'œuvre mobilisée pour leur arrosage coûte plus chère (environ 7 500 FCFA contre 5 625 FCFA pour les autres espèces).

Le cernage constitue la seconde activité qui demande beaucoup de main-d'œuvre. En effet, le cernage de

1 250 plants de *Ziziphus mauritiana* en pépinière coûte en main-d'œuvre environ 2 250 FCFA contre 1 687,5 FCFA pour les autres espèces.

Pour les semences, les coûts utilisés par les auteurs sont ceux évalués par l'équipe technique de l'ICRAF. Les quantités de semences utilisées dans l'étude des coûts de production des plants avec 1 250 pots ont été de 450 g pour *Acacia nilotica*, 50 g pour *Ziziphus mauritiana*, 3 g pour *Lawsonia inermis*, 175 g pour *Acacia senegal* et enfin 275 g pour *Bauhinia rufescens*. On constate donc que pour le même nombre de graines (2 500), certaines espèces demandent plus de semences que d'autres. Les semences des espèces qui en demandent moins vont coûter moins cher. Ainsi, les semences de *Lawsonia inermis* et de *Ziziphus mauritiana* ont coûté moins cher à l'achat que les deux autres espèces.

Le désherbage pour toutes les espèces occupe une place infime dans les coûts variables. Pour les 1250 plants de *Ziziphus mauritiana*, le désherbage coûte seulement 375 FCFA sur les quatre mois où l'espèce reste en pépinière contre 281,25 FCFA pour les autres espèces

(trois mois).

Si l'on considère toutes les activités de production des plants, les résultats révèlent que *Acacia nilotica* est l'espèce qui a le coût de production le plus élevé (figure 1). En effet, un plant de *Acacia nilotica* au sortir de la pépinière va coûter en moyenne 33,832 FCFA contre 33,557 FCFA pour *Ziziphus mauritiana*, 32,252 FCFA pour *Acacia senegal*, 32,232 FCFA pour *Bauhinia rufescens* et enfin 31,141 FCFA pour *Lawsonia inermis*. Il faut souligner que la durée de vie des plants en pépinière constitue le facteur le plus important dans la détermination des coûts de production des plants. Cette durée de vie peut varier d'une espèce à une autre et détermine les coûts pour les opérations de production des plants.

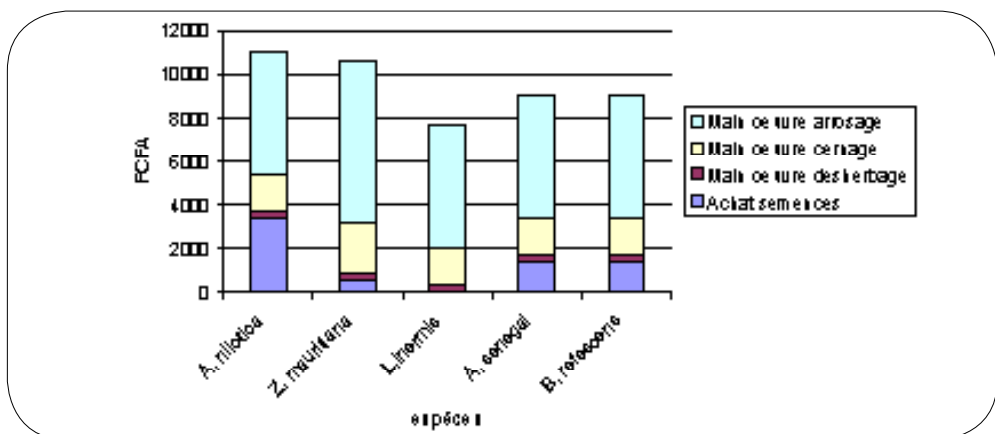


Figure 1 : Part relative des variables dans la formation des coûts qui varient

Conclusion et recommandations

La haie vive est un outil potentiel d'aménagement du terroir. En matérialisant la propriété foncière, elle permet à l'agriculteur de faire des investissements sur ses propriétés. Les haies vives constituent une protection du milieu contre l'érosion (éolienne et hydrique) et le bétail souvent laissé en divagation. Dans les terroirs saturés où la durée et la superficie de la jachère ont été réduites, la haie vive permet d'assurer en partie les fonctions perdues de celle-ci : restauration de la fertilité des sols, production de fourrage, de bois de chauffe et de service, de fruits, de biomasse médicinale, etc.

Dans le cadre de la mise au point de haies efficaces performantes en fonction des utilisations, un certain nombre de résultats ont été obtenus sur les aspects biophysiques et socio-économiques dans les pays membres du Réseau SALWA. Sur le plan biophysique, les résultats sont relatifs principalement au matériel végétal approprié en fonction des utilisations (protection contre le bétail, délimitation, lutte anti-érosive, etc.) et des conditions écologiques (climat, sol), aux techniques d'installation (semis direct, boutures, plants, écartement, type de haie, etc.). En revanche, peu de résultats sont disponibles sur les techniques appropriées de gestion en fonction de l'utilisation des haies, les effets agro-écologiques et sur les productions des haies.

Sur le plan socio-économique, des résultats sont disponibles sur la perception paysanne du choix des espèces appropriées pour les haies vives, le mode d'installation, les facteurs d'adoption

et l'évaluation des coûts de production des plants de certaines espèces en pépinière.

Peu de résultats sont disponibles sur la rentabilité économique de la haie vive en fonction des utilisations (étude coût/bénéfice) et sur la perception des populations sur les modes d'installation des haies et sur l'impact agro-écologique des haies.

Les résultats disponibles peuvent permettre aux paysans utilisateurs de mettre en place des haies en vue de sécuriser la propriété foncière, de mieux gérer le patrimoine naturel, d'améliorer les productions agricoles et de conserver la biodiversité. Malgré tous ces avantages, les grandes réalisations de haies vives sont rares en milieu paysan, cela pour différentes raisons :

- l'insuffisance du matériel végétal ;
- l'insuffisance de formation des paysans aux techniques ;
- les considérations socioculturelles ;
- les coûts élevés d'installation et de • les problèmes fonciers.

Eu égard aux rôles potentiels des haies sur l'amélioration des productions agro-sylvo-pastorales, la conservation de l'environnement et la réduction des conflits fonciers dans les pays sahéliers confrontés à une crise socio-écologique sans précédent, il devient impérieux de pérenniser l'embocagement sur la base des recommandations suivantes :

1. assurer la disponibilité du matériel végétal ;

2. valoriser l'embocagement par une intensification des cultures à l'intérieur des parcelles aménagées : nouvelles spéculations, intégration de l'élevage à l'agriculture ;
3. adapter l'embocagement aux motivations paysannes : dans les zones où les problèmes ayant motivé l'embocagement sont purement écologiques (érosion éolienne et hydrique), la *r é f l e x i o n* doit consolider une action globale d'aménagement du terroir avec l'amélioration des systèmes de cultures à un niveau individuel. Dans les zones où les motivations des paysans à l'embocagement sont sociales, (divagation des animaux, conflits, sécurité foncière), il convient de réfléchir à la fois au niveau du terroir pour respecter des contraintes écologiques et au niveau des communautés rurales pour respecter des modes de gestion foncière qui tiennent compte des espaces communs et publics.
Parallèlement, l'effort de recherche sur les aspects biophysiques et socio-économique doit être poursuivi en vue d'améliorer l'efficacité, la faisabilité et la fiabilité mais aussi pour réduire les coûts des haies (Sanogo 2000). Dans ce cadre, les travaux doivent s'articuler autour des points suivants :
 - l'élargissement de la gamme d'espèces en incluant celles à installation facile (bouturage, semis) ;
 - la simplification des techniques d'installation et de gestion des haies afin de réduire les coûts d'installation ;
 - la mise au point des techniques de gestion en fonction du matériel végétal et de la fonction de la haie ;
 - l'évaluation des effets agro-écologique des haies ;
 - l'évaluation des productions des haies ;
 - l'étude de la rentabilité de la haie vive en fonction des utilisations ;
 - la poursuite de l'étude des coûts d'installation des haies en fonction des espèces et de la fonction de la haie.

Bibliographie

- Adesina A.A. et Baidu-Forson J., 1995.** Farmers' perceptions and adoption of new agricultural technology: evidence from analysis in Burkina Faso and Guinea, West Africa. *Agricultural Economics* 13: 1-9.
- Aggarwal R.K., 1980.** Physico-chemical status of soils under khejri (*Prosopis cineraria* Linn). In: Mann H. S. and Saxena S. K. (eds), Khejri (*Prosopis cineraria*) in the Indian Desert, pp 32-37. Central Arid Zone Research Institute, Jodhpur, India.
- Agniel D., 1998.** La lutte anti-érosive dans les jachères sur pentes. Rapport de recherche de la campagne 1997. Atelier de programmation du Devis programme de l'an IV du projet Jachère Volet Mali. Bamako.
- Akinola A.A., 1987.** An application of probit analysis to the adoption of tractor hiring services scheme in Nigeria. *Oxford Agrarian Studies* 16: 70-82.
- Anonyme, 1999.** Le Réseau de Recherche agroforestières pour les zones semi-aride d'Afrique de l'Ouest (SALWA). Bilan de 10 ans d'expériences au Mali. IER/DS/PRF, Sotuba, 20 p.
- Ayuk E.T., 1997.** Adoption of agroforestry technology: the case of live hedges in the Central Plateau of Burkina Faso. *Agricultural Systems*, 54 : 2, 189-206.
- Banzhaf J., Leihner D.E., Buerkert A. et Serafini P.G., 1992.** Soil tillage and windbreak effects on millet and cowpea: I. Wind speed, evaporation and wind erosion. *Agronomy Journal*, 84 : 1056-1060.
- Baumer M., 1987.** Agroforesterie et désertification. ICRAF-CTA, 259 p.
- Belem B., 1992.** *Bauhinia rufescens* Lam : une plante de haie ornementale et défensive. Centre National de Semences Forestières, Ouagadougou (Burkina Faso), Note technique. N° 3 ; 8 p.
- Belsky A.J., Mwonga S.M. et Duxbury J.M., 1993.** Effects of widely spaced trees and livestock grazing understorey environments in tropical savannas. *Agroforestry system*, 24 : 1-20.
- Bonkougou E.G. , Djimdé M., Ayuk E.T., Zoungrana I. et Tchoudeu Z., 1998.** Taking stock of agroforestry in the Sahel. Harvesting results for future. End of phase report: 1989-1996, ICRAF, Nairobi, Kenya 58 p.
- Brenner A.J., Jarvis P.G., Beldt, R.J. van den., 1995.** Windbreak-crop interactions in the Sahel. I. Dependence of shelter on field conditions.. *Agricultural and Forest Meteorology*, Vol. 75, pp. 215-234. CABI.
- Cazet M., 1989.** Les plantations linéaires denses sur les sols sableux dégradés de la zone centre nord du Sénégal. Comportement et effets sur les cultures adjacentes de quelques espèces locales et introduites. *Bois et Forêts des Tropiques* 222, 4 : 27-37.
- Coulibaly K., Diakité T., Sidibé Y., Camara M. et Traoré D., 1990.** Proposition de recherche agroforestière pour le système à parcs au Mali. Rapport AFRENA. Vol. 32. Conseil International pour la Recherche en Agroforesterie (ICRAF), Nairobi (Kenya), 70 p.
- Coulibaly K., Diakité T., Sidibé Y., Djimdé M. et Baumer M., 1989.** Potentialités agroforestières dans les systèmes d'utilisation des terres de la zone semi-

- aride du Mali. Rapport AFRENA. Vol. 22. Conseil International pour la Recherche en Agroforesterie (ICRAF), Nairobi (Kenya), 123 p.
- CTFT, 1972.** Notes sur les brise-vent et les haies vives. CTFT Niger, Niamey. n. p.
- Depommier D. et Freycon V., 1990.** Note sur l'expérimentation en agroforesterie appliquée aux zones sèches : les haies vives. IRBET/CTFT, 18 p.+ tableaux.
- Depommier D. et Nouvellet Y., 1992.** Rapport annuel d'activités, Campagne 1991 et 1992 à IRBTET-CTFT/BF, 1992.
- Depommier D., 1991.** Propagation et comportement d'espèces à usages multiples en haies vives pour la zone sahélo-soudanienne : résultats préliminaires d'essais menés à Gonsé et à Dindéresso (Burkina Faso). Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides. Groupes d'études de l'arbre, Paris, France. 155-165.
- Depommier D., 1993.** Propagation and performance of multipurpose trees in living fences for the sudano-sahlian zone: preliminary results of trials in Gonse and Dinderesso, Burkina Faso. In: Physiologie des Arbres et Arbustes en Zones Arides et Semi-Arides. Proceedings (John Libbey Eurotext, Paris) pp. 155-165.
- Diakité T., 1995.** Concurrence pour l'eau et les éléments nutritifs du sol entre ligneux et cultures, le karité et le sorgho en zone semi-aride du Mali. Faculté de Foresterie et de Géomatique. Université Laval. Canada. 69 p.
- Diarra B., 1992.** Les haies vives au Mali : Bilan et perspectives de recherche Communication au 5^{ème} Atelier réseau SALWA ; Ouagadougou, Octobre 1992 ; 11 p.
- Diatta M., 1994.** Mise en défense et techniques agroforestières au Sine Saloum (Sénégal). Effets sur la conservation de l'eau, du sol et sur la production primaire. Thèse de 3^{ème} cycle, Université Pasteur de Strasbourg 1. Option géographie physique. 202 p. + annexes.
- Dibloni O.T., 1997.** Les haies vives défensives au Burkina Faso : état des connaissances. Communication à la rencontre tripartite (Burkina Faso, Côte d'Ivoire et Mali) sur l'agroforesterie du 3 au 5 juin 1997 à Sikasso (Mali), 20 p.
- Dibloni et Ayuk E.T., 1995.** État des connaissances sur les haies vives défensives au Burkina Faso. MESSRS, CNRST, IRBET/DRF et SALWA, Ouagadougou (Burkina Faso), 14 p.
- Dibloni T., Ouédraogo S.J. 1999.** Bilan de 10 ans de recherche (1989-1999), Programme ICRAF/SALWABURKINA, atelier régional d'évaluation, Bamako, juin 1999, 65 p. + annexes.
- Dicko I.A., 1991.** Test d'introduction des espèces ligneuses à usages multiples dans le terroir de Missira. Rapport de fin de Stage, Institut Polytechnique Rural de Katibougou (Mali), 53 p.
- Dirasset L., 1995.** Esquisse du Schéma National et des Schémas Régionaux d'Aménagement du Territoire au Mali. Rapport de première phase. Primature. Mission de Décentralisation Projet PNUD/DDSMS MLI/94/003. 52 p.
- DRSPR et OARS/Sikasso, 1992.** Synthèse des travaux d'identification d'espèces de haies vives. Rapport Comité Technique Régional 1992.
- Fisher A. et Vasseur L., 2002.** Smallholders perceptions of agroforestry projects in Panama. Agroforestry Systems, Vol. 54, pp. 103-113.

- Folk I., 1951.** A comparison chart for visual percentage estimation. *Journal of sedimentary petrology*, 21, 1 : 32-33.
- Giffard P.L., 1974.** Reforestation species in Senegal. The Kad, *Acacia albida* (*Faidherbia albida* Chev.). 35 pp.. [03837] ICRAF
- Grouzis M., Nizinski J. et E. Akpo, 1991.** L'arbre et l'herbe au Sahel : Influence de l'arbre sur la structure spécifique et la production de la strate herbacée et sur la régénération des espèces ligneuses. Communication au 4^{ème} congrès international des terres de parcours. Montpellier, France, 22-26/04/1991.
- Haywood M., 1981.** Evolution de l'utilisation des terres et de la végétation dans la zone soudano-sahélienne du Projet CIPEA au Mali. Documents et Travaux 3, CIPEA, Addis Abeba.
- Hien F. et Zigani G., 1986.** Projet « Haie vive ». Un modèle d'intégration de l'arbre au système d'exploitation agricole et pastorale. Bilan de trois années de recherche (1983-1986), MET, 53 p.
- Hien F. et Zigani G., 1987.** La haie vive : Un modèle d'intégration de l'arbre au système d'exploitation agricole et pastorale. CRDI, 60 p.
- Hien F. et Zigani G., 1993-1994.** Sélection et évaluation d'espèces arbustives pour la mise en place des haies vives défensives au Burkina Faso. *Sciences et Techniques*, 20 n° 3-4 : 31-46.
- ICRAF, 1999.** Atelier paysan sur les impacts observés et attendus des haies vives à Konodimini. Ségou. Rapport.
- Kamara C.S. et Haque I., 1992.** *Faidherbia albida* and its effects on Ethiopian highland vertisols. *Agroforestry Systems* 18 : 17-29.
- Karembé M., Yossi H., Diakité C.H., 1998.** Evolution de l'occupation et de l'utilisation actuelle des terres en zone soudanienne nord du Mali. Cas du terroir villageois de Lagassagou (Cercle de Bankass). Communication présentée au Séminaire International : La jachère, rôles, alternatives et aménagement, Dakar, du 13 au 16 avril 1999, IRD (ex ORSTOM)/UE/ISRA, 10 p.
- Kater L.J.M., Kanté S. et Budelman A., 1992.** Karite (*Vitellaria paradoxa*) and nere (*Parkia biglobosa*) associated with crops in south Mali. *Agroforestry Systems* 18:89-105.
- Kaya B. et Coulibaly A., 1990.** Suivi du comportement des haies vives DRSPR/Sikasso.
- Kaya B., Diarra S., Coulibaly A., 1994.** Haies vives en zone Mali-Sud. État actuel des connaissances scientifiques et traditionnelles. Doc. N0 94/05, IER/DRSPR- Sikasso, 23 p.
- Keulen H. Van, Breman H., 1991.** Agricultural development in the West African Sahelian region: a cure against land hunger? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 32: 177-197.
- Lanners et J.P.A., Michels K., Van Den Beldt R.J., 1994.** Trees and windbreaks in the Sahel: establishment, growth, nutritive and calorific values. *Agroforestry Systems*, vol XXXVI, n° 3 : 171-184.
- Leihner D.E., Buerkert A., Banzhaf J., Serafini P.G., 1993.** Soil tillage and windbreak effects on millet and cowpea. II. Dry matter and grain yield. *Agronomy Journal*, 85 : 400-405.
- Lericollais A., 1990.** La gestion du paysage, Sahélisation, surexploitation et délaisement des terroirs sereer au Sénégal. In : *La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest*. Richard JF. p.151-169.

- Levasseur V., 1999.** Résultats et discussions préliminaires sur les haies vives à Ségou. ICRAF/UL.
- Levasseur V., 2003.** L'utilisation des haies vives améliorées dans le cercle de Ségou, au Mali : Le signe d'une société en mutation. Thèse de Ph.D. en Agronomie Tropicale, Université Laval, Québec. 241 p.
- Long S.P. et Persaud N., 1988.** Influence of neem (*Azadirachta indica*) windbreak on millet yield, microclimate and water use in Niger, West Africa. Paper presented at an International Conference on Dryland Agriculture, 19-22 August, 1988, Bushland/Amarillo, Texas.
- Loupe D. et Yossi H., 2000.** Les haies vives et défensives en zones sèche et sub-humide d'Afrique de l'Ouest. La jachère en Afrique tropicale. De la jachère naturelle à la jachère améliorée, le point des connaissances, C. Floret, R. Pontanier, John Libbey Eurotext, Paris pp. 293-309.
- Loupe D., 1989.** Note succincte sur les recherches en agroforesterie menées au Sénégal. ISRA-DRPF, Dakar, 15 p.
- Loupe D., 1991.** Réflexions sur les haies vives et brise-vent en Nord Côte d'Ivoire (Région de Korhogo). Congrès Forestier Mondial, Paris, septembre 1991, Actes 3, RFF, hors série n°3, Nancy (France) : pp 129-135.
- Loupe D., Ouattara N. et Coulibaly A., 1996.** IDEFOR, Département Foresterie, Division des recherches en zone de savanes, rapport annuel d'activités 1995, Korhogo, IDEFOR-DFO, 32 p.
- Loupe D., Ouattara N. et Stembert I., 1992.** Création de haies vives par semis direct. Premières expériences en Côte d'Ivoire.
- Loupe D., Ouattara N., 1990.** Deux années de recherches à la station CTFT de Lataha. CTFT, Korhogo : 48 p.
- Loupe D., Ouattara N., 1993 (a).** Création de haies vives par semis direct : mise au point des techniques de transfert vers le milieu rural. In Some et De Kam (Ed., 1993) : 393-407.
- Loupe D., Ouattara N., 1993 (b).** Prétraitement à l'acide sulfurique et profondeur de semis, Korhogo, IDEFOR-DFO, 8 p.
- Mery V., 1997.** Les haies vives en zones sèches. Premier bilan des essais réalisés au Burkina Faso dans le cadre de la coopération CIRAD-Forêt/INERA/Productions forestières. Mémoire de stage, *DESS Gestion des systèmes Agro-sylvo-pastoraux en zones tropicales.* Université Paris XII Val de Marne. 64 p. + annexes.
- Michels S.K., Lamers J.K.A. et Buerkert A., 1998.** *Effects of windbreak species and mulching on wind erosion and millet yield in the Sahel.* *Expl. Agric.*, 229-236.
- Ndour B., Sall P.D., Samba A.N.S. et Sène A., 1999.** Bilan et évaluation des activités SALWA 1990-1999 au Sénégal. 19 p.
- Niang A.I. et Bailly C.I., 1983.** Délimitation des parcelles paysannes et brise-vent dans le bassin arachidier sénégalais. Séminaire international sur les brises-vents, 10 p.
- Nye P.H. et Greeland D.J., 1960.** The soil under shifting cultivation. Technical communication n° 51, CAB. Slough.
- Ong K., Rao M.R. et Mathuva M., 1992.** Des effets de concurrence entre ligneux et cultures. L'agro-foresterie aujourd'hui, 4, n° 2 : 4-5.
- Ouattara N. et Loupe D., 1993(a).** Prétraitement à l'acide sulfurique concentré de cinq espèces ligneuses. In Somé et Kan (éd., 1993), pp. 292-301.
- Ouattara N. et Loupe D., 1993(b).** Prétraitement à l'acide sulfurique

- et profondeur de semis, Korhogo, IDEFOR-DFO, 8 p.
- Ouattara N. et Louppe D., 1998.** Aménagement des terroirs ruraux ou sécurisation des exploitations agricoles et pastorales. Communication à l'atelier "jachères et systèmes agraires", Niamey (Niger), 2 au 4 octobre 1998. 10 p.
- Perez P., Albergel J., Diatta M., Grouzis M. et Sene M., 1997.** Rehabilitation of a semiarid ecosystem in Senegal. Experiments at the hillside scale. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 65 : 95-106.
- Pieri C., 1989.** Fertilité des terres de savanes. Ministère de la Coopération, CIRAD, Paris, 444 p.
- Polson R.A. et Spencer D.S.C., 1991.** The technology adoption process in subsistence agriculture: the case of cassava in Southwestern Nigeria. *Agricultural Systems* 36: 65-78.
- PRECONS, 1996.** Fiche technique n° 7. Programme Régional de Boisement et de Conservation des Sols au Sahel, Praia (Cap Vert), 27 p.
- Projet Inventaire des Ressources Terrestres, 1986.** Zonage Agro-Écologique du Mali. INRZFH/DRFH- Sotuba, Bamako.
- Projet RCS/Sahel, 1992.** Travaux et résultats de la campagne 1991. Comité de Programme Gestion des Ressources Naturelles, Sotuba, 71 p.
- Prot J. C., 1975.** Recherches concernant le déplacement des juvéniles de *Meloidgyne* spp. vers les racines. Cahier ORSTOM, Sér. Biol. 10 : 252-262.
- Rocheleau D., Weber F. et Field-Juma A., 1994.** Agroforesterie en Afrique tropicale sèche. ICRAF, Nairobi, 328 p.
- Rogers E. M., 1962.** Diffusion of innovations. New York: The Free Press. 367 p.
- Ruthenberg H., 1976.** Farming systems in the tropics. Clarendon Press, Oxford, 366 p.
- Sanogo D., 2000.** La haie vive dans le Sud du Bassin arachidier du Sénégal : adoption et conséquences agro-écologiques. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle de Biologie végétale, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 128 p.
- Sanogo D., Dia Y.K., Ayuk E., Pontanier R., 2000.** Adoption de la haie vive dans le bassin arachidier du Sénégal. La jachère en Afrique Tropicale : rôles, aménagements, alternatives. Floret C & Pontanier R. Vol 1. John Libbey-Eurotext, Paris. p. 733-740.
- Sanogo D., 2003.** Conditions d'appropriation de la haie vive en zone Soudano-Sahélienne du Sénégal et du Mali. Rapport final ICORDA/projet CORAF, 38 p.
- Sanogo S., 1999.** Étude de la gestion des haies vives à buts multiples dans la Région de Sikasso au Mali. Mémoire de 3^{ème} cycle Écologie et gestion des ressources naturelles, École Nationale Forestière d'Ingénieurs, Sallé, Royaume du Maroc, 67 p.
- Seignobos C., 1980.** Des fortifications végétales dans la zone soudano-sahéliennes (Tchad et Nord Cameroun). Cah. ORSTOM, série Sc. Hum. , Vol XII n°3-4 : 191-222.
- Seyni Boukar L., 1990.** Régime hydrique et dégradation des sols dans le Nord Cameroun. Thèse 3^{ème} Cycle, Université de Yaoundé.
- Soltner D., 1991.** L'arbre et la haie pour la production agricole, pour l'équilibre écologique et le cadre de vie rurale. 9^{ème} Ed. Coll. Sc. et Tech agricoles, 207 p.
- Traoré C.O., 1998.** Etude socio-économique

des haies vives et banques fourragères à Ségou. Mali. Rapport. ICRAF.

Traoré C.O., Place F. et Niang A., 2003.

Evaluation économique des coûts de production des plants d'espèces haies vives à Ségou. Mali. Rapport. ICRAF.

Traoré D., Niang A., Butaré I., Traoré C.O., Ba B.C., Kaya B., Djimé M., Bonkougou E., 2002.

Gestion de l'espace et besoin de protection. Le rôle des haies vives dans les terroirs villageois de la région de Ségou. Mali. Rapport. ICRAF.

Traoré M., 1995.

Utilisation des éléments nutritifs par une graminée pérenne *Andropogon gayanus*. Thèse de doctorat, ISFRA, Bamako. Mali.

Van Den Berg M., 1982.

Notes sur l'expérimentation des haies vives dans le Tagazar, Projet de diversification et de haies vives de Balléyara (Niger), 22 p.

Van der Poel P., Kaya B. et Coulibaly A., 1988.

Méthode de plantation des boutures de *Euphorbia balsamifera*.

Van der Poel P., Kaya B. 1990.

Research on erosion control and local land management in southern Mali. Cahiers de la Recherche Développement (France), No. 27, pp. 61-74. TROPAG.

Van der Pol F., 1990.

L'épuisement des terres, une source de revenus pour les paysans au Mali-Sud. Dans Savane d'Afrique, terres fertiles ? Actes des rencontres internationales, Montpellier, 10-14/12/1990, CIRAD, Montpellier.

Weber F.R. et Hoskins M. 1983.

Agroforestry in the Sahel, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg (Etats-Unis d'Amérique).

Yossi H., Karembé M., Dembélé F. et Traoré H., 2002.

Mise au point de technologies agroforestières appropriées, Rapport final. 8^{ème} session du Comité de Programme de l'IER, Sotuba du 10 au 21 juin 2002, 161 p.

Acronymes

ANAFE :	African Network for Agriculture, Agroforestry & Natural Resources Education
CIRAD :	Centre International de Recherches Agricoles pour le Développement
CMDT :	Compagnie Malienne de Développement des Textiles
CNSF :	Centre National de Semences Forestières
CTFT :	Centre Technique Forestier Tropical
ICRAF :	World Agroforestry Centre
ICRISAT :	International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics
IER :	Institut d'Economie Rurale
IRBET :	Institut de Recherche en Biologie et Environnement tropical
ISRA :	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
ONG :	Organisation non gouvernementale
SALWA :	Semi-Arid Low Land of West Africa
UNESCO :	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization
UPA :	Unité de Production Agricole

ICRAF Occasional Papers

1. Agroforestry responses to HIV/AIDS in East and Southern Africa. Proceedings of the HIV/AIDS Workshop held at the World Agroforestry Centre in Nairobi 2003.
2. Indigenous techniques for assessing and monitoring range resources in East Africa.
3. Caractérisation de la biodiversité ligneuse dans les zones en marge du désert : Manuel de procédures
4. Philippine landcare after nine years: A study on the impacts of agroforestry on communities, farming households, and the local environment in Mindanao
5. Impact of natural resource management technologies: Fertilizer tree fallows in Zambia
6. Les haies vives au Sahel : Etat des connaissances et recommandations pour la recherche et le développement

Who we are

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

Our vision

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

Our mission

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

FUTURE
HARVEST CGIAR

A Future Harvest Centre supported by the CGIAR



World Agroforestry Centre

PO Box 30677 - 00100 Nairobi, Kenya

Tel: +254 20 7224000 or via USA +1 650 833 6645 Fax: +254 20 7224001 or via USA +1 650 833 6646

www.worldagroforestry.org