

**Potentialités des ligneux dans  
la pratique de l'agriculture de  
conservation dans les zones arides et  
semi-arides de l'Afrique de l'Ouest:**  
Aperçu de quelques systèmes candidats

Babou André BATIONO  
Antoine KALINGANIRE  
Jules BAYALA





**Potentialités des ligneux dans la  
pratique de l'agriculture de conservation  
dans les zones arides et semi-arides de  
l'Afrique de l'Ouest :**  
Aperçu de quelques systèmes candidats

Babou André BATIONO  
Antoine KALINGANIRE  
Jules BAYALA



World Agroforestry Centre  
TRANSFORMING LIVES AND LANDSCAPES

WORLD AGROFORESTRY CENTRE (ICRAF)

---

Ce document a été réalisé grâce à l'appui financier du Centre de recherches pour le développement international (CRDI) et de l'Union Européenne (UE). Le contenu et les opinions exprimées dans ce document relèvent seulement des auteurs et ne constituent d'aucune façon les positions officielles des organismes de soutien.

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

**Citation correcte** : Babou André BATIONO, Antoine KALINGANIRE et Jules BAYALA, 2012. Potentialités des ligneux dans la pratique de l'agriculture de conservation dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest : Aperçu de quelques systèmes candidats. ICRAF Technical Manual no. 17 Nairobi : World Agroforestry Centre.

Publié par le World Agroforestry Centre (ICRAF)  
Programme Régional de l'Afrique de l'Ouest et du Centre  
ICRAF-WCA/Sahel  
B.P. E 5118 Bamako  
Mali  
Téléphone : +223 20 23 50 00                      Email : ICRAF-WCA@cgiar.org  
Fax :                      +223 20 22 86 83                      Internet : www.worldagroforestry.org

©World Agroforestry Centre 2012  
ISBN 978-92-9059-323-2

### **Déni de responsabilité**

La mention d'un produit ou d'un nom commercial dans le présent ouvrage ne signifie pas que les auteurs ou le World Agroforestry Centre les endossent, ni qu'ils excluent d'autres produits tout aussi acceptables.

Le présent ouvrage fait référence aux pesticides. Les pesticides peuvent avoir des effets nocifs sur les êtres humains, les animaux, les plantes, les poissons et d'autres espèces appartenant à la faune et à la flore sauvages, si on en fait un mauvais usage. Les instructions figurant sur les conteneurs de pesticides doivent être scrupuleusement suivies.

Les auteurs et le World Agroforestry Centre n'accepteront aucune responsabilité pour les dommages matériels ou corporels ou pour les dépenses qui pourraient résulter de l'utilisation des substances chimiques mentionnées dans le présent ouvrage.

Le texte de cette publication peut être cité ou reproduit dans son intégralité ou partiellement et sous toute forme pour usage éducatif 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 de World Agroforestry Centre.

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

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

Impression :  
Photos de couverture : Babou André BATIONO  
Mise en page : PAO Bougou, Bamako, Mali

---

## Les auteurs

Babou André BATIONO  
Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles  
Département Productions Forestières (INERA/DPF)  
04 BP 8645 Ouagadougou 04  
Burkina Faso  
Téléphone : +226 50 34 02 70 / 50 34 71 12  
Fax : +226 50 34 02 71  
Courrier électronique : babou\_bationo@yahoo.fr

Antoine KALINGANIRE  
World Agroforestry Centre (ICRAF)  
ICRAF-WCA/Sahel  
BPE 5118 Bamako  
Mali  
Téléphone : +223 20 22 33 75  
Fax : +223 20 22 86 83  
Courrier électronique : a.kalinganire@cgiar.org

Jules BAYALA  
World Agroforestry Centre (ICRAF)  
ICRAF-WCA/Sahel  
BPE 5118 Bamako  
Mali  
Téléphone : +223 20 22 33 75  
Fax : +223 20 22 86 83  
Courrier électronique : j.bayala@cgiar.org



---

# Table des matières

<b>Préface .....</b>	<b>(i)</b>
<b>Résumé .....</b>	<b>(iii)</b>
<b>Remerciements .....</b>	<b>(iv)</b>
<b>Sigles et abréviations .....</b>	<b>(v)</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>L'agriculture au Sahel .....</b>	<b>2</b>
Généralités .....	2
Agriculture de conservation avec des arbres .....	2
<b>Potentialités de quelques techniques agroforestières dans la pratique de l'agriculture de conservation .....</b>	<b>5</b>
Parc agroforestier à <i>Guiera senegalensis</i> et à <i>Piliostigma reticulatum</i> .....	6
Utilisation des arbustes dans les techniques de conservation des eaux et la restauration de la fertilité des sols.....	8
Parc agroforestier à palmier doum ( <i>Hyphaene thebaica</i> ) .....	11
Parc agroforestier à <i>Faidherbia albida</i> .....	14
Parc agroforestier à neem ( <i>Azadirachta indica</i> ).....	15
Ferme écologique au Sahel .....	18
Haie vive à espèces épineuses dans les systèmes d'agriculture de conservation .....	20
Régénération naturelle assistée pour accroître la couverture végétale dans les systèmes d'agriculture de conservation.....	22
<b>Quelques axes de recherche sur l'agriculture de conservation au Sahel.....</b>	<b>27</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>28</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>29</b>



---

## Préface

L'un des grands défis de la production agricole en ce début du 21<sup>ème</sup> siècle est « comment produire durablement assez pour nourrir plus de sep milliards de personnes sans dégrader significativement l'environnement ? » Les émeutes dites de la faim de 2008 à 2011 dans de nombreux pays africains, les images d'enfants africains chétifs mourant de faim entre les bras de leurs mères sans espoir sur les écrans de télévisions sont l'expression d'une agriculture en faillite. Cette question angoissante mais inévitable, mobilise individuellement et collectivement tous les acteurs du développement rural, à commencer par les producteurs eux-mêmes, les pouvoirs publics, le secteur privé, les ONG, les bailleurs de fonds, etc. Une panoplie de solutions exogènes qui, dit-on, ont fait leurs preuves ailleurs, a été proposée aux producteurs. Face à l'échec ou aux résultats mitigés obtenus avec les solutions préconisées, certains producteurs ont fait un retour aux pratiques ancestrales basées sur la valorisation des ressources locales telles que la végétation ligneuse dans la production agropastorale : l'arbre source de fertilisants pour le sol, d'aliments pour l'homme et le bétail, de produits médicinaux, de spiritualité, de revenus monétaires, etc.

Ce sont ces pratiques et savoirs paysans, soutenus parfois par des résultats scientifiques, que les auteurs relatent dans ce document intitulé « Potentialités des ligneux dans la pratique de l'agriculture de conservation dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest : Aperçu de quelques systèmes candidats ». En précisant qu'il s'agit d'un aperçu de quelques systèmes candidats, les auteurs indiquent clairement qu'il reste encore beaucoup à savoir dans cette zone composée d'une mosaïque de conditions écologiques et de populations dont la culture, l'histoire et les pratiques agricoles sont vivaces et diversifiées. Les pratiques et les systèmes de production rapportés par les auteurs mettent l'accent sur l'utilisation des arbres et des arbustes dans la gestion intégrée de la fertilité des sols et partant, dans la pratique de l'agriculture de conservation dont certains spécialistes et praticiens doutent de sa faisabilité dans les zones arides et semi-arides. Comment satisfaire en effet l'un des principes de l'agriculture de conservation lié à la couverture permanente du sol par une biomasse vivante ou morte dans des environnements où la productivité naturelle de biomasse est faible et où les résidus de récoltes sont utilisés comme aliments du bétail, bois énergie, etc. ? Les auteurs montrent à partir de cas pratiques et illustrés que la contrainte liée à la production de biomasse peut être atténuée par la pratique de l'agroforesterie. Ils ouvrent à la fin du document des axes de recherche pour comprendre davantage les pratiques agroforestières locales afin de construire avec les producteurs des systèmes d'agriculture de conservation adaptés aux systèmes agricoles sahéliens, caractérisés par l'intégration cultures-animaux-arbres.

---

L'ouvrage est une bonne contribution à la valorisation du savoir paysan et à l'émergence de systèmes d'agriculture durable adaptés aux petits producteurs pauvres du Sahel. C'est un document destiné aux organisations paysannes, aux décideurs, aux ONG, aux étudiants, aux chercheurs, aux enseignants et aux bailleurs qui cherchent à soutenir des idées novatrices prenant en compte les connaissances locales dans la gestion durable des ressources naturelles.

**Dr Zac Tchoundjeu**  
**Coordonnateur ICRAF-Afrique de l'Ouest et du Centre**

---

## Résumé

Le présent ouvrage se situe dans le cadre du projet intitulé « promotion de l'agriculture de conservation parmi les petits agriculteurs de l'Afrique de l'Ouest et du Centre » financé par le FIDA et l'AFD et mis en œuvre par ACT, le CIRAD et l'ICRAF. Ce projet a été exécuté de 2008 à 2011 dans trois pays : la Guinée Conakry, le Niger et le Burkina Faso, en collaboration avec les projets d'investissements financés par le FIDA que sont : le PADER en Guinée, le PPILDA au Niger et le PDRD et le PICOFA au Burkina Faso. Pour apprécier les potentialités des systèmes agricoles sahéliens dans la pratique de l'agriculture de conservation, il a été demandé à l'ICRAF de capitaliser les pratiques agroforestières de la zone d'intervention du projet afin de suggérer des systèmes agroforestiers dans lesquels la pratique de l'agriculture de conservation peut s'insérer.

L'ouvrage aborde dans le premier chapitre les caractéristiques du Sahel, les contraintes générales de la production agricole et de la biomasse dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest. Les résidus des cultures qui assurent une bonne partie de la couverture du sol dans les pays où l'agriculture de conservation s'est jusqu'à présent développée sont essentiellement utilisés au Sahel pour satisfaire d'autres besoins comme l'alimentation du bétail, la construction, l'artisanat, le bois énergie, etc. Les systèmes de production agricole au Sahel sont cependant caractérisés par la cohabitation des ligneux avec les cultures dans les champs. Les producteurs sahéliens ont des connaissances et des pratiques séculaires sur l'utilisation des arbres et des arbustes dans la gestion intégrée de la fertilité des sols, l'alimentation du bétail, etc. Des cas pratiques d'utilisation des espèces *Azadirachta indica* (neem), *Piliostigma reticulatum*, *Guiera senegalensis*, *Faidherbia albida*, *Hyphaene thebaica*, *Cajanus cajan*, *Gliricidia sepium*, etc., dans la protection et la restauration de la fertilité des sols ont été rapportés. La pratique de l'agroforesterie offre ainsi d'énormes possibilités à la pratique de l'agriculture de conservation au Sahel.

Des voies de régénération à faibles coûts des espèces ligneuses dans les champs par l'induction de la propagation végétative et la pratique de la Régénération Naturelle Assistée sont exposées. L'agriculture de conservation avec les arbres et les arbustes au Sahel nécessite cependant une adaptation de la législation forestière pour prendre en compte la pratique de l'agroforesterie et les principes de l'agriculture de conservation. L'ouvrage se termine par des axes de recherche qui pourraient contribuer à la mise au point participative de systèmes performants d'agriculture de conservation avec les ligneux dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest.

---

## Remerciements

Les auteurs remercient le FIDA et l'AFD pour leurs soutiens financiers, l'ACT, l'ICRAF et le CIRAD chargés de la mise en œuvre technique du projet SCAP et particulièrement le coordonnateur du projet SCAP, les coordonnateurs des projets d'investissement partenaires : PADER-BGN en Guinée, PPILDA au Niger, PDRD et PICOFA au Burkina et leurs équipes respectives qui ont facilité les visites de terrain. Nous sommes très reconnaissants aux points focaux du projet SCAP dans les projets d'investissements : Sékou Sanoh en Guinée, Bagnan Ousmane Salifou au Niger, Sankara Souleymane et Issa Barry au Burkina Faso. Les populations de la zone du projet nous ont toujours reçu avec enthousiasme dans les villages et les champs pour nous faire voir de visu leurs pratiques et partager avec nous leurs connaissances séculaires sur l'utilisation des arbres et des arbustes dans les systèmes de production agricoles. Qu'ils en soient remerciés.

---

## Sigles et abréviations

ACT :	<i>African Conservation Tillage</i>
AFD :	Agence Française de Développement
CIRAD :	Centre International de Recherche Agricole pour le Développement
PPILDA :	Projet de Promotion des Initiatives Locales pour le Développement d'Aguié
PADER-BGN :	Projet d'appui au Développement Rural en Basse Guinée Nord
PDRD :	Projet de Développement Rural Durable
PICOFA :	Projet d'Investissement Communautaire en Fertilité Agricole
ICRAF :	<i>World Agroforestry Centre</i>
INERA :	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
IIRR:	<i>International Institute of Rural Reconstruction</i>
FIDA :	Fond International de Développement Agricole
ONG :	Organisation Non Gouvernementale
SCAP:	<i>Smallholder Conservation Agriculture Promotion</i>
PS :	Paysan Spécialisé
RNA :	Régénération Naturelle Assistée



---

## Introduction

L'agriculture et l'élevage traditionnels demeurent les principaux secteurs de l'économie et occupent plus de 70 % de la population des pays sahéliens de l'Afrique de l'Ouest. Ce système de production extensif, conjugué à la persistance de la sécheresse, perturbe les écosystèmes sahéliens (Ly et Touré, 1991, Bationo *et al.*, 2001). La conséquence la plus caractéristique est la baisse continue de la production agricole consécutive à la dégradation des ressources forestières et à la détérioration physique et chimique des terres. Baumer (1987) rapporte par exemple qu'au Burkina Faso, plus de la moitié des terres sont pauvres en matière organique, 85 % sont très pauvres en phosphore et 61 % sont très pauvres en azote. Il note également que la perte quantitative de sol due à l'érosion hydrique et éolienne peut atteindre 1000 à 2000 t/an. Ainsi, dans les pays sahéliens de l'Afrique de l'Ouest, le taux de croissance agricole est-il constamment inférieur à celui de la croissance démographique. Dans ces pays, classés parmi les plus pauvres au monde, l'autosuffisance alimentaire reste toujours un objectif à l'horizon difficile à atteindre.

Le Sahel a été le lieu d'application de plusieurs concepts et stratégies pour relever le défi de la production agricole. Mais les résultats mitigés, parfois décevants, obtenus nous rappellent qu'une agriculture qui ne se préoccupe pas de la conservation des ressources naturelles, de la culture des populations cibles et des savoir-faire locaux n'est ni durable ni reproductible. Au cours de ces dernières années il est apparu au Sahel le concept « d'Agriculture de Conservation ». Celle-ci vise l'amélioration des propriétés physiques, hydriques, chimiques et biologiques des sols par la stimulation des processus naturels des écosystèmes.

Tout comme l'Agriculture de Conservation, l'amélioration des propriétés des sols constitue un des objectifs prioritaires de l'agroforesterie au Sahel. Dès lors, il se dégage la nécessité d'analyser le rôle que peuvent jouer les arbres et les arbustes dans la mise en œuvre de l'Agriculture de Conservation au Sahel.

Nous analysons dans ce document les pratiques paysannes et quelques résultats de recherche-action sur l'utilisation des arbres et arbustes dans les agrosystèmes afin de dégager des systèmes potentiellement viables d'agriculture de conservation avec les ligneux en Afrique de l'Ouest, particulièrement dans les zones arides et semi-arides. Nous terminons par quelques contraintes qui pourraient limiter la contribution des arbres et des arbustes à la mise en œuvre de l'Agriculture de Conservation dans cette zone et une ébauche d'axes de recherche dont les résultats permettraient d'améliorer la synergie entre la pratique de l'agroforesterie et celle de l'Agriculture de Conservation.

# L'agriculture au Sahel

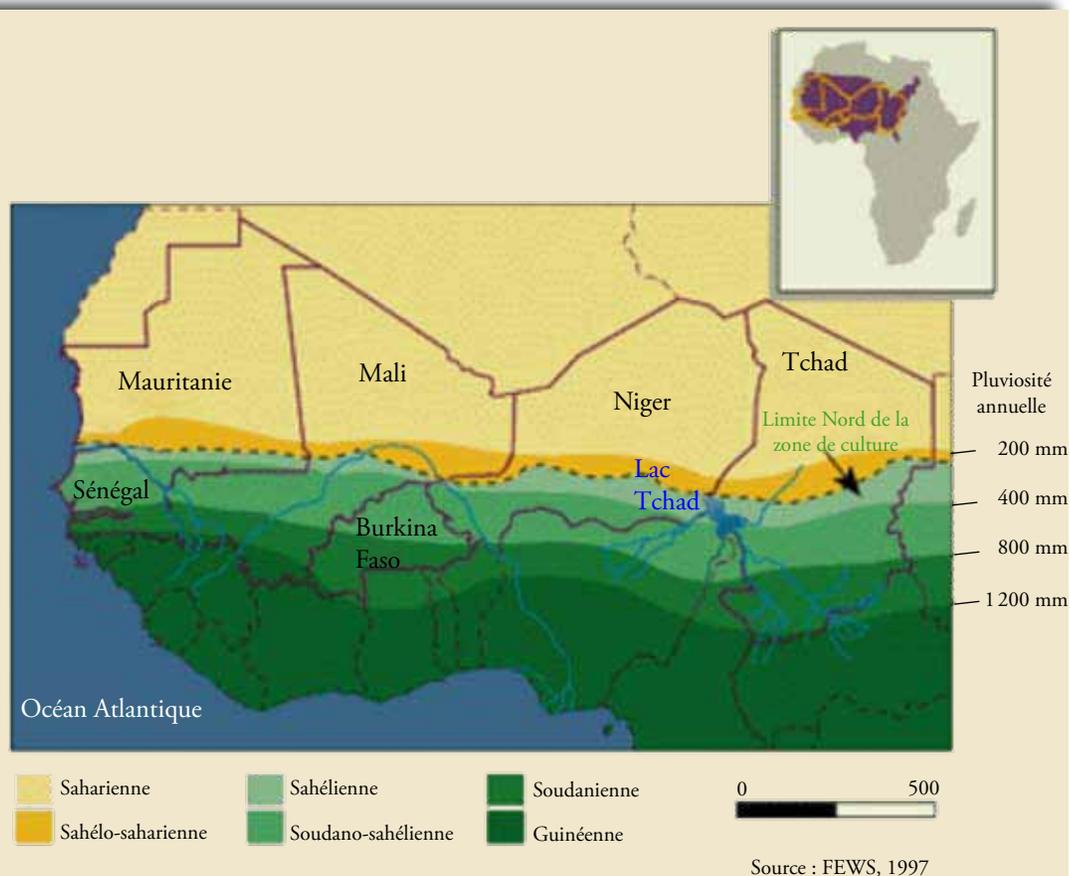
## Généralités

Le Sahel ouest-africain (Figure 1) est une zone écologique caractérisée par une longue saison sèche de 6 à 8 mois. La pluviosité annuelle varie, selon les zones, de l'ordre de 1200 mm à moins de 300 mm. Elle se caractérise par une forte variabilité spatio-temporelle. L'agriculture au Sahel est fortement dépendante de la pluviosité. Par ailleurs, le taux d'accroissement de la population de l'ordre de 3 % est relativement élevé. Cela crée une forte pression anthropique sur des ressources naturelles déjà insuffisantes. Ces caractéristiques se traduisent par une production agricole insuffisante entraînant une insécurité alimentaire chronique depuis les grandes sécheresses des années 1984. Les besoins en énergie sont principalement couverts par les ressources ligneuses. Au Burkina Faso, 86 % des besoins en énergie restent toujours couverts par le bois. Les cultures céréalières sont les plus dominantes : mil, sorgho, maïs et le riz principalement dans les zones de bas-fonds et les plaines irriguées. Les principales cultures de rente sont le coton, l'arachide et le sésame. La pratique de la rotation et de l'association des cultures est courante et séculaire. L'élevage extensif et les ligneux sont intimement associés à l'agriculture.

## Agriculture de conservation avec des arbres

### a) Définitions

L'agriculture de conservation au sens strict est basée sur la combinaison et l'application simultanée de trois principes simples : (i) le travail minimum du sol (pouvant aller jusqu'à *zéro labour*), (ii) la protection permanente du sol par une couverture végétale vivante (par une plante de couverture) ou morte (paillis) et (iii) la pratique systématique des associations/rotations culturales (IIRR et ACT, 2005). La littérature et les observations de terrain ne permettent pas au stade actuel de citer beaucoup d'expériences d'agriculture de conservation au sens strict en milieu paysan au Sahel. Il existe cependant dans cette région des pratiques ancestrales séculaires basées sur l'utilisation des ressources naturelles comme les arbres et les arbustes dans la gestion durable des terres. Le concept d'agriculture de conservation a été débattu au congrès mondial sur l'agriculture de conservation tenu à Nairobi en 2005. Pour certains, l'appellation « agriculture de conservation » doit être attribuée à toute pratique qui, tout en visant l'amélioration des systèmes de culture, la diversification et la productivité agricole, permet également l'amélioration de l'environnement, de la production à travers notamment l'amélioration de la fertilité des sols par la stimulation des processus naturels. Cette acceptation du concept donne une place de choix à l'agroforesterie dans la pratique



**Figure 1** : Pays du Sahel ouest-africain (d'après Bayala *et al.*, 2011)

de l'agriculture de conservation. L'intégration des ligneux aux cultures afin d'assurer une couverture permanente du sol tout au long de l'année est dite « agriculture verte en toutes saisons » (Garrity *et al.*, 2010).

## b) Problématique des résidus de récoltes dans la pratique de l'agriculture de conservation au Sahel

Les résidus des récoltes constituent dans les zones où l'agriculture de conservation s'est développée, comme au Brésil, la principale source de biomasse pour la couverture du sol. Le paillage du sol avec les résidus de récoltes est également une pratique connue dans les

pays sahéliens. Les multiples usages domestiques limitent cependant l'étendue de cette pratique et le maintien permanent des résidus des récoltes à la surface du sol. Dans de nombreuses localités, après la récolte des graines et autres produits agricoles, les résidus des récoltes sont ramassés et stockés (photo 1) pour l'alimentation du bétail en saison sèche, la confection des toits des maisons ou des hangars, des haies mortes, la cuisson (comme source d'énergie), etc. En saison sèche, pendant la période de soudure, la vente des résidus des récoltes aux éleveurs procure des revenus non négligeables aux producteurs. Par exemple, en mai-juin 2010, le tas de tiges de mil ou de sorgho de 1 à 2 kg se négociait entre 100 et 150 FCFA (1 dollar américain = 500 FCFA) sur le marché d'Aguié au Niger (Photo 2). Même lorsque certains producteurs décident de laisser les résidus des récoltes sur la parcelle, ceux-ci sont consommés par les animaux avant la prochaine campagne agricole. Les pratiques locales dans le Sahel veulent en effet qu'après les récoltes, l'espace champêtre soit ouvert à la pâture.

**Photo 1 :** Après la récolte, les résidus des cultures sont collectés pour divers usages au Sahel (photo : B.A. Bationo)



**Photo 2 :** Marché de résidus de récolte à Aguié au Niger (photo : B.A. Bationo)



## Potentialités de quelques techniques agroforestières dans la pratique de l'agriculture de conservation

L'utilisation des arbres et des arbustes dans les stratégies de gestion durables des terres dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest est séculaire. La pratique de la jachère traditionnelle est l'une des plus connues. Cette pratique traditionnelle a révélé la connaissance des producteurs du rôle de la végétation dans le maintien et la restauration de la fertilité des sols. Le paysage agraire dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest a toujours été caractérisé par le système parc agroforestier. Le maintien d'arbres et d'arbustes dispersés dans les champs, en association avec les cultures, est certes lié à des raisons diverses (exemples : alimentation humaine, bois de chauffe et de construction, pharmacopée, fourrage pour les animaux, etc.) mais certains y sont maintenus et gérés pour améliorer les propriétés physiques et chimiques des sols. L'association des ligneux aux cultures peut accroître la couverture végétale permanente du sol toute l'année (Boffa, 1999), les nutriments du sol à travers la fixation de l'azote atmosphérique (Barnes et Fagg, 2003) et réduire l'impact des insectes ravageurs et des mauvaises herbes (Sileshi *et al.*, 2006). Elle améliore la structure du sol et favorise l'infiltration de l'eau (Chirwa *et al.*, 2007), augmente la production en bois énergie et en produits forestiers non-ligneux (Garrity, 2004). De même, des augmentations du carbone stocké, celles des résidus organiques et de la biodiversité dans les zones en culture ont été attribuées à la présence des ligneux associés (Bayala *et al.*, 2006 ; Makumba *et al.*, 2007 ; Scherr *et al.*, 2009).

Selon IIRR et ACT (2005), sur des terres semi-arides, l'agriculture de conservation avec des ligneux retient l'eau dans le sol, maintient la température du sol et protège celui-ci contre l'érosion éolienne et hydrique. Le maintien de l'humidité du sol est un défi majeur dans les zones arides et semi-arides.

La partie suivante passe en revue quelques pratiques agroforestières adoptées et adaptées afin de maintenir/restaurer les capacités productives des terres au Sahel.

Le maintien d'arbres et d'arbustes dispersés dans les champs, en association avec les cultures, est certes lié à des raisons diverses mais certains y sont maintenus et gérés pour améliorer les propriétés physiques et chimiques des sols.

## Parc agroforestier à *Guiera senegalensis* et à *Piliostigma reticulatum*

### Description du parc à *Guiera senegalensis* et à *Piliostigma reticulatum*

*Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* sont parmi les principales espèces ligneuses du recru arbustif des champs des zones nord soudanienne et sahélienne de l'Afrique de l'Ouest. Dans ces zones à fortes densités humaines comme le Plateau Central du Burkina Faso et le Sud-est du Niger où la pratique de la jachère traditionnelle est de moins en moins possible à cause de la forte pression démographique, la maîtrise de la gestion de ces arbustes permet aux producteurs d'améliorer les propriétés physiques et chimiques des sols (Louppe, 1991 ; Pallo et Bationo, 1997 ; Yélemou *et al.*, 2007) et de cultiver plus longtemps les parcelles.

Les espèces *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* apparaissent sur les sols appauvris par plusieurs années de culture ou de surpâturage. La capacité de *Guiera senegalensis* et de *Piliostigma reticulatum* à édifier des micro-buttes confirme le rôle fondamental qu'elles jouent naturellement dans la conservation des eaux et sols. La construction des micro-buttes par ces espèces est favorisée d'une part par leur port buissonnant qui permet le piégeage et l'accumulation de branchages et de litière, d'autre part par leur système racinaire latéral qui fixe le sol. Ces micro-buttes en terre appelées 'Beleau' au Niger, du fait de leur texture grossière, favorisent l'infiltration des eaux de pluies. L'étude des micro-buttes de *Guiera senegalensis* dans une jachère de deux ans au Burkina Faso a révélé une porosité totale de l'ordre 42 % dont 11 % étaient supérieurs à 200  $\mu$  (Bationo, 1994). Cette macroporosité, comparable à celle d'une jachère à *Andropogon gayanus* de 10 ans (Bationo, 1994), est due à l'activité intense de la macrofaune telle que les vers de terre et les termites dont les constructions sont fréquemment visibles sur les micro-buttes. Pallo et Bationo (2007) notent que la présence des touffes de *Piliostigma reticulatum* améliorait les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol environnant. *Guiera senegalensis* et *Piliostigma reticulatum* ont également la faculté de pousser et de croître en saison sèche dans les champs après les récoltes (photo 3), ce qui permet de protéger le sol contre le soleil et l'érosion éolienne en saison sèche et de satisfaire à un principe fondamental de l'Agriculture de conservation, la couverture permanente du sol. La croissance de ces arbustes en saison sèche indique que les prélèvements minéraux par les racines s'effectueraient principalement aux dépens des couches profondes qui restent plus humides. L'apport minéral au niveau des couches superficielles constitue de ce fait un transfert vertical de fertilité.

**Photo 3 :** La croissance en saison sèche des arbustes comme *Piliostigma reticulatum* dans les champs après les récoltes participe à la couverture du sol et la lutte contre l'érosion (photo : B.A. Bationo)



### Gestion du parc à *Guiera senegalensis* et à *Piliostigma reticulatum*

Les potentialités agroforestières de *Guiera senegalensis* et de *Piliostigma* spp. sont connues et largement utilisées par les paysans (Yelemou et Bationo, 2007). En début de campagne agricole, les arbustes sont recépés pour faire place aux cultures. La biomasse foliaire obtenue est utilisée pour le paillage du sol (photo 4) et les tiges servent comme bois de feu. Lors des entretiens après la levée des semis, les rejets sont coupés et entassés sur la souche. Les mauvaises herbes arrachées dans le champ sont généralement déposées dans ces touffes arbustives pour éviter leur reprise, contribuant ainsi à créer un îlot de fertilité favorable au bon développement des cultures dans l'environnement immédiat du pied (photo 5).

Au Niger et au Mali, les jeunes pousses de *Guiera senegalensis* constituent un appoint alimentaire pour le bétail en saison sèche. Au Burkina Faso, les gousses de *Piliostigma reticulatum* constituent un fourrage recherché. Elles sont aussi utilisées par les femmes pour faire de la potasse. Les connaissances sur les quantités de biomasse produites par *Guiera senegalensis* et *Piliostigma* spp. sont insuffisantes. Cependant, sans tenir compte de la chute des feuilles en cours de croissance, Louppe (1991) a estimé la production foliaire moyenne d'un recrû de saison sèche de *Guiera senegalensis* âgé de 8 mois au Sénégal à 391 kg ha<sup>-1</sup>. La quantité de biomasse produite est très variable et fonction de la densité du peuplement. Des densités de plus 800 pieds à l'hectare de *Guiera senegalensis* et de *Piliostigma reticulatum*, assurant des taux de recouvrement de 50 % à 75 %, ont été observées par endroit au Mali, Niger et au Burkina Faso. De façon générale, les litières foliaires sont localisées au niveau des touffes. Ces litières foliaires ajoutées aux débris végétaux piégés par les touffes indiquent que l'apport d'éléments fertilisants libérés par la décomposition de ces litières au niveau de chaque pied est assez important.

**Photo 4 :** Utilisation des feuilles de *Guiera senegalensis* et de *Piliostigma reticulatum* pour le paillage des demi-lunes dans le Plateau Central du Burkina Faso (photo : B.A. Bationo)



**Photo 5 :** Gestion des rejets de *Piliostigma reticulatum* et bon développement des cultures au voisinage de la touffe (photo : B.A. Bationo)



## Utilisation des arbustes dans les techniques de conservation des eaux et la restauration de la fertilité des sols

### Description de l'utilisation des arbustes dans la conservation des eaux et sols

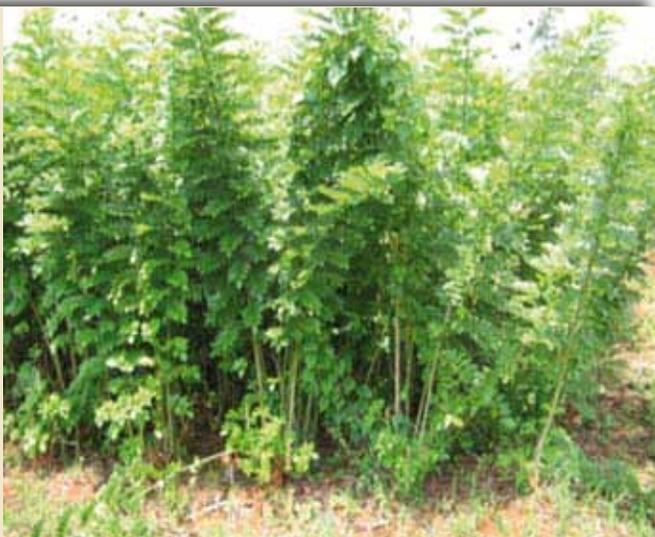
Au Sahel, l'engouement depuis plus de deux décennies pour la construction de cordons pierreux a entraîné progressivement l'épuisement du stock de pierre à certains endroits. Dans de nombreux villages du centre et du nord du Burkina Faso, il faut maintenant parcourir cinq à huit kilomètres pour obtenir les pierres nécessaires à la construction des diguettes en pierres (Bationo et Sankara, 2006), une tâche pratiquement hors de portée des petits producteurs sans grands moyens. C'est ainsi que dans de nombreuses localités, les

cordons pierreux ont fait place aux diguettes en terre. Cependant, les techniques culturales utilisées et la nature de la plupart des sols limitent la durée de vie de ces ouvrages qui dépasse à peine quatre (4) ans. Les tests d'amélioration de ces ouvrages indiquent que la végétalisation arbustive avec des espèces comme *Piliostigma reticulatum* (Pallo et Bationo, 2007), *Combretum glutinosum*, etc. augmente la durée de vie des ouvrages anti-érosifs en terre, la fertilité et l'activité biologique du sol environnant ainsi que la disponibilité de produits forestiers ligneux et non-ligneux. Pallo et Bationo (2007) notent par ailleurs que les paramètres de fertilité (l'azote, le phosphore, le potassium et la capacité d'échange cationique) et l'activité biologique sont plus médiocres sur les demi-lunes non-végétalisées et dégradées que sur le sol témoin. Ceci s'explique par le fait que la confection des demi-lunes consiste en un décapage de la couche superficielle du sol ramenant ainsi en surface le sol pauvre en matière organique des couches profondes. Dans le cas des diguettes en pierre, la végétalisation arbustive permet de recycler les blocs de pierre en les déplaçant sur d'autres sites et de réduire ainsi la pénibilité du travail et la demande en pierre.

### Gestion des arbustes dans la conservation des eaux et sols

Des expériences de végétalisation des ouvrages antiérosifs d'associations culturales et de jachères améliorées avec des arbustes locaux ont été tentées avec succès au Mali, au Burkina Faso, au Cameroun, au Bénin et en Guinée. L'utilisation d'arbustes ou d'espèces sous-ligneuses exotiques telles que *Cajanus cajan*, *Crotalaria* spp., *Gliricidia sepium*, *Senna* spp., *Sesbania* spp., permet d'augmenter la biomasse sur les parcelles et la fertilité du sol (photos 6, 7 et 8).

**Photo 6 :** Utilisation de *Gliricidia sepium* pour améliorer les jachères (photo : Jules Bayala)



**Photo 7 :** Association maïs  
(*Zea mays*)-*Crotalaria juncea*  
(photo : B.A. Bationo)



**Photo 8 :** Jachère améliorée  
avec *Cajanus cajan*  
(photo : B.A. Bationo)



À Ibadan (Nigeria), Akinola *et al.* (2004) comparant le niveau de fertilité de deux jachères de deux (2) ans dont l'une améliorée avec *Gliricidia sepium* et l'autre constituée de la végétation spontanée, ont montré que les teneurs en éléments chimiques (C, N, P, Ca, Mg, Mg, Mc, K) et la capacité d'échange cationique (CEC) sur la jachère améliorée étaient 1,75 à 2,5 fois plus élevées que celles obtenues sur la jachère spontanée (témoin). De même, ils notent que la fertilité du sol sous les associations maïs/manioc/*Gliricidia sepium* et les rotations igname/*Gliricidia sepium*-maïs-manioc est plus élevée que celle du sol sous les associations et les rotations sans *Gliricidia sepium*. Au Sénégal, Diouf *et al.* (2008) ont montré que l'utilisation de la litière de *Gliricidia sepium* comme engrais vert augmente la hauteur des plants, les rendements en paille et en grain du maïs respectivement de 34 %, 87 %, 24,70 % et 108,67 % par rapport au témoin sans apport de litière. Ils ont constaté également que lorsque la biomasse utilisée provient de pieds de *Gliricidia sepium* inoculés

par des souches de *Rhizobium* et de champignon micorhizien en association, le rendement en grain du maïs augmente de 130 % par rapport au témoin. L'espèce *Gliricidia sepium* est de plus en plus utilisée en haie vive ou en association avec les cultures en Haute-Guinée Conakry dans les Tapades (champs de case). *Cajanus cajan* est aussi une espèce exotique utilisée dans les agrosystèmes de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, notamment au nord Cameroun dans un programme d'agriculture de conservation expérimenté en association avec le coton. Les producteurs impliqués dans ce programme affirment que l'espèce *Cajanus cajan* améliore la fertilité des sols et étouffe les mauvaises herbes lorsqu'elle est plantée en forte densité. Dans le Nord du Ghana, Adjei-Nsiah (2008) a constaté que la culture du maïs après celle de *Cajanus cajan* permet d'augmenter les rendements du maïs. Après une enquête exploratoire en Guinée Conakry par l'équipe du Projet SCAP (Babou André Bationo, comm. pers., 2010), *Cajanus cajan* et *Gliricidia sepium* sont apparues comme des espèces candidates dans l'amélioration des jachères et la création de bandes végétales anti-érosives sur les terrains accidentés en Haute et en Basse Guinée. Ces deux espèces ont également été testées le long des cordons pierreux dans des zones plus arides comme le centre-ouest du Burkina Faso où la pluviosité est de l'ordre de 700 à 800 mm an<sup>-1</sup>. Certains paysans interrogés dans cette zone indiquent qu'ils sont arrivés à doubler leurs productions céréalières (mil et sorgho) grâce au paillage avec les feuilles de *Gliricidia sepium* (Bationo *et al.*, 2006). D'autres notent son importance dans l'alimentation du bétail. Toutefois, dans ces essais en milieu paysan, il n'a pas été possible de quantifier la biomasse produite par *Gliricidia sepium* et *Cajanus cajan* au champ ni de dissocier, dans le cas du paillage, la contribution spécifique de ces espèces de celle des résidus des cultures également maintenus sur la parcelle. Des questions pratiques et scientifiques liées à la densité optimum de plantation en fonction des cultures associées, à la capacité de fixation de l'azote atmosphérique en fonction des zones agro-écologiques de ces légumineuses méritent cependant d'être approfondies davantage.

## **Parc agroforestier à palmier doum (*Hyphaene thebaica*)**

### **Description du parc agroforestier à palmier doum**

Le palmier doum est une des principales espèces agroforestières dans plusieurs pays sahéliens, particulièrement au Niger et au Mali (photo 9). Dans le département d'Aguié dans le Sud-est du Niger, il est sciemment entretenu dans les champs à cause de ses multiples avantages économiques, sociaux et écologiques. Ses feuilles servent dans la vannerie, pour la confection de cordes, de nattes, de paniers, etc., et constituent une importante filière commerciale (photo 10). Le fruit est consommé de différentes façons à différents stades de développement. Le stipe (le tronc) est utilisé dans la construction. Plusieurs parties de l'arbre servent de combustible. Selon les produits et les services recherchés, les producteurs

pratiquent le balivage (Régénération Naturelle Assistée) ou le recépage complet annuel. Le balivage vise à permettre aux individus de croître pour fournir des troncs (utilisés dans la construction) et des fruits. Par contre, le recépage annuel favorise la production de feuilles pour l'artisanat et permet la gestion des touffes pour améliorer la fertilité des sols.

**Photo 9 :** Association palmier doum-mil dans le département d'Aguié au Niger  
(photo : B.A. Bationo)



**Photo 10 :** Le commerce des feuilles du palmier doum est une importante activité génératrice de revenus au Niger (Marché d'Aguié)  
(photo : B.A. Bationo)



### Gestion du parc agroforestier à palmier doum

L'utilisation du doumier dans la gestion de la fertilité du sol lui confère une place de choix dans la pratique de l'agriculture de conservation. Les palmiers ont une influence favorable sur les cultures auxquelles ils sont associés. Les touffes favorisent, comme celles de *Piliostigma reticulatum* et de *Guiera senegalensis*, la formation des 'beleau' (micro-buttes) fertiles par le piégeage des éléments fins transportés par les vents. Les émondes issues du recépage sont brûlées ou entassées sur le sol où elles se décomposent. Les rejets, en saison

sèche, participent à la couverture verte du sol et à la lutte contre l'érosion éolienne (photo 11). La micro-butte se forme au-dessus d'un réseau dense de rhizomes dont le drageonnement assure l'élargissement de la touffe et par conséquent la micro-butte. Le recépage répété des rejets s'accompagne d'un cycle de dégénérescence-régénérescence de certains organes souterrains, favorisant ainsi la production de matière organique qui enrichit davantage le sol environnant. Dans les champs, les producteurs cherchent à rentabiliser au maximum la fertilité des micro-buttes en augmentant la densité des poquets de semis sur les micro-buttes ou en y mettant préférentiellement le sorgho plus exigeant (Hassane, 1997). Le doum a un système racinaire pivotant pouvant aller jusqu'à 10 m de profondeur. Cela permet des remontées hydrominérales (remontée biologique) limitant ainsi la concurrence (photo 12) entre les cultures associées et les doumiers (Peltier *et al.*, 2008).

**Photo 11 :** Les rejets du palmier doum en saison sèche participent à la couverture verte du sol (photo : B.A. Bationo)



**Photo 12 :** Les micro-buttes (*beleau*) édifiées par les touffes du palmier doum assurent un meilleur développement du mil associé au Niger (photo : B.A. Bationo)



## Parc agroforestier à *Faidherbia albida*

### Description du parc agroforestier à *Faidherbia albida*

*Faidherbia albida* est sans doute l'une des espèces ligneuses les plus étudiées et les mieux connues des populations dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest et du Centre pour son rôle dans l'amélioration de la fertilité des sols, des rendements des cultures associées et l'alimentation du bétail. Au Niger, l'azote et le phosphore disponibles sous les pieds de *Faidherbia albida* ont été estimés à 200 % et 30 % supérieurs à leurs teneurs dans l'espace ouvert, ce qui permet d'améliorer la production du mil de 26 % pour l'azote et 13 % pour le phosphore (Kho *et al.*, 2001). Takimoto *et al.* (2008) ont rapporté que le pourcentage de carbone de sol dans la couche 0-100 cm représentait 38 % du carbone total (au dessus du sol et dans les 100 premiers cm du sol) dans un parc à *Faidherbia albida* dans la région de Ségou au Mali. Les autres sources des éléments fertilisants sont constituées par la décomposition des racines, le piégeage des particules dans la couronne durant la saison sèche et la fixation de l'azote atmosphérique (Sanginga *et al.*, 1990 ; Ndoye *et al.*, 1995 ; Gueye *et al.*, 1997 ; Rounsard 1997 ; Garrity *et al.*, 2010).

### Gestion du parc agroforestier à *Faidherbia albida*

En plus de ses potentialités agronomiques et fourragères, *Faidherbia albida* a le double avantage de perdre ses feuilles (photo 13) en saison pluvieuse (donc pas d'ombre gênante pour les cultures associées) et d'être en feuilles (photo 14) en saison sèche, contribuant ainsi à protéger le sol et à lutter contre l'érosion éolienne. Cette phénologie inversée facilite la gestion des associations *Faidherbia albida*-cultures et le maintien de fortes densités dans les champs dépassant par endroit 200 pieds à l'hectare. Dans de nombreuses zones d'élevage où parfois l'espèce est la seule à disposer d'un bon feuillage vert en saison sèche, les populations de *Faidherbia albida* sont fréquemment sévèrement émondées par les éleveurs, ce qui engendrant souvent des conflits entre les éleveurs et les agriculteurs. Les gousses sont de plus en plus vendues comme aliments pour le bétail, notamment au Niger, au Mali et Burkina Faso. Elles procurent ainsi des revenus monétaires aux femmes et aux jeunes qui sont les plus intéressés par cette activité. Malgré ces avantages et le souhait de beaucoup de producteurs d'avoir cette espèce dans leurs champs, *Faidherbia albida* demeure absente ou insuffisamment présente dans les zones où elle est recherchée. Au regard de ses potentialités agronomiques, pastorales et de son fonctionnement phénologique, *Faidherbia albida* apparaît comme une des principales espèces ligneuses à promouvoir dans les systèmes à agriculture de conservation, là où elle est écologiquement adaptée et sociologiquement acceptée.

**Photo 13 :** *Faidherbia albida* contribue à la protection du sol en saison sèche au Sahel par le développement d'un feuillage vert (photo : B.A. Bationo)



**Photo 14 :** La défeuillaison naturelle de *Faidherbia albida* en saison pluvieuse réduit l'encombrement spatial, ce qui est favorable aux cultures associées (photo : B.A. Bationo)



## Parc agroforestier à neem (*Azadirachta indica*)

### Description du parc agroforestier à neem

Au Mali et au Burkina Faso, le parc à neem est bien adapté aux conditions semi-arides de ces pays. Au Burkina Faso, la Province du Boulkiemdé au centre-ouest est l'une des provinces les plus densément peuplées. La densité moyenne est de l'ordre 100 habitants par km<sup>2</sup>. Elle est dépourvue de forêts classées pourvoyeuses de produits forestiers et la pratique de la jachère est presque inexistante. Par conséquent, le champ, en plus de la production agricole, doit assurer l'essentiel de la production des produits forestiers ligneux et non-ligneux. Le parc agroforestier à neem est une réussite dans cette région à la fois par sa durabilité, sa structure jardinée soigneusement entretenue par les producteurs, le mode de

régénération appliquée, sa multifonctionnalité et le changement de comportement induit au sein de la population. L'espèce est généralement associée aux espèces locales, participant ainsi à l'enrichissement de la biodiversité du parc agroforestier traditionnel.

### Gestion du parc à neem

Le neem est géré par les producteurs pour fournir à la fois du bois de feu, de construction et d'artisanat, de la biomasse pour le paillage des sols (amélioration de la fertilité des sols) (photos 15 et 16), de l'insecticide et de l'huile utilisée dans la fabrication de savon. Certains produits comme le bois et les fruits sont commercialisés et constituent des sources génératrices de revenus directs pour les producteurs des zones rurales. Une étude réalisée au Burkina Faso par Bationo *et al.* (2004) sur la perception des populations sur le neem indique que la majorité des personnes interrogées (90 %) affirme que les feuilles du neem se décomposent rapidement et enrichissent le sol qui prend une couleur noirâtre sous les arbres. C'est ainsi qu'en début de campagne agricole, de nombreux paysans procèdent à l'émondage des neems, à l'élagage des branches basses ou à l'éclaircie des peuplements denses. Ces opérations leur procurent de la biomasse foliaire qui sert au paillage des champs et du bois. Le neem étant une espèce exotique, sa gestion échappe à la rigueur de la réglementation forestière, facilitant ainsi sa gestion par les producteurs. Cette liberté relative encourage sans doute la domestication de l'espèce dans les champs où on observe couramment des densités supérieures à 100 pieds à l'hectare. Grâce à la gestion du neem dans les parcs agroforestiers, de nombreux ménages de la province du Boulkiemé sont autosuffisants en bois-énergie et bois de construction (photo 17). Les appréciations paysannes méritent cependant d'être approfondies par des études sur la quantité et la qualité de la matière organique provenant du neem ainsi que son effet sur la fertilité et la faune du sol quand on sait que les feuilles du neem ont des propriétés insecticides.

**Photo 15 :** Gestion du neem (*Azadirachta indica*) dans les parcs agroforestiers du Centre-ouest du Burkina Faso (photo : B.A. Bationo)



**Photo 16 :** Utilisation des feuilles de neem dans le paillage au Centre-ouest du Burkina Faso  
(photo : B.A. Bationo)



**Photo 17 :** Les parcs agroforestiers à neem constituent également des sources de bois-énergie dont dépendent plus de 80 % de la population sahélienne  
(photo : B.A. Bationo)

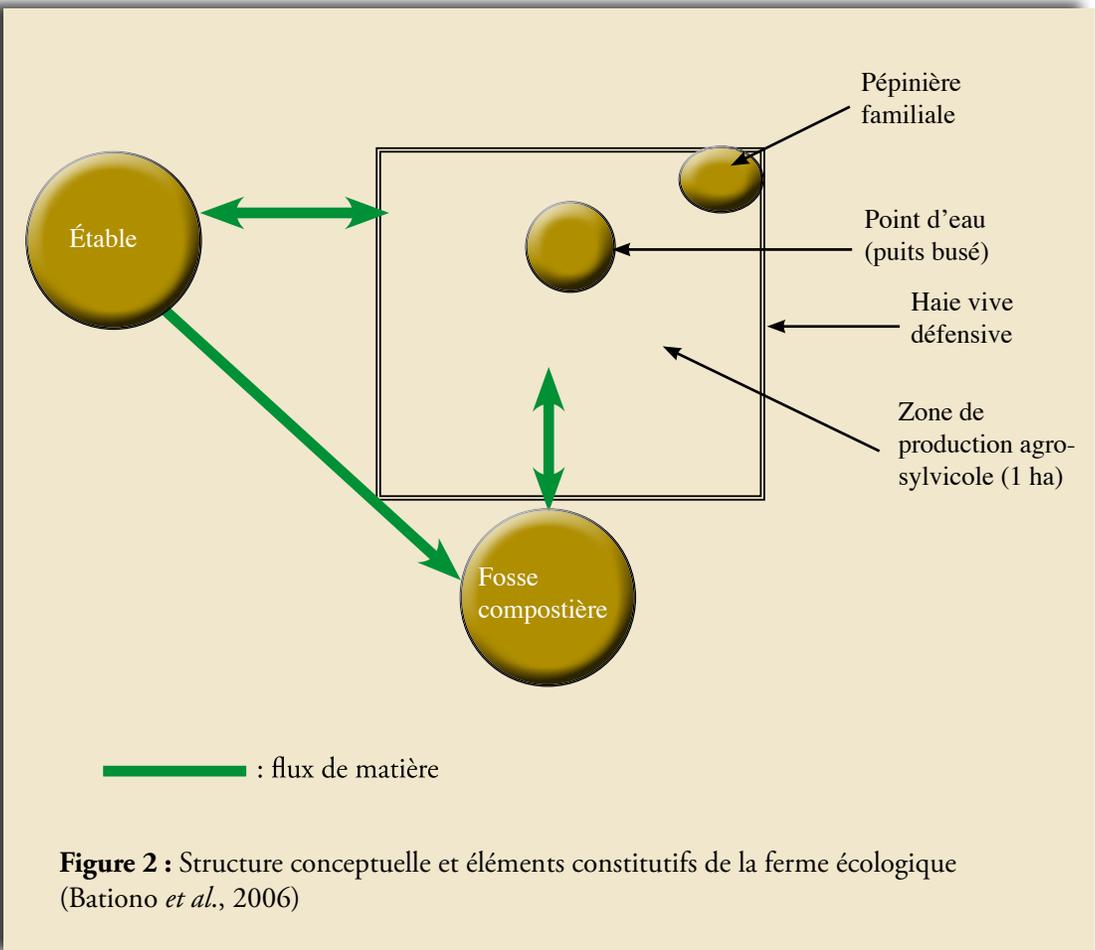


Grâce à la gestion du neem dans les parcs agroforestiers, de nombreux ménages de la province du Boulkiemé sont autosuffisants en bois-énergie et bois de construction

## Ferme écologique au Sahel

### Description de la ferme écologique

La ferme écologique (figure 2) est une approche développée et expérimentée auprès des producteurs au Burkina Faso dans les années 1990 dans les provinces du Sanguié et du Boulkiemdé, au Centre-ouest du Burkina Faso (Bationo *et al.*, 2006). L'approche a pour objectif d'accroître la productivité agro-sylvo-pastorale par une gestion intégrée et la valorisation des ressources naturelles, notamment les résidus des récoltes et les légumineuses ligneuses. La ferme est bâtie à partir des pratiques et savoirs locaux et gérée comme une exploitation individuelle ou familiale.



## Gestion d'une ferme écologique

Une ferme écologique est constituée d'une parcelle d'un hectare environ (1 ha, soit 100 m x 100 m) clôturée avec une haie vive défensive d'*Acacia nilotica* (ou toute autre espèce ligneuse épineuse adaptée) pour lutter contre la divagation des animaux. Les producteurs adhérents à l'approche reçoivent chacun un appui pour forer un puits à l'intérieur de la ferme afin de pratiquer le maraîchage sur une partie de la parcelle en saison sèche. Ils entreprennent également dans les fermes des travaux d'aménagements anti-érosifs nécessaires comme les cordons pierreux et la plantation de légumineuses ligneuses ou de ligneux fourragers, soit le long des cordons pierreux, soit en parc. Les espèces de ligneux plantés ou issus de la régénération naturelle assistée sont généralement *Faidherbia albida*, *Albizia lebbek*, *Gliricidia sepium*, *Cajanus cajan* et *Pterocarpus erinaceus*. La ferme comprend la création d'une pépinière individuelle ou familiale, la construction d'au moins une fosse compostière et d'une étable pour la stabulation des animaux. Toutes ces activités sont soutenues par une formation des adhérents en foresterie, élevage et en agronomie. Pour chaque activité, des délégués des producteurs sont formés par village. Ces paysans formés appelés « Paysans Spécialisés » (PS) jouent le rôle de formateurs des membres des groupements. Le module agroforestier intègre la dynamisation ou la mise en place d'associations villageoises fonctionnelles qui sont des cadres de concertation et de partage d'expériences (Bationo *et al.*, 2006).

L'évaluation des impacts de l'approche ferme écologique montre qu'elle permet aux producteurs d'investir leurs efforts de diversification de la production, de conservation des eaux et des sols et de restauration du couvert végétal dans un espace maîtrisable. L'installation de la haie vive défensive limite l'impact négatif des animaux en divagation. Les producteurs qui le souhaitent peuvent ainsi maintenir les résidus des récoltes et les

**Photo 18 :** L'approche ferme écologique permet aux producteurs de concentrer leurs efforts sur un espace maîtrisable pour une bonne couverture du sol par les résidus de récoltes et *Gliricidia sepium* (photo : B.A. Bationo)



émondés des arbres sur leurs parcelles durant toute la saison sèche (photo 18). La culture de ligneux fourragers et la valorisation des résidus des récoltes dans l'élevage contribuent à la stabulation des animaux en saison sèche et à une production plus élevée de fumure organique. De nombreux producteurs affirment que les rendements agricoles sont 2 à 3 fois plus élevés dans la ferme qu'en dehors de la ferme. Ils notent également que son statut d'entreprise individuelle ou familiale autorise une rapidité dans la prise des décisions.

Cependant, selon les paysans, l'efficacité de la ferme écologique est principalement liée à la présence d'un point d'eau permanent permettant le maraîchage, générateur de revenus en saison sèche. Dans les zones où les puits tarissent en saison sèche, les fermes sont vite abandonnées. Autrement dit, le maintien des résidus de récoltes et la protection des arbres plantés, surtout lorsqu'ils ne sont pas fruitiers (fruits non comestibles), ne justifient pas à eux seuls de la part des producteurs les efforts à fournir pour assurer les travaux de mise en place et d'entretien courant de la haie vive tels que la taille, indispensables à son efficacité (Bationo *et al.*, 2006).

Une expérience similaire de ferme écologique appelée "Système agroforestier géré par les producteurs" a été conduite à partir de 2005 au Niger. Ce système combine agroforesterie et restauration environnementale afin d'accroître la biodiversité par la régénération des espèces locales. C'est un système agro-sylvo-pastoral qui utilise une gamme variée d'espèces annuelles et pérennes, locales ou exotiques, incluant des Acacias australiens (*Acacia colei*, *A. torulosa*, *A. tumida* et *A. elachantha*) qui s'adaptent aux conditions semi-arides (Cunningham et Ridauo, 2009). Le système agroforestier typique géré par les producteurs est de 1 ha avec des arbres autour des bordures espacés de 5 m et à l'intérieur du bloc espacés de 10 m sur la ligne et de 25 m entre les lignes.

## **Haie vive à espèces épineuses dans les systèmes d'agriculture de conservation**

### **Description d'une haie vive à espèces épineuses**

Les tests entrepris depuis les années 1990 sur les haies vives défensives ont montré que les espèces épineuses (*Acacia gourmensis*, *Acacia nilotica*, *Acacia senegal*, *Prosopis juliflora*, *Ziziphus mauritiana*, *Z. mucronata*, etc.) sont les plus efficaces dans la protection contre les animaux. L'évaluation des facteurs d'adoption indique cependant que la gestion de celles-ci est un véritable casse-tête pour de nombreux paysans (Bationo *et al.*, 2006) qui finissent par les détruire quelques années après leur installation. L'efficacité de la haie vive défensive est fonction de sa gestion périodique. Les haies vives non gérées ou mal gérées croissent démesurément, puis deviennent poreuses et encombrantes (photo 19).

**Photo 19 :** Les haies vives à espèces épineuses mal gérées deviennent encombrantes et poreuses (sources : Bationo *et al.*, 2006)



### Gestion des haies vives à espèces épineuses dans les systèmes d'agriculture de conservation

La largeur (le diamètre) de la couronne des haies vives d'*Acacia* sp. mal gérées peut atteindre en moyenne 3 m, ce qui peut occasionner un encombrement spatial gênant les cultures au voisinage de la haie. Les émondes épineuses issues de la gestion régulière des haies vives sont difficiles à utiliser dans le paillage des sols ou les fosses compostières. Elles sont généralement brûlées ou transportées hors de la zone de culture. Dans un système d'agriculture de conservation, cela constitue une perte de matières organiques. En plus des produits que ces espèces fournissent, tels que le fourrage, les fruits, le bois, la gomme, etc., il s'agit de prospecter des voies de recyclage des émondes afin de mieux les valoriser dans les systèmes d'agriculture de conservation. Il apparaît également la nécessité de tester d'autres espèces ligneuses non épineuses comme *Jatropha curcas* (photo 20), *Lawsonia inermis*, *Bauhinia rufescens*, etc., déjà utilisées en haies vives dans beaucoup de pays de l'Afrique de l'Ouest.

**Photo 20 :** L'utilisation des espèces non épineuses comme *Jatropha curcas* permettrait de mieux intégrer la haie vive défensive dans les systèmes d'agriculture de conservation (photo : B.A. Bationo)



## **Régénération naturelle assistée pour accroître la couverture végétale dans les systèmes d'agriculture de conservation**

### **Description de la régénération naturelle des espèces ligneuses**

La régénération naturelle des espèces agroforestières est une étape essentielle de la réussite de tout programme agroforestier à grande échelle au Sahel. Le degré de simplicité avec lequel les producteurs vont pouvoir élever et gérer les espèces ligneuses souhaitées influe sur la diffusion et l'adoption des technologies agroforestières. Le concept de régénération naturelle recouvre à la fois un sens statistique et dynamique. Au sens statistique, la régénération naturelle est l'ensemble des semis naturels et des petites tiges issues de rejets existants dans un peuplement. Le forestier dont le souci principal est de connaître le potentiel ligneux pour mieux planifier son exploitation est particulièrement attentif à cet aspect. Cependant, pour l'écologue qui s'intéresse à la dynamique et au fonctionnement des écosystèmes, ce résultat statistique doit être expliqué. En effet, à chaque stade de développement de la végétation, le modèle de distribution spatiale et la structure démographique résultent de l'interaction entre divers facteurs environnementaux, sociaux et des caractéristiques intrinsèques des espèces végétales (Bationo *et al.*, 2005).

Au sens dynamique et fonctionnel, la régénération naturelle peut être considérée comme l'ensemble des processus qui permettent à un biotope (milieu) dégradé de se reconstituer ou à un biotope en équilibre de se maintenir tel quel en dépit du vieillissement, du prélèvement et de la mort de certaines parties. Certaines techniques comme la régénération naturelle assistée (RNA) séminale ou végétative permettent de régénérer à moindre coût de nombreuses espèces ligneuses locales ou exotiques. La régénération naturelle est dite assistée lorsque l'homme intervient pour accélérer ou orienter en fonction de ses centres d'intérêt le processus de la régénération naturelle. Il peut s'agir de repérer, de protéger et d'éduquer les jeunes pousses (semis, rejets de souches, drageons, marcottes, etc.) qui apparaissent spontanément sur une parcelle donnée. Au lieu d'attendre passivement que les pousses apparaissent d'abord (que la régénération naturelle s'installe d'abord) et ensuite les assister, l'homme peut cependant, dans certains cas, intervenir en amont pour induire (favoriser) l'installation de la régénération et ensuite assister les individus apparus. Plusieurs pratiques paysannes de conservation des eaux et des sols comme le scarifiage, le zaï, les aménagements anti-érosifs (demi-lunes, cordons pierreux, diguettes en terre, etc.), l'épandage de la fumure organique ont d'énormes potentialités dans la régénération forestière, mais souvent peu valorisées.

La fumure organique/fumier contient des milliers de graines (contenues dans les déjections animales) de plusieurs espèces. L'évaluation de la quantité de semences forestières contenues dans le fumier des étables spécifiques (étables réservées aux bovins, caprins ou aux ovins) utilisées seulement la nuit montre qu'en six mois la quantité de graines

atteint en moyenne 160 graines par kilogramme de fumier chez les ovins, 146 graines chez les caprins et 11 graines chez les bovins, appartenant à 22 espèces forestières (Ouattara, 2011). Ces graines généralement à dormance tégumentaire, une fois transitées par le tube digestif du bétail, peuvent améliorer leur taux de germination *in-situ* (Bationo *et al.*, 2000). Si le rôle fertilisant de la fumure organique est bien connu des producteurs, son rôle dans l'enrichissement et la levée du potentiel de semences du sol (banque de semences du sol) et donc dans la régénération des espèces ligneuses est mal connu et surtout sous-exploité. Les ouvrages anti-érosifs assurent le piégeage des graines des espèces ligneuses et la germination de celles-ci par l'amélioration des conditions stationnelles. Il suffit pour le producteur d'être attentif et d'assister les jeunes plants qui apparaissent (photos 21 et 22). Le zaï (photo 23) et la demi-lune sont à l'origine des techniques traditionnelles de conservation des eaux et des sols. Le zaï consiste à creuser sur les sols dénudés et encroûtés (les glacis) des trous de 15 à 20 cm de profondeur et de largeur dans lesquels on met une poignée de fumier ou de compost. Après une ou deux pluies, les producteurs viennent semer dans les trous.

**Photo 21 :** Fumier englobant une énorme biodiversité ligneuse généralement insuffisamment valorisée dans les champs (photo : B.A. Bationo)



**Photo 22 :** La pratique de la RNA (régénération naturelle assistée) permet de valoriser à moindre coût le potentiel en biodiversité ligneuse des pratiques paysannes (photo : Jules Bayala)



L'aptitude à la multiplication végétative de certaines espèces ligneuses offre beaucoup d'opportunités pour la pratique de la RNA. Dans la nature, certaines espèces ont la capacité de drageonner (exemples : *Balanites aegyptiaca*, *Faidherbia albida*, *Bombax costatum*, *Cassia sieberiana*, *Crateva adansonii*, etc) ou de se multiplier par marcottage (exemple : *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Pterocarpus erinaceus*, etc.) (Bationo *et al.*, 2005). L'homme peut intervenir pour accélérer ces processus naturels en blessant ou en sectionnant (cernage racinaire) la racine pour induire le drageonnage ou en mettant les branches en contact avec le sol pour induire le marcottage (photo 25). Le cernage racinaire permet d'accroître la propagation de *Faidherbia albida* (photo 26) dont l'une des contraintes à la diffusion est liée à sa difficile régénération par les semences (dormance tégumentaire des graines et croissance lente des semis).

**Photo 23 :** Poquets de zaï  
(photo : B.A. Bationo)



**Photo 24 :** Les poquets de zaï  
sont le siège d'une germination  
de semences d'espèces ligneuses  
(photo : B.A. Bationo)



**Photo 25 :** Régénération de *Guiera senegalensis* par marcottage par couchage (photo : B.A. Bationo)



**Photo 26 :** Régénération de *Faidherbia albida* par cernage racinaire (photo : B.A. Bationo)



## Gestion de la régénération naturelle des espèces ligneuses

La réussite de la régénération naturelle assistée nécessite parfois la protection contre les agressions extérieures. Les performances, particulièrement le développement et le rendement des cultures associées, de la plupart des arbres et arbustes sont liées au mode de gestion qui est appliqué. Il faut pouvoir tailler, éclaircir ou élaguer lorsque cela est nécessaire, soit pour disposer de la biomasse, soit pour créer de l'espace pour les cultures associées (Bayala *et al.*, 2008). La taille de *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa* a permis par exemple d'accroître le rendement des céréales de 400 à 800 % (Bayala *et al.*, 2002) et l'application des émondes de *Vitellaria paradoxa* comme mulch a permis d'augmenter les rendements grain du mil de 120 % (Bayala *et al.*, 2003). Alors que dans la majorité des pays ouest africains la gestion des ligneux, même ceux entretenus dans les champs par les

producteurs, est soumise au paiement de taxes auxquelles les producteurs ne peuvent pas toujours faire face. Ainsi, la plupart des principaux arbres agroforestiers locaux sont-ils intégralement protégés (*Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Faidherbia albida*, etc.) ou font l'objet d'une gestion fortement encadrée par les services forestiers. Cet encadrement par la police forestière a rendu au fil des années les producteurs sahéliens méfiants, voire réticents à maintenir une strate arborée relativement dense dans leurs champs. Pourtant, certaines pratiques paysannes ancestrales (Taonda *et al.*, 2003) et des études récentes (Bayala *et al.*, 2008) indiquent que la taille peut être favorable au rajeunissement et à la fructification des arbres comme le néré et le karité ainsi qu'au développement des cultures associées.

---

## Quelques axes de recherche sur l'agriculture de conservation au Sahel

Le rôle de la recherche doit consister à identifier les arbres et les arbustes locaux ou exotiques qui sont écologiquement et socialement adaptés aux conditions du Sahel et aux exigences de l'Agriculture de Conservation. En particulier, elle doit mettre l'accent sur la gestion (les tailles répétées pour obtenir du mulch et/ou pour favoriser les cultures associées). Il s'agira entre autres d'aborder les aspects suivants :

- les fonctions sociales des différents arbres et arbustes ;
- les pratiques et les connaissances locales sur l'utilisation des arbres et des arbustes dans la conservation des eaux et des sols au Sahel ;
- les connaissances locales sur les relations arbres/cultures ;
- l'impact des arbres et arbustes sur le bilan hydrique et la fertilité des sols (étude du continuum sol-eau-plante-atmosphère) ;
- les capacités (évaluer les quantités de biomasse produites en fonction du temps) de production de biomasse, particulièrement aérienne des arbres et des arbustes ;
- la vitesse de décomposition du mulch (paillis) et la qualité de la matière organique selon les espèces ligneuses ;
- l'impact de la taille répétée sur le fonctionnement des arbres et arbustes ;
- les modes de régénération, les densités optimales et l'organisation spatiale des arbres et arbustes dans les champs en fonction de la zone écologique et des cultures associées ;
- les études économiques des différentes technologies.

---

## Conclusion

La revue de quelques pratiques paysannes montre que l'utilisation des arbres et des arbustes dans la production agricole est séculaire au Sahel. Les producteurs sahéliens ont une longue expérience, transmise de génération en génération, dans l'utilisation des ligneux dans la gestion intégrée de la fertilité des sols et dans l'alimentation des animaux. La recherche agricole de ces dernières décennies a confirmé la pertinence de certaines de ces pratiques locales. Cette tradition est un atout favorable à l'intégration des ligneux dans la pratique de l'Agriculture de Conservation au Sahel. Il s'agit de mettre en synergie les différentes pratiques en tenant compte des principes de l'agriculture de conservation. La pratique de l'agroforesterie peut accroître la production de biomasse pour le paillage et permettre de satisfaire les besoins incompressibles liés à l'alimentation du bétail et à l'approvisionnement en bois énergie. La satisfaction de ces besoins est indispensable si l'on veut réduire la pression humaine et animale sur les résidus des récoltes et augmenter la part de ceux-ci dans le paillage.

Le succès de ce modèle d'intégration agriculture-élevage-foresterie exige cependant une collaboration et un dialogue entre les services techniques de l'environnement, de l'agriculture, de l'élevage et les producteurs pour s'approprier les principes de l'approche et les règles de gestion à appliquer. Quels avantages aurait en effet un producteur à planter des arbres ou des arbustes dans un système d'agriculture de conservation si la législation forestière ne facilite pas la gestion de ces arbres pour améliorer la fertilité des sols, nourrir les animaux, s'approvisionner en bois, etc. ? La réussite de l'intégration des arbres et des arbustes dans la mise en œuvre de l'Agriculture de Conservation au Sahel avec les espèces locales (autochtones) nécessite donc l'ajustement de la législation forestière pour prendre en compte la pratique de l'agroforesterie. Le processus de décentralisation en cours dans la plupart des pays sahéliens et qui vise à terme à transférer la gestion des ressources naturelles aux collectivités locales offre des possibilités aux populations d'accroître leur responsabilité dans la gestion des ressources naturelles. Le rôle de la recherche sera déterminant dans ce processus et consistera en la production de données scientifiques pour aider à la prise de décision.

## Bibliographie

- Akinnifesi F.K., Makumba W., Sileshi G., Ajayi O.C. & Mweta D. (2007). Synergistic effect of inorganic N & P fertilizers & organic inputs from *Gliricidia sepium* on productivity of intercropped maize in Southern Malawi. *Plant and Soil* 294: 203-217.
- Barnes R.D., Fagg C.W. (2003). *Faidherbia albida*. Monograph & Annotated Bibliography. Tropical Forestry Papers No 41, Oxford Forestry Institute, Oxford, UK.
- Bationo B.A., Taonda J.B., Iilboudo D., Guissou T., Ilboudo B. (2006). Approche « Fermes Ecologiques » et gestion durable des ressources naturelles dans le Centre-Ouest du Burkina Faso. *Journal Forestier Suisse* 157, 11, 513-518.
- Bationo B.A., Ouedraogo S.J. (2000). Comment utiliser *Guiera senegalensis* dans la végétalisation des sites anti-érosifs. Fiche technique au profit du projet CES-AGF, 2 p.
- Bationo B.A., Sankara S. (2006). Démarrage du PDRD au Burkina Faso : Des échanges pour favoriser la pratique de l'Agroforesterie. *Sahel Agroforesterie*, n°7 : 5-7.
- Bationo B.A. (1994). Etude des potentialités agroforestières de la multiplication et des usages de *Guiera senegalensis* J. F. Gmel, Mémoire IDR, Université de Ouagadougou, 67 p.
- Bationo B.A. (2002). Structure et contraintes socioculturelles à la régénération des parcs agroforestiers à baobab dans le Plateau Central du Burkina Faso, INERA/ICRAF/CRDI, 36 p.
- Bationo B.A., Karim S., Bellefontaine R., Saadou M., Guinko S., Ichaou A., Bouhari A. (2005). Le marcottage par couchage et buttage de la partie apicale des branches : technique économique de régénération de certains ligneux tropicaux. Sécheresse, version électronique ([www.secheresse.info](http://www.secheresse.info)).
- Bationo B.A., Ouedraogo S.J., Alexandre D-Y., Guinko S. (2001c). Statut hydrique de quatre espèces ligneuses soudaniennes dans la forêt classée de Nazinon (Burkina Faso). *Sécheresse*, 12 : 87-94.
- Bationo B.A., Yelemou B., Ouedraogo S.J. (2002) – Le Neem (*Azadirachta indica* A. J.), une espèce exotique adoptée par les paysans du Centre-Ouest du Burkina Faso, *Bois et Forêts des Tropiques*, 282 : 5-10.

- Bayala J., Balesdent J., Marol C., Zapata F., Teklehaimanot Z., Ouedraogo S. J. (2006). Relative contribution of trees and crops to soil carbon content in a parkland system in Burkina Faso using variations in natural  $^{13}\text{C}$  abundance. *Journal Nutrient Cycling in Agroecosystems* 76: 193-201.
- Bayala J., Kalinganire A., Tchoundjeu Z., Sinclair S., Garrity D. (2011). Conservation Agriculture With Trees (CAWT) in the West African Sahel – a Review. ICRAF Occasional Paper, 72 p.
- Bayala J., Mando A., Ouedraogo S.J., Teklehaimanot Z. (2003). Managing *Parkia biglobosa* and *Vitellaria paradoxa* prunings for crop production and improved soil properties in the Sub-Saharan zone of Burkina Faso. *Arid Land Research and Management* 17: 283-296.
- Bayala J., Ouedraogo S.J., Teklehaimanot Z. (2008). Rejuvenating indigenous trees in agroforestry parkland systems for better fruit production using crown pruning. *Agroforestry Systems* 72: 187-194. DOI 10.1007/s10457-007-9099-9.
- Bayala J., Teklehaimanot Z., Ouedraogo S.J. (2002). Millet production under pruned tree crowns in a parkland system in Burkina Faso. *Agroforestry Systems* 54: 203-214.
- Boffa J.M. (1999). Agroforestry parklands in sub-Saharan Africa. FAO Conservation Guide 34. Rome, Italy.
- Chirwa, P. W., Ong, C. K. & Maghembe, J., Black, C.R. (2007). Soil water dynamics in intercropping systems containing *Gliricidia sepium*, pigeon pea & maize in southern Malawi. *Agroforestry Systems* 69: 29-43.
- Cunningham P., Rinaudo T. (2009). Niger: Increasing crop resilience to drought through agroforestry farming. Serving in Mission and World Vision Australia, 5p.
- Floret T. CH. et Pontannier R. (2000). La jachère en Afrique tropicale : rôle, aménagement et alternatives. Actes de séminaire international, Dakar, 13-16 Avril 1999, 778 p.
- Garrity D.P., Akinnifesi F.K., Ajayi O.C., Weldesemayat S.G., Mowo J.G., Kalinganire A., Larwanou M., Bayala J. (2010). Evergreen agriculture: a robust approach to sustainable food security in Africa. *Food Security* 2 :197-214.
- Garrity D.P. (2004). Agroforestry & the achievement of the Millennium Development Goals. *Agroforestry Systems* 61: 5-17.

- Gueye M., Ndoye I., Dianda M., Danso S.K.A., Dreyfus B. (1997). Native N<sub>2</sub> fixation in several *Faidherbia albida* provenances. *Arid Soil Research and Rehabilitation* 11: 63-70.
- Hassane M. (1997). Germination du palmier doum (*Hyphaene thebaica* Mart) et analyse de son interaction avec le mil (*Pennisetum glaucum*) en zone semi-aride au Niger. Thèse de l'Université de Laval, Québec. 181 p.
- IIRR et ACT. (2005). *Conservation agriculture: manual for farmers and extension workers in Africa*. International Institute of Rural Reconstruction Nairobi; African Conservation Tillage Network, Harare, 251 p.
- Kho R.M., Yacouba B., Yayé M., Katkoré B., Moussa A., Iktam A., Mayaki A. (2001). Separating the effects of trees on crops: the case of *Faidherbia albida* and millet in Niger. *Agroforestry Systems* 52 (3): 219-238.
- Loupe D. (1991). *Guiera senegalensis* : espèce agroforestière ? *Bois et Forêts des Tropiques*, 228 : 41-51.
- Makumba W., Janssen, B., Oenema O., Akinnifesi F. K., Mweta D., Kwesiga F. (2006). The long-term effects of a *Gliricidia*-maize intercropping system in southern Malawi, on *Gliricidia* & maize yields, & soil properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 116: 85-92.
- Ndoye I., Gueye M., Danso S.K.A., Dreyfus B. (1995). Nitrogen fixation in *Faidherbia albida*, *Acacia raddiana*, *Acacia senegal* and *Acacia seyal* estimated using 15N isotope dilution technique. *Plant and Soil* 172 : 175-180.
- Pallo F.J.P., Bationo B.A. (2007). Effets des demi-lunes végétalisées sur les propriétés des sols dégradés (Zypellé) au Burkina Faso. Communication faite lors de « West Africa Project Workshop: overview of results ». UNEP-ICRAF-CEP, University of Florida. 3-4 octobre 2007. Bamako-Mali. 20 p.
- Peltier R., Duhem C.S. et Ichaou A. (2008). Valoriser les produits du palmier doum pour gérer durablement le système agroforestier d'une vallée sahélienne du Niger et éviter sa désertification ». *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 8 : 1. URL : <http://vertigo.revues.org/1452>.
- Reij C., Tappan G. & Smale M. (2009). Agroenvironmental Transformation in the Sahel: Another Kind of Green Revolution. IFPRI Discussion Paper 00914. Washington DC. International Food Policy Research Institute.

- Roupsard O. (1997). Ecophysiologie et diversité génétique de *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. (syn. *Acacia albida* Del.), un arbre à usage multiple d'Afrique semi-aride. Fonctionnement hydrique et efficacité d'utilisation de l'eau d'arbres adultes en parc agroforestier et de juvéniles en conditions semi-contrôlées. Thèse Université H. Poincaré de Nancy I, France.
- Sanginga N., Bowen G.D., Danso S.K.A. (1990). Assessment of genetic variability for N<sub>2</sub> fixation between and within provenances of *Leucaena leucocephala* and *Acacia albida* estimated by <sup>15</sup>N labeling techniques. *Plant and Soil* 127: 168-178.
- Sileshi G., Mafongoya P. L. (2006). Long-term effect of legume-improved fallows on soil invertebrates & maize yield in eastern Zambia. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 115: 69-78.
- Takimoto A., Nair V.D., Nair Ramachandran P.K. (2009). Contribution of trees to soil carbon sequestration under agroforestry systems in the West African Sahel. *Agroforestry Systems* 76: 11-25.
- Yélémou B., Bationo B.A., Yaméogo G. (2007). Gestion traditionnelle et usages de *Piliostigma reticulatum* sur le plateau central du Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques* 291 : 55-66.

---

## Technical Manual Series

1. Linking research to extension for watershed management: the Nyando experience
2. Bonnes pratiques de culture en pépinière forestière: directives pratiques pour les pépinières communautaires
3. Bonnes pratiques de culture en pépinière forestière: directives pratiques pour les pépinières de recherché
4. Plantemos madera!: manual sobre el establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones maderables para productores de la Amazonía peruana
5. Rainwater harvesting innovations in response to water scarcity: the Lare experience
6. Capacitación en agroforestería: caja de herramientas para capacitadores
7. Mapping the potential of rainwater harvesting technologies in Africa: a GIS overview on development domains for the continent and nine selected countries
8. Green water management handbook: rainwater harvesting for agricultural production and ecological sustainability
9. Molecular markers for tropical trees: a practical guide to principles and procedures
10. La culture du jujubier: un manuel pour l'horticulteur sahélien
11. Carbon Guide for Smallholders: En, Es & Fr versions
12. Semillas de Especies Arbóreas para los Agricultores
13. A Guide for studying molecular genetic variation in tropical trees: common methods for statistical analysis of dominant data
14. Molecular markers for tropical trees: statistical analysis of dominant data
15. Techniques de deparasitage et gestation du karate
16. Regeneration naturelle assistee: gestion des arbres champetres au Sahel





ISBN 978-92-9059-323-2



United Nations Avenue, Gigiri • PO Box 30677 • Nairobi, 00100 • Kenya  
Telephone: +254 20 7224000 or via USA + 1 650 833 6645 • Fax: +254 20 72240001 or via USA + 1 650 833 6646  
Email: [worldagroforestry@cgiar.org](mailto:worldagroforestry@cgiar.org)

**[www.worldagroforestry.org](http://www.worldagroforestry.org)**