



Publié par

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



CATALOGUE

DES OPTIONS DE RESTAURATION DE LA PRODUCTIVITÉ DES SOLS ET DE RÉHABILITATION DU COUVERT VÉGÉTAL DES PAYSAGES DÉGRADÉS DES RÉGIONS DU NORD ET DE L'EXTRÊME-NORD DU CAMEROUN

Novembre 2021

CATALOGUE

**DES OPTIONS DE RESTAURATION
DE LA PRODUCTIVITÉ DES SOLS
ET DE RÉHABILITATION DU COUVERT
VÉGÉTAL DES PAYSAGES DÉGRADÉS
DES RÉGIONS DU NORD
ET DE L'EXTRÊME-NORD DU CAMEROUN**

Mentions légales

Document préparé par :

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, GmbH
Projet Forêt et Environnement (ProFE/GIZ)

Exécuté par :

ECO Consult GmbH & Co. KG
Hersfelder Str. 17
36280 Oberaula

Représentant national :

Didier HUBERT
Didier.hubert@eco-consult.com

Auteur(e)s :

Joséphine MAKUETI et Martial CHARPIN

Avec la contribution de :

Didier HUBERT et Victor KEMEUZE

Conception/Maquette

CREATIVE CAMEROUN
Info@creativecameroun.com

Avec le soutien financier de :

L'Union Européenne et du Ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (BMZ) par l'intermédiaire du programme ABC-PADER de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Les avis et opinions exprimés dans ce document sont ceux des auteurs,
et ne reflètent pas forcément les vues du ProFE/GIZ.

Table des matières

Abréviations	6
Glossaire	7
Liste des figures	8
Liste des photos	8
Liste des tableaux	9
1. INTRODUCTION	10
2. CONTEXTE SPÉCIFIQUE DES RÉGIONS SEPTENTRIONALES	12
3. OBJECTIF DU CATALOGUE DES OPTIONS RPF	14
4. INVENTAIRE DES OPTIONS DE RESTAURATION	16
4.1 Sur les terres agricoles et pastorales	18
4.1.1 Labour superficiel	19
4.1.2 Zaï manuel ou culture en poquets	20
4.1.3 Apports organiques	24
4.1.4 Semis direct sous couverture végétale	30
4.1.5 Associations culturales	33
4.1.6 Paillage	35
4.1.7 Aménagement et enrichissement de parcours de bétail	37
4.1.8 Utilisation maîtrisée des feux précoces	38
4.1.9 Fenaison	40
4.2 Sur les terres forestières et agroforestières	42
4.2.1 Enrichissement	43
4.2.2 Régénération naturelle assistée	45
4.2.3 Mise en défens	47
4.2.4 Boisement/Reboisement	48
4.2.5 Jachère arborée améliorée	50
4.2.6 Parcs agroforestiers multifonctionnels	52
4.2.7 Haies-vive	54
4.2.8 Système de cultures intercalaires	57
4.3 Sur les terres dégradées, indurées ou marginales	59
4.3.1 Aménagement en demi-lunes	59
4.3.2 Aménagement de cordons pierreux	63
4.3.3 Aménagement de bandes enherbées	64
BIBLIOGRAPHIE	68
ANNEXES	71

Abréviations

AFR 100	Initiative pour la restauration des paysages et des forêts africaines
CIRAD	Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement
FAO	Organisation pour l'alimentation et l'agriculture
GIZ	Deutsche Gesellschaft Für International Zusammenarbeit. Coopération allemande
GPFLR	Partenariat mondial sur la restauration des paysages et des forêts
Ha	hectare
INS	Institut National de la statistique
IRAD	Institut national de Recherche Agronomique pour le Développement
K	Potassium
MINEPDED	Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable
MINFOF	Ministère des Forêts et de la Faune
NDT	Neutralité Des Terres
N	Azote
NDT	Neutralité en matière de Dégradation des Terres
P	Phosphore
PFNL	Produits forestiers non ligneux
RNA	Régénération naturelle assistée
RPF	Restauration des Paysages et des Forêts
SCI	Systèmes de cultures intercalaires
SCV	Semis sous couverture végétale
SODECOTON	Société de Développement du Coton
UNCCD	Convention des Nations Unies de Lutte contre la désertification

Glossaire

- Agroforesterie :** l'agroforesterie est un terme collectif pour des systèmes et des techniques d'utilisation des terres où des ligneux pérennes (arbres, arbrisseaux et sous arbrisseaux) sont cultivés ou maintenus délibérément sur des terrains utilisés par ailleurs pour la culture et/ou l'élevage, dans un arrangement spatial ou temporel, et où sont exploitées des interactions à la fois écologiques et économiques, pas forcément stables dans le temps, entre les ligneux et les autres composantes du système (Lundgren et Raintree, 1982¹)
- Aménagement forestier :** Décisions de gestion d'une forêt sur la base des analyses et des connaissances techniques et scientifiques disponibles/Planification de la gestion d'une forêt [1]
- Dégénération des terres :** Réduction ou perte de la productivité biologique ou économique et de la complexité de la terre, résultant des modes d'utilisation des terres ou de tout processus ou ensemble de processus issus de l'activité humaine ou de la forme d'habitat par exemple : l'érosion des sols causés par l'eau et/ ou le vent ; la détérioration des propriétés physiques, chimiques, biologiques ou économiques des sols et la disparition à long terme de la végétation sauvage, (UNCCD, 2019²).
- Paysage :** Mosaïque hétérogène rassemblant diverses utilisations des terres (agriculture, activités forestières, protection du sol, fourniture et distribution d'eau, conservation de la biodiversité, pâturages, etc.) au sein d'un vaste territoire ou d'un bassin versant » [1].
- Restauration des paysages et des forêts :** La RPF est définie comme un processus actif visant à retrouver une fonctionnalité écologique (services environnementaux) et à améliorer le bien-être des populations dans les paysages déboisés ou dégradés [1]. Il rassemble l'ensemble des parties prenantes pour identifier, négocier et mettre en œuvre des pratiques qui rétablissent un équilibre optimal convenu entre les avantages écologiques, sociaux et économiques des forêts et des arbres dans le cadre d'un schéma plus large d'utilisation des terres.
- Services environnementaux :** Bénéfices que les humains tirent des écosystèmes naturels sans avoir à agir pour les obtenir [1]

¹ Lundgren et Raintree, 1982. Sustained agroforestry. In : Nestel B., (ed). Agricultural research for development : potentials and challenges in Asia. The Hague : ISNAR, 37-49.

² (UNCCD). 2019. United Nations Convention to Combat Desertification. The Global Land Outlook, West Africa Thematic Report, Bonn, Allemagne.

Liste des figures

FIGURE 1 : Synthèse des options RPF selon la vocation principale des terres	17
FIGURE 2 : Schéma d'installation des cuvettes Zaï [7, adapté] – partie 1	21
FIGURE 3 : Schéma d'installation des cuvettes Zaï [7, adapté] – partie 2	22
FIGURE 4 : Installation d'une association de céréale avec une légumineuse fertilisante (plante de couverture)	31
FIGURE 5 : Fonctionnement et bénéfices associés au SCV	33

Liste des photos

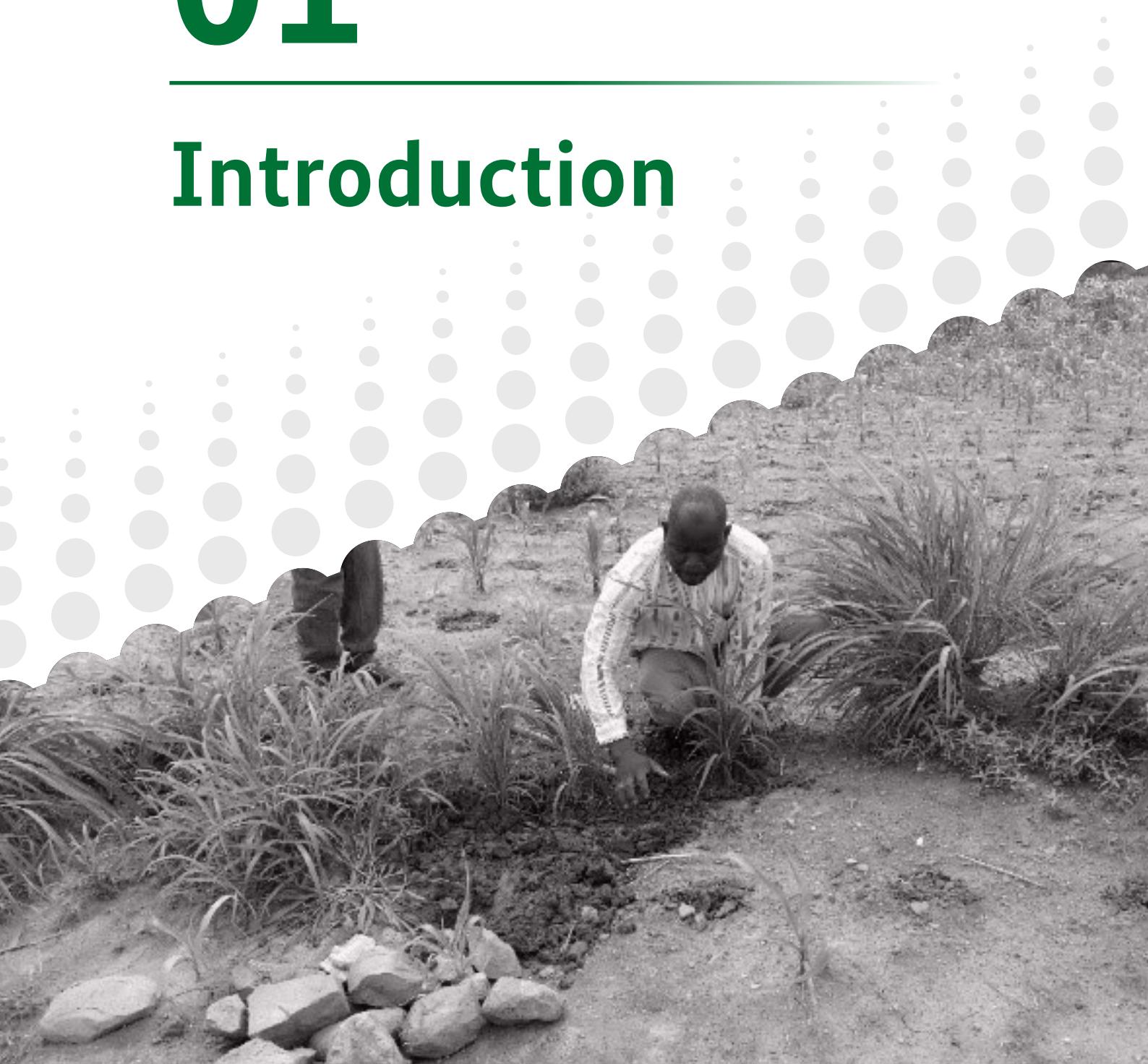
PHOTO 1 : Labour superficiel par traction animale (Laf, Mayo-Kani)	20
PHOTO 2 : Technique de Zaï manuel [9, 10 adaptés]	23
PHOTO 3 : Production du compost (Tchéré, Diamaré)	25
PHOTO 4 : Troupeau de bovins dans une parcelle (contrat de parage), Papata (Diamaré)	27
PHOTO 5 : Fumure organique dans une parcelle agricole (Papata, Diamaré)	28
PHOTO 6 : Biochar (Gawel, Diamaré)	30
PHOTO 7 : Association céréales et plantes de couverture du sol (Sorgho + <i>Crotalaria juncea</i> ; Sorgho et <i>Brachiaria ruziziensis</i>)	32
PHOTO 8 : Culture de soja sous couverture végétale (Laf, Mayo-Kani)	35
PHOTO 9 : Bétail en pâture dans un parcours	37
PHOTO 10 : Mise à feu de la biomasse herbacée et vue d'ensemble d'une bande d'arrêt	40
PHOTO 11 : Pesées de fourrage / Vente de botte de paille pour toiture	41
PHOTO 12 : Régénération naturelle assisté par le paysan (Gayak, Diamaré)	46
PHOTO 13 : Espace mis en défens par un paysan (Magouala, canton de Kossewa, Diamaré)	48
PHOTO 14 : Parcelle privée reboisée dans la Mayo Kani	50
PHOTO 15 : Jachère améliorée à <i>Cajanus cajan</i> et parcelle cultivée après exploitation des <i>Leucaena leucocephalla</i> (droite), (Laf, Mayo-Kani)	52
PHOTO 16 : Parcs agroforestiers à Laf (Mayo Kani)	54
PHOTO 17 : Haie vive à base de <i>Jatropha curcas</i> renforcée avec des épineux (Dogba, Diamaré)	57
PHOTO 18 : Culture intercalaire (Meskine, Diamaré)	58
PHOTO 19 : Technique de demi-lune (Cf. 9 ; 10)	61
PHOTO 20 : Dispositifs d'installation de la technique ReviTec® (Gawel, Diamaré)	62
PHOTO 21 : Cordons pierreux (Mogazang, Diamaré)	64
PHOTO 22 : Installation d'une bande enherbée en éclat de souche (Mambang, Méri)	66

Liste des tableaux

TABLEAU 1 : Estimation du coût de réalisation d'un labour superficiel par ha, traction animale	19
TABLEAU 2 : Calendrier de réalisation du Zaï manuel, Extrême Nord-Cameroun	22
TABLEAU 3 : Coûts estimatifs de la culture en poquets pour un hectare (ha)	23
TABLEAU 4 : Coûts estimatifs de la production de compost	25
TABLEAU 5 : Coûts estimatifs de la pratique de parcage	26
TABLEAU 6 : Coûts estimatifs de la collecte de bouse par hectare	28
TABLEAU 7 : Coûts estimatifs de l'installation d'une unité de production de biochar	29
TABLEAU 8 : Coûts estimatifs de l'association culturale pour un hectare (ha)	32
TABLEAU 9 : Coûts estimatifs pour l'adoption du semis sous couvert pour un hectare	34
TABLEAU 10 : Coûts estimatifs de la pratique du paillage sur un hectare (ha)	36
TABLEAU 11 : Coûts estimatifs de l'enrichissement d'un parcours de bétail (ha)	38
TABLEAU 12 : Coûts d'équipement d'une brigade dans le cadre de feux précoce fractionnés	39
TABLEAU 13 : Coûts estimatifs de la pratique de la fenaison sur un hectare de savane arborée	41
TABLEAU 14 : Hiérarchisation des options de restauration sur les terres forestières et agroforestières	42
TABLEAU 15 : Coûts d'installation d'un hectare de plantation d'enrichissement en zone de savane sèche	44
TABLEAU 16 : Coût estimatif de la réalisation de la régénération naturelle assistée sur un ha	46
TABLEAU 17 : Coût estimatif d'une mise en défens par hectare	48
TABLEAU 18 : Estimation du coût d'installation d'un hectare de plantation forestière en zone de savane sèche	50
TABLEAU 19 : Coûts estimatifs pour la pratique de la jachère arborée améliorée pour un hectare.	52
TABLEAU 20 : Estimation des coûts associés à l'installation d'un parc agroforestier, 220 plants/ha	53
TABLEAU 21 : Estimation des coûts associés à mise en place d'une haie vive, double ligne sur 200 mètre linéaire	56
TABLEAU 22 : Coût estimatif de réalisation de la culture intercalaire sur un hectare, 2x100 ml	58
TABLEAU 23 : Coût estimatif de la réalisation des demi-lunes pour un hectare	60
TABLEAU 24 : Coût estimatif de la technique ReviTec pour un hectare	62
TABLEAU 25 : Estimation des coûts de réalisation des cordons pierreux pour 01 km linéaire de cordons pierreux	64
TABLEAU 26 : Estimation des coûts de réalisation de bandes enherbées, 1 kilomètre	66

01

Introduction



Introduction

Les dégradations des terres et du couvert végétal impactent la disponibilité des ressources en nourriture, en eau et en énergie, menaçant l'économie et les moyens de subsistance d'une part importante de la population camerounaise, en particulier dans les régions septentrionales du pays. Conscient des enjeux majeurs associés à la reconstitution des formations végétales dégradées et au maintien de la fertilité des sols cultivés, la communauté internationale s'est engagée à restaurer plusieurs millions d'hectares (Mha). Ces engagements ont été obtenus au niveau mondial et régional par l'intermédiation d'initiatives telles que :

- Le Défi de Bonn visant la restauration de 150 Mha d'ici à 2020 et 350 Mha à l'horizon 2030 ;
- L'Objectif d'Aichi 15 de la Convention des Nations Unies pour la diversité biologique ;
- La Déclaration de New York sur les Forêts ayant pour ambition de mettre 350 Mha en restauration à l'horizon 2030 ;
- Le Partenariat mondial sur la restauration des paysages et des forêts (GPFLR) ;
- La neutralité de la dégradation des terres (NDT) ;
- La Convention des Nations Unies de Lutte contre la désertification (UNCCD).

Au Cameroun, la restauration des écosystèmes naturels est primordiale pour atteindre les objectifs du « Programme d'Émergence » à l'horizon 2035. C'est pourquoi le Gouvernement camerounais s'est engagé dans l'Initiative pour la restauration des paysages et des forêts africains (AFR100) en se fixant un objectif ambitieux de plus de douze (12) Millions d'hectares de terres dégradées à restaurer d'ici 2030. L'ambition des autorités publiques est de créer des paysages résilients et durables, afin d'atténuer le changement climatique, de s'adapter à ses effets, de préserver la biodiversité, de protéger la santé et améliorer le bien-être des populations.

Cet engagement, pris en 2017, constitue une contribution importante aux objectifs de développement et de lutte contre le changement climatique du pays. Afin d'encadrer les interventions des différents acteurs (services techniques, collectivités territoriales, organisations de la société civile et opérateurs privés), le Ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF) et le Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature et du Développement Durable (MINEPDED) ont formulé et adopté un cadre stratégique national portant sur la restauration des paysages forestiers et des terres dégradées au Cameroun [1].

Le présent catalogue s'inscrit dans la dynamique d'opérationnalisation de ces engagements nationaux. Il a pour objectif de répertorier les techniques et les pratiques existantes de restauration des sols et du couvert végétal dans les régions septentrionales (Adamaoua, Nord et Extrême-Nord). La conception et la diffusion de ce catalogue contribuera à l'amélioration de la gestion des connaissances et au renforcement des capacités des acteurs régionaux et locaux concernés par ces enjeux.

02

Contexte spécifique des régions septentrionales



Contexte spécifique des régions septentrionales

La restauration de la productivité des sols et la réhabilitation du couvert végétal constituent des enjeux vitaux pour les populations rurales des régions septentrionales du Cameroun. Sur les douze millions d'hectares à restaurer sur le territoire national, huit (8) sont localisés dans les régions de l'Adamaoua, du Nord et de l'Extrême-Nord où les taux de pauvreté sont particulièrement élevés [2]. Cette situation, caractérisée comme « particulièrement préoccupante », pousse, entre autres, la population à s'engager dans des activités de survie parmi lesquelles la coupe et la vente de bois de feu ou la production de charbon de bois. Outre la coupe de bois-énergie [9], les causes de la surexploitation des forêts sont multiples : i) défrichements agricoles notamment associés à la culture du karal/Muskwari (sorgho de contre saison) et à l'installation des réfugiés ou déplacés internes liés aux problèmes sécuritaires et environnementaux (inondation du fleuve Logone par exemple), ii) fréquence des feux de brousse, iii) intensification de l'exploitation charbonnière à destination du Tchad et du marché régional, iv) sédentarisation d'une partie des éleveurs transhumants recherchant la sécurité dans la région ou encore v) les conséquences du changement climatique..

La pression anthropique sur les ressources naturelles est forte, accentuée par des pratiques négatives telles que la suppression de la jachère, l'ébranchage, l'émondage voire l'abattage de certains arbres et arbustes pour l'alimentation du bétail. Des processus de détérioration des propriétés chimiques, physiques et biologiques des sols sont observés tels que :

- La diminution du taux de matière organique et de l'activité biologique du sol ;
- La dégradation, entre autres caractéristiques physiques, de la structure du sol ;
- La réduction de la disponibilité des principaux éléments nutritifs (N, P, K) et des oligoéléments ;
- La perte de sols par érosion hydrique et/ou éolienne ;
- L'augmentation de la toxicité due à la l'acidification ou à la pollution aux métaux lourds issus de la mauvaise utilisation des engrains chimiques.

Confrontés à ces problématiques, les paysans ont développé et adopté de nouvelles pratiques culturelles basées sur le retour d'expériences et les savoir-faire locaux [36]. En parallèle, des pratiques novatrices ont été développées avec l'appui technique de structures telles que l'institut de recherche agronomique pour le développement (IRAD), de la Société de Développement du Coton du Cameroun (SODECOTON) et d'organisations de la société civile actives dans le domaine du développement rural.

Il est crucial de capitaliser les connaissances et les informations sur les pratiques et techniques, tant modernes que dites « traditionnelles », qui sont identifiées comme efficaces et reconnues pour accroître le couvert végétal, augmenter la productivité agricole, améliorer la résilience climatique et si possible réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ces pratiques et techniques peuvent constituer une base de connaissances pour développer des options de gestion durable des ressources forestières et d'intensification agricole. Afin de mieux documenter l'importance de ces techniques, il est opportun d'élaborer un répertoire (catalogue) qui regroupe les « bonnes pratiques » afin d'en faire un document de référence pour le choix des options de restauration des paysages et terres dégradés.

03

Objectif du catalogue des options RPF



Objectif du catalogue des options RPF

Ce recueil, sans être exhaustif, constitue une source d'information dont l'objectif est de répertorier les techniques et les pratiques de restauration des paysages et des terres dégradés dans le contexte spécifique des zones sèches du Septentrion camerounais. Dans la continuité du manuel de formation interactif et pratique sur la RPF [37], ce catalogue s'inscrit dans une logique de développement des connaissances et de renforcement des capacités des acteurs en matière de gestion durable des ressources naturelles, ainsi que des options d'adaptation et de résilience des communautés.

Ce catalogue s'adresse avant tout :

- Aux techniciens et aux ingénieurs agronomes, forestiers, de la santé animale ou du génie rural qui sont appelés à travailler dans la restauration,
- Aux administrations qui doivent faire face à la restauration d'écosystèmes dans leur domaines respectifs,
- Aux communes pour la restauration de leurs paysages ou de leurs domaines au travers de leurs services techniques,
- Aux communautés confrontées à la restauration de leur terroir,
- Aux organisations locales, bureaux spécialisés et bailleurs de fonds engagés dans des projets de restauration.

04

Inventaire des options de restauration



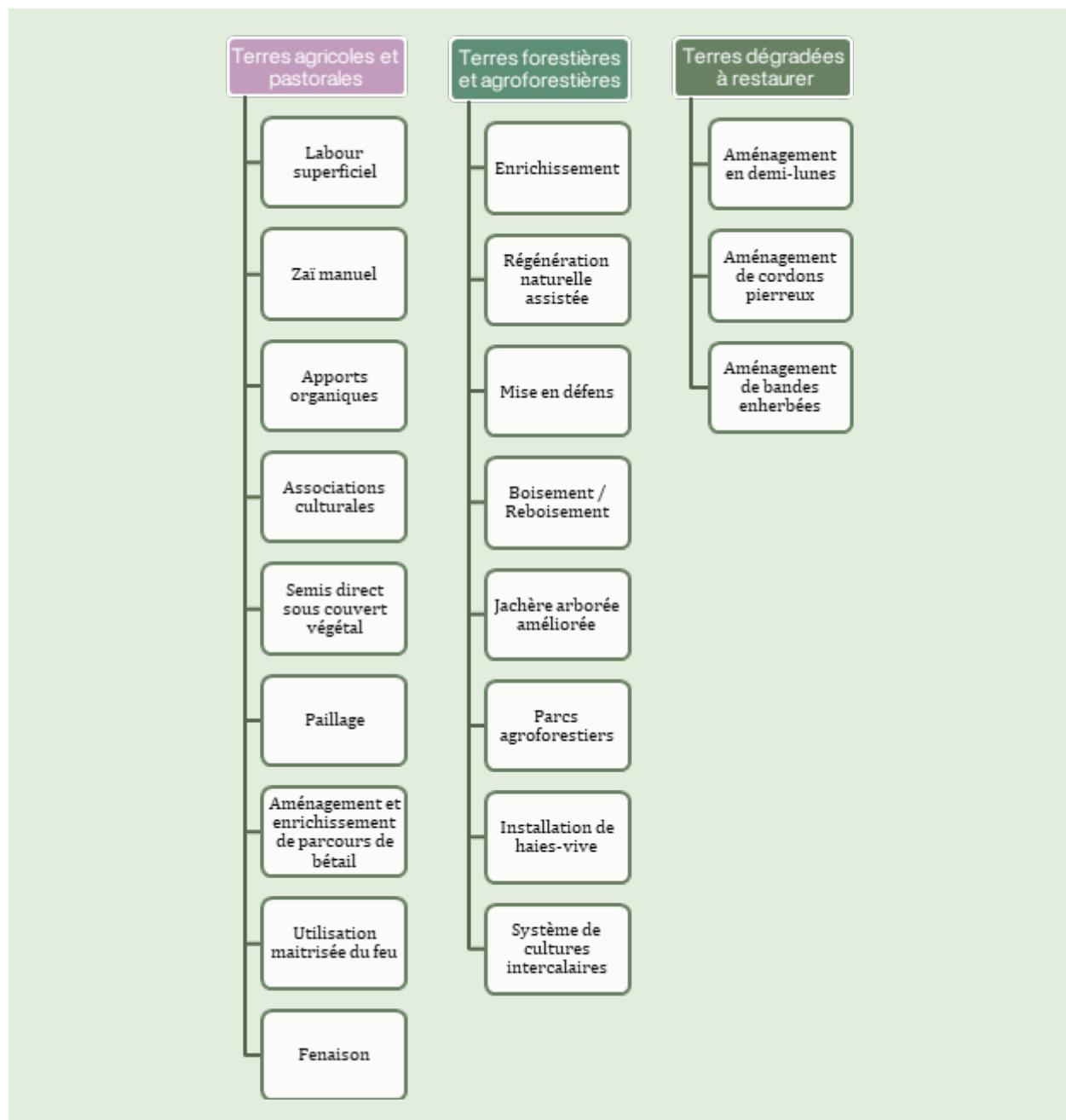
Inventaire des options de restauration

En cohérence avec le cadre stratégique national pour la restauration des paysages forestiers et des terres dégradées [1], la classification des options se basent sur la vocation principale des terres concernées [3]. Trois catégories sont distinguées :

- Les terres agricoles et pastorales ;
- Les terres forestières et agroforestières ;
- Les terres dégradées à restaurer.

Le schéma suivant présente une synthèse des options RPF contenues dans ce catalogue.

Figure 1 : Synthèse des options RPF selon la vocation principale des terres



Pour chaque catégorie d'utilisation du sol, les descriptions seront présentées sous forme de fiches techniques précisant les éléments suivants :

- Les objectifs de la pratique ;
- Les caractéristiques techniques / facteurs de succès ;
- Les points particuliers incluant les contraintes inhérentes à sa faisabilité ;
- Les effets agroécologiques et socioéconomiques / durabilité ;
- Les coûts estimatifs de leur réalisation.

Les coûts de réalisation sont communiqués à titre indicatif en valorisant la bibliographie mobilisée et les enquêtes menées auprès de prestataires et de divers projets. Pour une budgétisation précise des investissements, une actualisation des coûts en considérant les réalités du terrain et du marché local est indispensable.

4.1. Sur les terres agricoles et pastorales

L'identification des options de restauration sur les terres agricoles et pastorales se base sur les trois principes de l'agriculture de conservation, c'est-à-dire : i) le faible travail du sol, ii) la couverture organique et iii) les associations/rotations de culture. Afin de préciser les avantages des options présentées ci-dessous, il est fait référence aux dix (10) mesures génériques figurant dans les « Directives volontaires pour une gestion durable des sols » [4].



Les dix mesures des Directives volontaires pour une gestion durable des sols, FAO 2017

1. Limiter l'érosion des sols
2. Accroître la richesse des sols en matière organique
3. Favoriser l'équilibre des éléments nutritifs du sol et leurs cycles
4. Prévenir et limiter les phénomènes de salinisation et d'alcalinisation des sols, et en atténuer les effets
5. Prévenir et limiter la contamination des sols
6. Prévenir et limiter l'acidification des sols
7. Préserver et renforcer la biodiversité des sols
8. Limiter l'imperméabilisation des sols
9. Prévenir le tassemement des sols et en atténuer les effets
10. Améliorer la gestion de l'eau dans le sol.

4.1.1. Labour superficiel

4.1.1.1. Présentation de la pratique

Le labour superficiel est une technique de préparation du sol avant semis, caractérisée par le retournement des couches superficielles du sol (environ 10-15 cm de profondeur). L'objectif principal est d'améliorer l'infiltration de l'eau dans le sol en ameublissant sa structure et en rendant la couche superficielle plus irrégulière. Cette technique contribue également au contrôle des plantes adventices ainsi qu'à l'enfouissement de la fumure organique et des résidus de culture.

4.1.1.2. Caractéristiques techniques

Le labour superficiel sert à préparer les lits des semences tout en favorisant l'infiltration et le drainage de l'eau [5]. Pour réaliser ce travail, une charrue tractée par des animaux (ânes, chevaux, bœufs) ou l'utilisation d'outils légers (cover crop, chisel) tirés par un tracteur ou un motoculteur sont les plus indiquées. Sur sol en pente, le labour est réalisé parallèlement aux courbes de niveau (perpendiculairement à la pente principale) pour diminuer l'érosion. Le labour superficiel permet d'obtenir une surface ondulée couverte de mottes ou d'agrégats. Leurs tailles dépendent du type de sol et de la période de réalisation (un sol sec et dur produit une surface avec de grosses mottes tandis qu'un sol léger et humidifié donne peu d'agrégats).

Cette technique nécessite un effort important en début de saison des pluies, c'est-à-dire à une période de l'année difficile pour les animaux d'un point de vue alimentaire. Si les animaux ne sont pas correctement préparés, leur puissance et leur endurance seront réduites. Le temps de travail est généralement compris entre 25 et 35 heures par hectare en zone sèche.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Amélioration de la structure du sol favorisant une bonne germination et un meilleur enracinement des cultures
- Amélioration de la gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle en favorisant l'infiltration des précipitations et en réduisant le ruissellement
- Augmentation des rendements des cultures
- Lutte/contre des plantes adventices (enfouissement)

4.1.1.3. Estimation du coût de réalisation de la pratique

Tableau 1 : Estimation du coût de réalisation d'un labour superficiel par ha, traction animale

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
ACHAT OU LOCATION DE LA CHARRUE	Nombre	01	5 000	5 000
DEUX OPTIONS POUR LE TRAVAIL : MAIN D'ŒUVRE FAMILIALE RÉMUNÉRATION DE JOURNALIERS	Homme/jour	01	0	0
	Homme/jour		20 000 soit 5 000 / 0.25 m ²	20 000
MONTANT TOTAL			25 000	



Photo 1 : Labour superficiel par traction animale (Laf, Mayo-Kani)

4.1.2. Zaï manuel ou culture en poquets

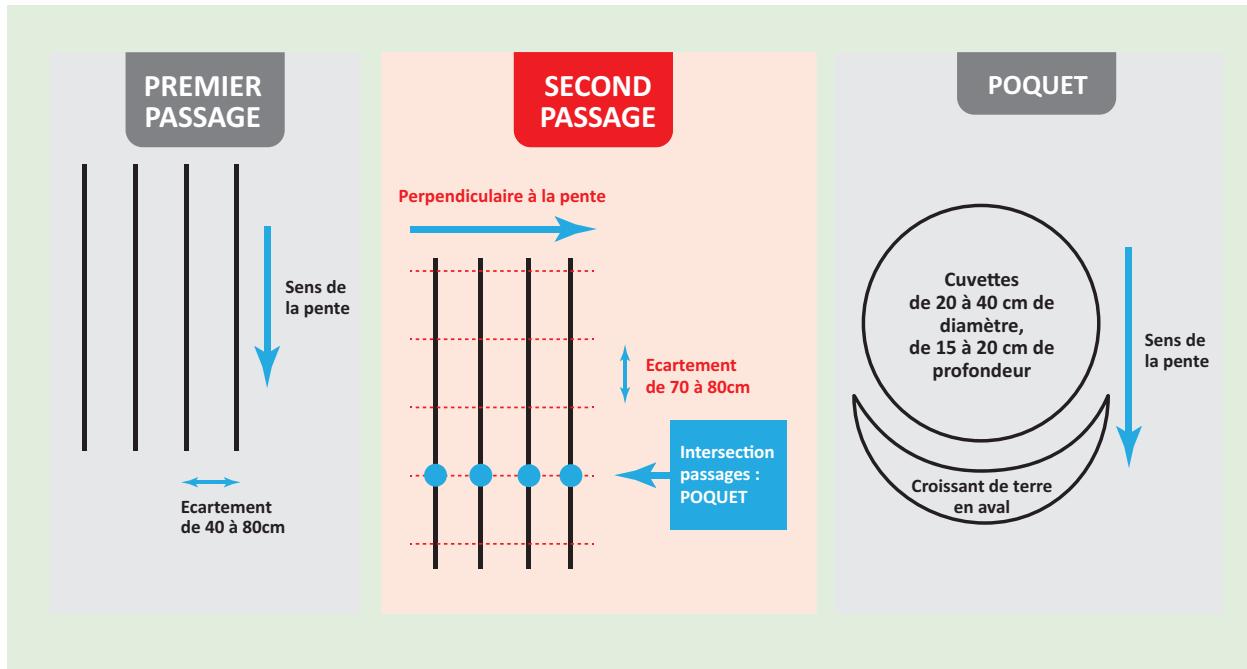
4.1.2.1. Présentation de la technique

Le Zaï est une pratique agroécologique de récupération des terres pauvres, compactées, encroutées ou dégradées. La pratique a pour objectif de collecter l'eau de ruissellement et la concentrer autour des plantes afin de favoriser son infiltration. Cette technique assure de bons rendements dès la première saison qui suit le traitement du sol.

4.1.2.2. Caractéristiques techniques

La technique consiste à creuser des cuvettes à l'aide d'une pioche, d'un pique, d'une barre à mine ou d'une daba. La terre arable de surface est mise de côté alors que la terre de profondeur est utilisée pour former une butte en demi-lune (ou en croissant) afin de capter les eaux de ruissellement. Chaque cuvette mesure 30 à 40 cm de diamètre et 10 à 15 cm de profondeur. La distance entre deux cuvettes varie de 70 à 80 cm, soit une densité moyenne de 10 000 cuvettes à l'hectare [6].

Figure 2 : Schéma d'installation des cuvettes Zaï [7, adapté] – partie 1

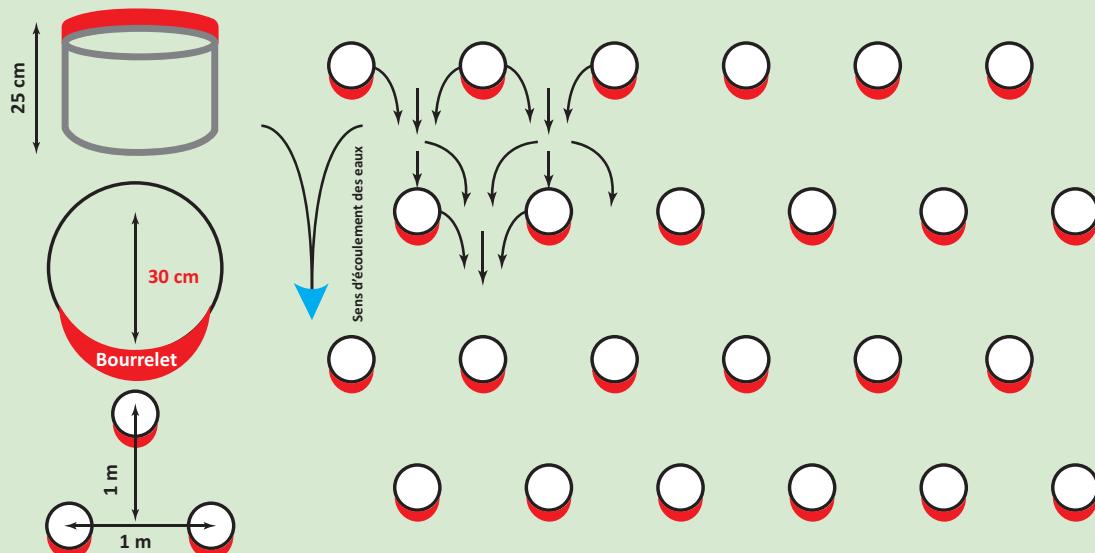


Les lignes doivent être perpendiculaires à la plus grande pente du terrain en suivant les courbes de niveau. La forme des cuvettes doit être uniforme. Leur position, disposées en quinconce, est localisée à l'aide d'une ficelle de la longueur de l'espace choisi entre les puits et la moitié du diamètre de la cuvette (cf. Figure 1). Un apport de matière organique (fumier, compost ou poudrette) est conseillé. Une poignée par cuvette (environ 300 g soit 3 tonnes/ha) contribue à restaurer l'activité biologique et à améliorer la fertilité du sol. Le semis des cultures est réalisé après les premières pluies (environ 20 mm de précipitations)

La deuxième année, les semis sont réalisés dans les trous de l'année précédente ou dans de nouvelles cuvettes creusées entre les premières. Si le but est de restaurer la fertilité de tout le champ, il est conseillé de creuser de nouvelles cuvettes.

Au bout de trois (3) années d'exploitation, le sol pourrait être utilisé de façon classique, sans Zaï. Toutefois, la poursuite de cette technique est vivement recommandée. Elle peut également être combinée à des diguettes de terre ou à des bandes enherbées.

Figure 3 : Schéma d'installation des cuvettes Zaï [7, adapté] – partie 2



4.1.2.3. Points particuliers

Le Zaï n'est pas recommandé sur les terres sablonneuses et dans les bas-fonds. Sur terre sableuse, les trous ne sont pas stables. Dans les bas-fonds ou sur sols argileux, des inondations temporaires dans les cuvettes peuvent contribuer à la baisse des rendements.

Tableau 2 : Calendrier de réalisation du Zaï manuel, Extrême Nord-Cameroun

DÉCEMBRE À AVRIL	AVRIL À JUIN	JUIN - JUILLET	NOVEMBRE
<ul style="list-style-type: none"> Creusement tous les 80 cm d'une cuvette $\square = 40$ cm, $H = 15$ cm, terre posée en croissant en aval L'Harmattan apporte des sables et des matières organiques 	<ul style="list-style-type: none"> Après la première pluie, apport de 2 poignées de compost (poudrette = 3 t /ha) Les termites y creusent des galeries enrobées d'excréments Semis en poquets à la deuxième pluie Eau infiltrée ; stockée en profondeur à l'abri de l'évaporation directe 	<ul style="list-style-type: none"> Démarrage de la saison des pluies Levée précoce Enracinement profond Sarclage limité aux poquets Germination des graines Concentration de l'eau et des nutriments 	<ul style="list-style-type: none"> Récolte des panicules et du fourrage Coupe des tiges vers 1 m (et conservation des tiges à l'abri du bétail)

Source : [7]

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Amélioration de la gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle en favorisant la retenue et l'infiltration des précipitations
- Réduction du ruissellement de l'eau en surface et donc des mécanismes d'érosion du sol
- Restauration de terres marginales, dégradées ou trop argileuses
- Amélioration de la structure et de l'humidité du sol
- Augmentation importante des rendements des cultures, en particulier avec l'apport de fumure organique ou de compost
- Gain de temps pour le paysan grâce à la réduction du nombre de désherbage

4.1.2.4. Estimation du coût de réalisation de la pratique

La technique de Zaï manuel nécessite de gros efforts car réalisée au moment de grandes chaleurs (40-45°C). Un homme peut aménager 1 ha en 125 jours, à raison de 8 heure par jour de travail [8]. La mécanisation de cette technique (passages croisés de la dent RS8 ou IR12 montée sur le bâti d'une charrue en traction animale) contribue à gagner du temps au cultivateur (40h/ha) [8].

Tableau 3 : Coûts estimatifs de la culture en poquets pour un hectare (ha)

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
LOCATION DE LA CHARRUE POUR UN PASSAGE CROISÉ (5 HEURES PAR JOUR)	Nombre	08	30 000	240 000
LOCATION D'UNE CHARRETTE POUR LE TRANSPORT DE LA MATIÈRE ORGANIQUE	Nombre	01	5 000	5 000
DEUX OPTIONS POUR LE TRAVAIL : MAIN D'ŒUVRE FAMILIALE RÉMUNÉRATION DE JOURNALIERS	Homme/jour	100	0	0
	Homme/jour	100	2 500	250 000
MONTANT TOTAL				520 000



Photo 2 : Technique de Zaï manuel [9, 10 adaptés]

4.1.3. Apports organiques

Afin de renforcer la structure du sol et stimuler la production agricole, l'apport de matières organiques fertilisantes est conseillé en début de la campagne. Les options présentées ici sont i) la production de compost, ii) le parage de bétail, iii) la collecte de bouse et iv) l'apport de biochar.

4.1.3.1. Production et épandage de compost

Présentation de la pratique

Le compostage est une pratique agroécologique qui consiste à recycler les déchets organiques pour produire naturellement un fertilisant de qualité et à faible coût. L'apport de compost impacte positivement et durablement les rendements agricoles. Répandue uniformément en surface ou en poquets, la quantité de compost est généralement comprise entre 2,5 et 6 tonnes par hectare.

Caractéristiques techniques

Le compostage est généralement réalisé à l'air libre, dans un espace ombragé (sous un arbre ou un hangar) et à proximité d'un point d'eau afin de faciliter l'arrosage. En fonction des substrats et des conditions de production, le compost est « mûr » après 2 à 3 mois de compostage. Plusieurs étapes sont à considérer :

- la collecte de la matière organique (ordures ménagers, paille, feuilles vertes, racines de mil, papier carton, cendre, bouse de vache etc.) ;
- la mise en place du tas : pour un bon compost (exemple 2 m de longueur sur 1,5 m de largeur) et mettre un piquet à chaque angle, pour 1,20 m ou 1,50 m de hauteur) ;
- La matière organique collectée est ensuite étalée sous forme de couches superposées : paille (30 cm), bouse de vache (5 cm), feuilles de légumineuses vivantes (2 cm), cendres (2 cm),
- Après un arrosage abondant, les couches se succèdent jusqu'à une hauteur de 1,20 m ou 1,50 m, soit 4 à 5 répétitions ;
- l'arrosage : Après chaque retournement, arroser abondamment et recouvrir le tas à nouveau.

Tous les 10 jours, le tas est retourné pour favoriser une décomposition homogène et vérifier l'évolution du mélange. Le retournement s'accompagne d'un tri afin d'extraire les corps étrangers.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Apports d'éléments nutritifs disponibles, plus ou moins rapidement, pour les plantes
- Amélioration des capacités de rétention en eau du sol
- Contribution à l'augmentation des rendements des cultures
- Amélioration de la structure du sol en renforçant le complexe argilo humique
- Lutte biologique contre le striga, plante parasite du maïs et du sorgho [11]
- Substitution à l'utilisation des engrains chimiques achetés sur les marchés (économie)

Estimation du coût de réalisation de la pratique

Pour la fabrication du compost, l'acquisition de petits matériels est nécessaire : pioche, coupe-coupe, seau, pelle, fourche, arrosoir, brouette, bottes, gants, etc.

Tableau 4 : Coûts estimatifs de la production de compost

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
EQUIPEMENTS, PETITS MATÉRIELS :				
Arrosoir			4 000	
Barre à mine ou pioche			5 000	
Brouette			25 000	
Fût (100l litres)			60 000	
Pelle bêche	Nbre	01	2 500	
Coupe-coupe			2 500	112 500
Fourche			5 000	
Bottes			5 000	
Seau			1 000	
Gants			2 500	
LOCATION D'UNE CHARRETTE POUR LE TRANSPORT DU COMPOST	Nbre	01	5 000	5 000
DEUX OPTIONS POUR LE TRAVAIL : MAIN D'ŒUVRE FAMILIALE RÉMUNÉRATION DE JOURNALIERS				
Homme/jour		10	0	0
Homme/jour		10	2 500	25 000
MONTANT TOTAL				142 500

Source : [12 adapté]



Photo 3 : Production du compost (Tchéré, Diamaré)

4.1.3.2. Parcage du bétail

Présentation de la pratique

Le parcage est une technique de fertilisation des sols qui consiste à maintenir le bétail dans une parcelle agricole dans le but de l'amender avec les déjections. Le parcage contribue à une amélioration localisée de la fertilité des sols cultivés (souvent à proximité du village ou des points d'eau).

Caractéristiques techniques

L'itinéraire technique du parcage comprend trois principales étapes :

- Une fauche et un étalement des résidus de cultures (tiges de cotonnier et pailles de sorgho ou maïs) in situ dès la récolte ;
- Un maintien de la paille étalée sur la parcelle tout en évitant les feux de végétation ou incendie ;
- Un maintien périodique et nocturne du cheptel bovin de l'exploitation ou d'un troupeau de l'exploitation pendant 7 nuits consécutives sur une portion de la parcelle à raison de 4 m² par animal avant de le déplacer sur une nouvelle portion.

Cette pratique nécessite de renforcer les capacités des producteurs pour une meilleure gestion de la fumure organique.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Contribution à l'augmentation des rendements des cultures
- Apports d'éléments nutritifs disponibles, plus ou moins rapidement, pour les plantes
- Amélioration de la structure du sol en renforçant le complexe argilo humique
- Optimisation/intensification des productions animales
- Consolidation des collaborations entre agriculteurs et éleveurs (contrat de parcage par ex.)
- Substitution à l'utilisation des engrains chimiques achetés sur les marchés (économie)

Estimation du coût de réalisation de la pratique

Pour un partenariat gagnant-gagnant entre éleveurs et agriculteurs, un contrat de parcage est élaboré. Bien qu'il n'y ait pas monétarisation du service, l'agriculteur offre généralement en compensation au berger un sac de 100 kg de mil pour une période d'un mois de parcage.

Cette pratique contribue à l'amélioration de la cohabitation éleveurs-agriculteurs et permet ainsi de limiter les potentiels conflits.

Tableau 5 : Coûts estimatifs de la pratique de parcage

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
CONTRAT DE PARCAGE GAGNANT-GAGNANT ENTRE L'ÉLEVEUR ET L'AGRICULTEUR	Nombre	1	0	0
PAIEMENT SOUS FORME DE TROC : UN SAC DE 100 KG DE MIL POUR UNE PÉRIODE D'UN MOIS DE PARCAGE	Nombre	1	0	0
MONTANT TOTAL				0



Photo 4 : Troupeau de bovins dans une parcelle (contrat de parage), Papata (Diamaré)

4.1.3.3. Collecte de bouse

Présentation de la pratique

Le transfert direct des déjections animales à partir des sites d'attrouement des animaux (points d'eau, étables, ...) vers les terres cultivées est une pratique traditionnelle (transfert de fertilité horizontal). Généralement ramassées pendant la saison sèche, les bouses des bovins sont transportées et épandues dans les parcelles cultivées, en particulier les jardins de case ou les périmètres maraîchers.

Caractéristiques techniques

Les bouses peuvent être utilisées pour le compostage, mais certains producteurs les épandent directement sur les parcelles de production. La formation des producteurs pour une bonne utilisation de cette ressource est indispensable. Si la bouse n'est pas bien convenablement décomposée, elle peut avoir des effets néfastes sur le sol (« faim » d'azote, réchauffement des micro-organismes du sol par exemple). Une tonne d'apport organique à l'hectare est recommandée.

Points particuliers

Faible disponibilité de la bouse des animaux due aux pratiques concurrentielles utilisant cette ressource (combustible, enduit pour crépissage des cases, etc....) [13].

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Apports d'éléments nutritifs disponibles, plus ou moins rapidement, pour les plantes
- Contribution à l'augmentation des rendements des cultures
- Amélioration de la structure du sol en renforçant le complexe argilo humique
- Substitution à l'utilisation des engrains chimiques achetés sur les marchés (économie)

Estimation du coût de réalisation de la pratique

En considérant l'achat et le transport de 30 sacs de céréales remplis de bouse de vache, les coûts suivants peuvent être avancés.

Tableau 6 : Coûts estimatifs de la collecte de bouse par hectare

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
ACHAT DES SACS DE BOUSE / COMPOST	NBRE	30	500	15 000
EQUIPEMENTS, PETITS MATÉRIELS :				
Brouette			25 000	
Pelle bêche			2 500	
Fourche	Nbre	01	5 000	
Bottes			5 000	
Seau			1 000	
Gants			2 500	
LOCATION D'UNE CHARRETTE POUR LE TRANSPORT DU COMPOST	Nbre	01	5 000	5 000
TRANSPORT ET ÉPANDAGE : MAIN D'ŒUVRE FAMILIALE	Homme/jour	5	0	0
RÉMUNÉRATION DE JOURNALIERS	Homme/jour	5	2 500	12 500
MONTANT TOTAL				72 500



Photo 5 : Fumure organique dans une parcelle agricole (Papata, Diamaré)



4.1.3.4. Apport de biochar

Présentation de la pratique

L'apport de biochar est préconisé en agriculture pour augmenter la fertilité et la structure des sols dans le but d'améliorer les rendements agricoles. Le biochar est un amendement issu de la pyrolyse de biomasse.

Caractéristiques techniques

Généralement produit à partir de résidus de cultures agricoles (pailles, balles de riz) ou de végétaux plus ou moins lignifiés, le biochar est obtenu par pyrolyse. Sa production peut être artisanale ou semi-industrielle, notamment en considérant la mécanisation du broyage initial de la biomasse. En utilisant différents conteneurs, la biomasse est stockée.

Effets agroécologiques et socioéconomiques de l'utilisation du biochar et de la technique ReviTec®

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Amélioration du pH du sol à faible coût
- Augmentation de la capacité de rétention des éléments minéraux et de la disponibilité du phosphore dans le sol pour les plantes
- Contribution à augmentation des rendements des cultures
- Stimulation de la vie microbienne du sol
- Amélioration de la structure du sol en renforçant le complexe argilo humique
- Contribution à la capture et au stockage dans le sol du carbone issu du CO₂ de l'atmosphère
- Substitution à l'utilisation des engrains chimiques achetés sur les marchés (économie)

Coûts associés

En considérant les expériences menées en Afrique subsaharienne, un broyage mécanique de la matière première est recommandé. Le tableau suivant fourni une estimation des coûts d'équipements d'une unité de production de biochar.

Tableau 7 : Coûts estimatifs de l'installation d'une unité de production de biochar

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
EQUIPEMENTS, PETITS MATÉRIELS : Broyeur motorisé Fût (100 litres) Bâches Brouettes Sacs Forfait petits matériels : pelle, coupe-coupe, fourche, bottes, seaux, gants	Nombre	01 30 2 3 400 1	1 300 000 10 000 20 000 38 000 300 52 000	1 949 000
ACHAT D'UNE CHARRETTE POUR LE TRANSPORT DES SACS	Nombre	01	1 000 000	1 000 000



DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
RÉMUNÉRATION DES EMPLOYÉS	FCFA/mois	24	50 000	1 200 000
MONTANT TOTAL				4 149 000



Photo 6 : Biochar (Gawel, Diamaré)

4.1.4. Associations culturelles

4.14.1. Présentation de la pratique

L'association culturale consiste à mettre deux ou plusieurs cultures en croissance, simultanément, sur une même parcelle. Intégrant fréquemment une légumineuse, l'association culturale offre de nombreux avantages dont la protection du sol et la fixation biologique de l'azote atmosphérique.

4.14.2. Caractéristiques techniques

La pratique des associations culturales consiste à semer les cultures mises en jeu en lignes alternées ou en poquets alternés voir dans le même poquet (pratiques traditionnelles). Le sol est labouré à la traction animale après une pluie supérieure à 20 mm et les lignes doivent être perpendiculaires à la plus grande pente du terrain. Les densités de semis sont de 80 cm x 40 cm (80 cm entre les lignes, 40 cm sur la ligne) pour la céréale et de 80 cm x 30 (80 cm entre les lignes, 30 cm sur la ligne) pour la légumineuse. L'écartement entre une ligne de céréale et une ligne de légumineuse est de 40 cm. Les plants sont démarés à 2 plants / poquet au premier sarclage. Pour ces associations, le producteur doit respecter la densité connue de chaque culture. Cette pratique est applicable à tout type de sol à l'exception des bas-fonds inondables.

Quelques exemples d'association :

Cas des associations entre cultures vivrières :

La légumineuse est semée à la même période que la céréale de manière à assurer une protection rapide du sol.

- Maïs – Niébé : Deux lignes de maïs + une ligne de niébé (rapport 2/1) ;
- Sorgho – Niébé : Deux lignes de sorgho + une ligne niébé (rapport 2/1) ou rapport 1/1 ;
- Coton – Niébé : Deux lignes de cotonnier + une ligne niébé (rapport 2/1) ou rapport 1/1.

Cas de l'association céréale-légumineuse fertilisante (plante de couverture du sol)

- Céréales : mil, sorgho ou maïs ;
- Légumineuses : *Mucuna pruriens* ou « Mucuna », *Crotalaria retusa* ou « Crotalaire », *Crotalaria juncea*, *Dolichos lablab* ou « Dolique noire »

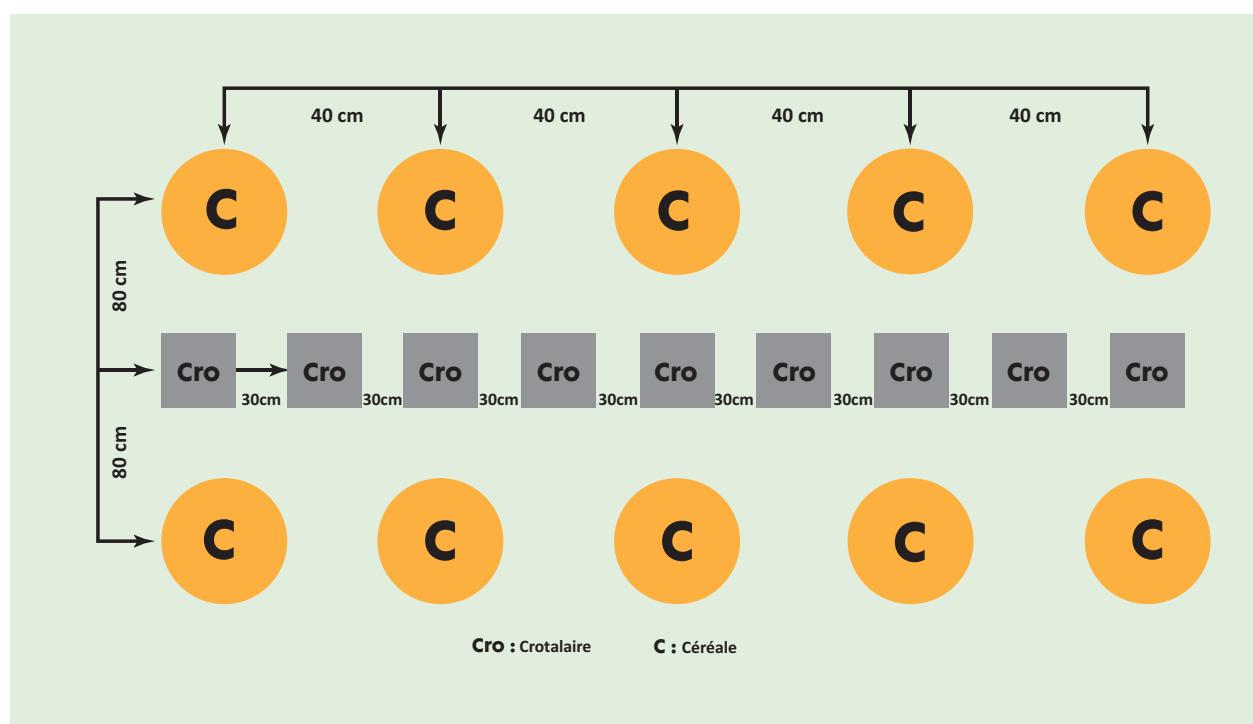
Cas de l'association céréale-plante fourragère (plante de couverture du sol)

- Céréales : mil, sorgho, maïs ou riz pluvial
- Plantes fourragères : *Brachiaria ruziziensis* ; *Eleusine coracana*. *Andropogon gayanus*, *Stylosanthes guianensis*, *Centrosema pascuorum*.

Techniques de réalisation

- Labour 15 jours avant le semis de la céréale (sorgho, mil ou maïs) à 15-20 cm de profondeur ;
- Période de semis de la céréale : 15-30 juin, écartements 80 x 40 cm ;
- Semis direct de la légumineuse au plus tard en juillet ;
- Le semis se fait suivant un écartement entre les semis (de céréales) de 50 cm pour une ligne de *Brachiaria ruziziensis* et 30 cm pour une ligne de *Mucuna pruriens*, *Crotalaria juncea* et la dolique noire (*Dolichos lablab*) (Figure 2). Le *Crotalaria retusa* est semé deux lignes avec un écartement de 30 cm entre les semis ;
- Prévoir 25-30 kg/ha de semences de *Mucuna*, de crotalaire ou de Dolique noire. Semis de 2 graines par poquet et 30-50 kg/ha de semences pour le *Brachiaria* ou l'*Eleusine*

Figure 4 : Installation d'une association de céréale avec une légumineuse fertilisante (plante de couverture)



PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Augmentation de la productivité à l'hectare et réduction des risques liés aux aléas climatiques
- Réduction importante du ruissellement avec une association céréale / légumineuse,
- Apport nutritif grâce à la fixation biologique de l'azote atmosphérique par les légumineuses (niébé, pois d'Angole, mucuna, crotalaire, dolique noire)
- Réduction de l'évaporation de l'eau du sol grâce à sa couverture
- Amélioration de la sécurité alimentaire (diversification des cultures vivrières/ apports nutritionnels plus variés)
- Diversification des revenus possibles avec la vente des bottes de Brachiaria ruziziensis (éclats de souche)(économie)

4.1.4.3. Estimation du coût de réalisation de la pratique

Les coûts sont variables selon les cultures désirées en association. Les trois principaux facteurs ayant un coût sont les suivants :

- L'acquisition des équipements/outils de travail ;
- La rémunération de la main d'œuvre lorsqu'elle n'est pas familiale ;
- L'achat des semences si elles n'ont pas été conservées de la récolte précédente.

Tableau 8 : Coûts estimatifs de l'association culturale pour un hectare (ha)

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA)
ACHAT OU LOCATION DE LA CHARRUE	Nombre	01	30 000	30.000
DABA	Nombre	01	2 000	2.000
FORFAIT POUR LA MAIN D'ŒUVRE	Homme/jour	6	5 000	30 000
ACHAT SEMENCES (MUCUNA, BRACHIARIA, CROTALAIRES, DOLIQUE, CAJANUS)	kg	25-30	5 000	125 000 – 150 000
MONTANT TOTAL				212 000



Photo 7 : Association céréales et plantes de couverture du sol (Sorgho + Crotalaire juncea ; Sorgho et Brachiaria ruziziensis)

4.1.5. Semis direct sous couverture végétale

4.1.5.1. Présentation de la pratique

Les systèmes de cultures en semis direct sous couverture végétale du sol (SCV) sont promus depuis les années 90 dans les régions septentrionales par l'IRAD [34]. Pratique promue dans le cadre de l'agriculture de conservation, un des objectifs du SCV est de remplacer le travail mécanique du sol (labour), par le travail biologique (racines).

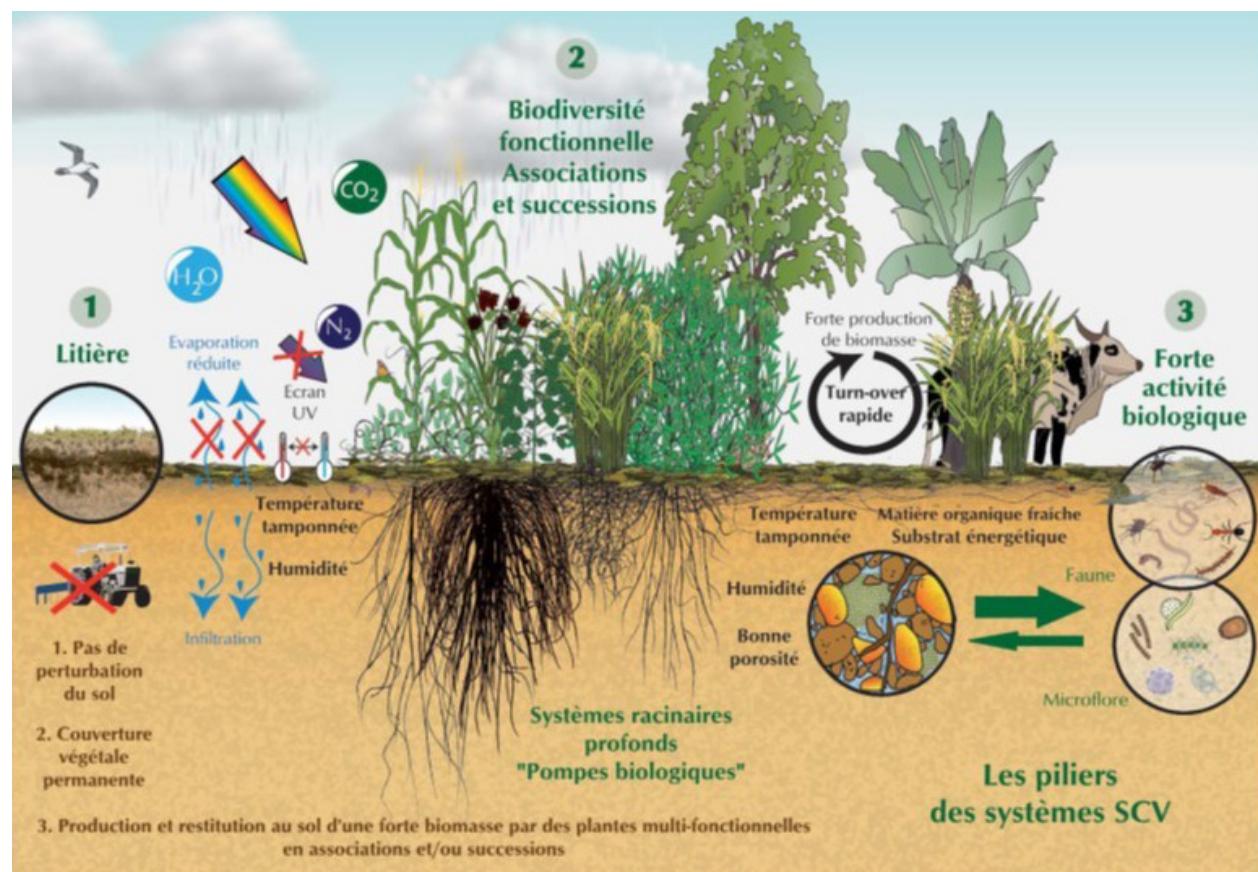
4.1.5.2. Caractéristiques techniques

Dans le cadre d'un SCV, le semis est donc effectué sans labour préalable sur un sol maintenu couvert par l'utilisation d'un mulch (constitué de résidus des cultures principales et de couverture, de déchets organiques, etc.) et/ou d'association avec des plantes de couverture [15, 16,17]³. Pour la mise en œuvre d'un SCV, les conditions suivantes sont nécessaires :

- Un diagnostic agronomique de la parcelle ;
- La disponibilité des plantes de couverture ;
- Une maîtrise technique de la pratique par les acteurs ;
- Une meilleure conservation des résidus de cultures.

Le fonctionnement et les bénéfices attendus d'un SCV sont représentés dans l'illustration suivante.

Figure 5 : Fonctionnement et bénéfices associés au SCV



Source [ProSol/Madagascar]

3 Pour plus d'information : <http://www.agroecologie-scv.org/>

Toutefois, les contraintes socio-culturelles de vaine pâture, de pratique des feux de brousse et d'insécurité foncière sont des défis à relever pour parvenir à une gestion collective du terroir. Les systèmes de polyculture/élevage ou de collaboration entre agriculteurs et éleveurs sont à soutenir.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Réduction des processus d'érosion éolienne et hydrique : ruissellement, effet splash [18, 19]
- Amélioration de l'infiltration et de la rétention de l'eau ainsi que la diminution de l'évaporation à partir du sol [20]
- Contrôle de la minéralisation des éléments nutritifs grâce à la couverture permanente du sol
- Enrichissement de l'horizon de surface en matière organique en augmentant la quantité totale de biomasse produite à l'hectare
- Augmentation de l'activité biologique dans le sol (micro/macro faune) ayant un impact positif sur la structure, son enrichissement en éléments minéraux et sa rétention en eau
- Contrôle de la germination et du développement des plantes adventices
- Réduction du temps de travail alloué à la préparation du sol avant semis
- Diversification des cultures : les plantes de couverture permettent une production complémentaire de grains (sécurité alimentaire et/ou opportunités commerciales)

Tableau 9 : Coûts estimatifs pour l'adoption du semis sous couvert pour un hectare

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
ACHAT DES SEMENCES	Kg	25	5 000	125 000
EQUIPEMENTS, PETITS MATÉRIELS :				
Daba	Nombre	02	2 500	2 500
Coupe-coupe			2 500	2 500
Bottes			5 000	5 000
DEUX OPTIONS POUR LE TRAVAIL :				
Main d'œuvre familiale	Homme/jour	5	0	0
Rémunération de journaliers	Homme/jour		2 500	12 500
MONTANT TOTAL				157 500



Photo 8 : Culture de soja sous couverture végétale (Laf, Mayo-Kani)

4.1.6. Paillage

4.1.6.1. Présentation de la pratique

La technique de paillage ou « mulching » consiste à recouvrir un espace dégradé dans un champ avec une grande quantité de biomasse, paille, feuillage, branchages hachés, résidus de récolte, déchets domestiques, etc. Le paillage a pour objectif de couvrir le sol pour le protéger de l'érosion, et de stimuler l'activité des termites et autres microorganismes du sol afin de casser la croûte superficielle du sol en creusant des galeries sous les paillis.

4.1.6.2. Caractéristiques techniques

La quantité de paillage est décisive pour la réussite de l'action. Il est recommandé de disposer une couche de 2 cm de paille pour avoir un bon effet antiérosif. Cette couche à elle seule n'est pas souvent suffisante pour diminuer la propagation des mauvaises herbes ou la variation journalière de la température du sol.

Compte tenu du temps de travail nécessaire à un bon résultat, il est recommandé, si la biomasse disponible n'est pas suffisante, de préparer seulement une partie du champ plutôt que de mal traiter toute la superficie. En cas de culture en couloir par exemple, il est préférable d'envisager de traiter une bande sur deux. La mise en œuvre de cette pratique exige une très grande quantité de biomasse qui peut être obtenue grâce aux résidus de cultures ou à une plante de couverture

(cf. 4.1.4.). Il est toutefois déconseillé d'utiliser les résidus d'une culture qui sera semée l'année suivante puisque ces résidus peuvent contenir les germes de maladies et de ravageurs associés à cette culture.

La matière organique nécessaire au paillage peut également provenir :

- des bandes de culture en couloir (par exemple les lignes de Cajanus cajan (Pois d'Angole); Mucuna pruriens (Mucuna), Crotalaria juncea et Crotalaria retusa (Crotalaire), Dolichos lablab (Dolique noire), et Brachiaria ruziziensis (Brachiaria) ;
- des haies vives ;
- de la fauche des hautes herbes situées dans les zones limitrophes à la parcelle cultivée.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Augmentation des rendements agricoles grâce à l'apport de matière organique
- Réduction des processus d'érosion éolienne et hydrique : ruissellement, effet splash [21, 22]
- Amélioration de l'infiltration et de la rétention de l'eau dans le sol [23]
- Enrichissement de l'horizon de surface en matière organique
- Augmentation de l'activité biologique dans le sol (micro/macro faune) ayant un impact positif sur la structure [24 ; 25]
- Technique séculaire, rentable et à faible coût.

4.1.6.3. Estimation du coût de réalisation de la pratique.

Tableau 10 : Coûts estimatifs de la pratique du paillage sur un hectare (ha)

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
ACHAT DES SEMENCES	Kg	25	5 000	125 000
EQUIPEMENTS, PETITS MATÉRIELS : Faucilles Coupe-coupe Fourche	Nbre	10 5 1	650 2 500 5 000	6 500 12 500 5 000
LOCATION D'UNE CHARRETTE POUR LE TRANSPORT DE LA PAILLE OU DES RÉSIDUS DE RÉCOLTE	Nbre	01	5 000	5 000
DEUX OPTIONS POUR LE TRAVAIL : Main d'œuvre familiale Rémunération de journaliers	Homme/jour	5	0	0
	Homme/jour		2 500	12 500
MONTANT TOTAL				166 500

4.1.7. Aménagement et enrichissement de parcours de bétail

4.1.7.1. Présentation de la technique

Les parcours de bétail sont les corridors qui sont empruntés par les troupeaux dans leurs déplacements dans les zones agropastorales de plusieurs villages voire de la sous-régions (Cameroun, Nigeria, Tchad). Ces parcours relient généralement les pâturages, les points d'eau et les zones de parage.

4.1.7.2. Caractéristiques techniques

La délimitation des parcours avec des pierres et / ou par la plantation d'arbres sélectionnés est réalisée par les exploitants agricoles locaux. Les espèces communément utilisées sont : *Euphorbia balsamifera*, *Jatropha curcas*, *Acacia spp.* (*A. nilotica*, *A. senegal*), et *Faidherbia albida*. La qualité des pâturages peut être améliorée par le semis ou l'installation d'éclats de souches d'espèces appréciées par le bétail comme le Brachiaria. La disponibilité et le prix encore élevé des semences (3 000 FCFA/kg pour le Brachiaria) limitent les possibilités d'enrichissement des parcours sur de grandes superficies [36].

Des comités de gestion au niveau communautaire élaborent les règlements pour la gestion des couloirs de passage (entretien et protection de la végétation). La protection des plants est, pour partie, assurée par des branches mortes (au stade initial). Cette option est une solution durable pour éviter ou désamorcer les conflits entre agriculteurs et éleveurs.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Conservation et enrichissement d'espaces enherbés dédiés au pâturage
- Réduction des conflits entre agriculteurs et éleveurs grâce à cette spécialisation de l'espace
- Canalisation du bétail contribuant à une meilleure gestion de l'espace
- Enrichissement de l'horizon de surface en matière organique
- Augmentation de l'activité biologique dans le sol (micro/macro faune) ayant un impact positif sur la structure
- Technique séculaire, rentable et à faible coût.



Photo 9 : Bétail en pâture dans un parcours

Tableau 11 : Coûts estimatifs de l'enrichissement d'un parcours de bétail (ha)

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
ACHAT D'ÉCLATS DE SOUCHE (<i>B. ruziziensis</i>)	botte	100	100	10 000
ACHAT DES PLANTS (<i>Jatropha curcas, Acacia spp.</i>)	Nbre	260	300	78 000
EQUIPEMENTS, PETITS MATÉRIELS : Daba Coupe-coupe Pics ou pioches	Nbre	2 5 5	5 000 2 500 3 000	10 000 12 500 15 000
Location d'une charrette pour le transport des bottes et des plants	Nbre	03	5 000	15 000
DEUX OPTIONS POUR LE TRAVAIL : Main d'œuvre familiale Rémunération de journaliers	Homme/jour	5	0	0
	Homme/jour	5	2 500	12 500
MONTANT TOTAL				153 000

4.1.8. Utilisation maîtrisée des feux précoces

4.1.8.1. Présentation de la pratique

La pratique des feux précoces consiste à brûler préventivement des espaces prédéfinis ou des « bandes d'arrêt », appelées également pare feu, afin de stopper la progression des feux de brousse qui pourraient se déclarer plus tardivement pendant la saison sèche et engendrer des dégâts importants. Les feux précoces permettent aussi de hâter la repousse de la végétation herbacée afin de mieux alimenter le bétail. A l'échelle d'un territoire villageois, l'objectif est de constituer un réseau préventif de pare-feu qui protège tout à la fois de grandes surfaces dans le paysage (espaces sylvopastoraux, collines par exemple) et, plus particulièrement, les habitations, les champs, les réserves fourragères, les reboisements et les vergers.

4.1.8.2. Caractéristiques techniques

Ces feux précoces sont réalisés en début de saison sèche afin de brûler partiellement la strate herbacée quand la dessication de la savane est partielle (hautes herbes encore humides). L'optimum recherché, est d'allumer sans que les feux ne prennent de l'ampleur afin de les maîtriser aisément. Pour ce faire, des travaux préparatoires sont à réaliser par les villageois. La mise à feu est généralement réalisée en fin d'après-midi en prenant en compte la topographie du terrain, le vent dominant ainsi que la quantité de biomasse / combustible. De petits équipements (râteaux, fourches, arrosoirs, bidons d'eau) sont mobilisés par les villageois afin de rassembler la biomasse, contrôler la progression des feux et éteindre les braises à la fin de l'opération.

La paille est un matériau fréquemment utilisé dans les villages (alimentation du bétail, toitures, vannerie par exemple). Avant d'allumer les feux, la biomasse valorisable est soustraite, soit transportée au village soit rassemblée hors de la bande à incinérer. Seuls les rémanents (combustibles inintéressants pour le village) sont brûlés.

En général, afin d'orienter les paysans dans la réalisation des feux précoces, une date butoir d'intervention est notifiée, annuellement et officiellement, par les services techniques compétents en fonction du degré de dessiccation de la végétation.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Maintien d'une couverture minimale du sol (ligneux et herbacées) permettant de lutter contre l'érosion hydrique et éolienne
- Disponibilité de matière organique (pailles) pour les SCV, le compostage, le mulching,...
- Disponibilité et possibilité de valorisation économique de la paille évacuée avant la mise à feu comme matière première pour des usages ruraux : toitures, artisanat-vannerie,..
- Alternative à l'interdiction totale des feux dont l'application est très compliquée
- Contribution à la repousse des graminées pérennes pour l'alimentation du bétail
- Réduction significative des émissions de gaz à effet de serre
- Préservation du patrimoine et des terroirs,

4.1.8.3. Coûts associés

Les coûts estimatifs pour l'acquisition du matériel de lutte préventive utilisant la pratique des feux précoces fractionnés pour équiper une brigade réunissant une vingtaine de villageois s'élève à six cent seize mille francs CFA, soit environ 940 Euros.

Tableau 12 : Coûts d'équipement d'une brigade dans le cadre de feux précoces fractionnés

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE (EN FCFA)	MONTANT TOTAL (EN FCFA)
MANCHES EN BOIS RÉSISTANTS	Nombre	40	<i>A la charge des communautés</i>	
MACHETTES	Nombre	20	<i>A la charge des communautés</i>	
FAUCILLES IMPORTÉES	Nombre	10	2.500	25.000
FAUCILLES FORGÉES LOCALES	Nombre	10	650	6 500
LIMES	Nombre	10	1 100	11 000
RÂTEAUX RENFORCÉS FORGÉS	Nombre	20	3 250	65 000
CROC TROIS DENTS FORGÉS	Nombre	6	2 500	15 000
FOURCHES	Nombre	6	3 000	18 000
SOUS-TOTAL « EXTRACTION BIOMASSE »				140 500
BIDONS (20 LITRES)	nbre	20	2 500	50 000
ARROSOIRS (11 LITRES)	nbre	10	6 000	60 000
PAIRE DE GANTS	nbre	10	2 000	20 000
SOUS-TOTAL « TRANSPORT ET VALORISATION BIOMASSE »				616 000



Photo 10 : Mise à feu de la biomasse herbacée et vue d'ensemble d'une bande d'arrêt

4.1.9. Fenaision

4.1.9.1. Présentation de la pratique

La fenaision consiste en la coupe et le séchage de l'herbe fauchée, puis de la récolte et du stockage de ce fourrage herbeux en vue de le destiner à l'alimentation du bétail pendant la période sèche. Technique traditionnelle en milieu tempéré, la fenaision est moins fréquente en milieu tropical du fait de la vaine pâture. Cette activité est souvent associée à la semi-stabulation des animaux, de plus en plus souvent pratiquée du fait des diverses pressions pour l'occupation des terres.

4.1.9.2. Caractéristiques techniques

La pratique de la fenaision est réalisée à l'aide de coupe-coupe ou de fauilles. Une fois séché sur le lieu de coupe, le fourrage est regroupé et empilé à la main ou à l'aide d'une fourche. Le stockage du fourrage est généralement réalisé en hauteur (dans un arbre ou sur des toits) afin d'éviter sa consommation par les animaux d'élevage en divagation. Dans certains villages, des hangars à foin ont été construits avec l'appui de la SODECOTON. La qualité du fourrage peut être améliorée par la culture de *Brachiaria ruziziensis*.

La fenaision est également une option permettant de protéger les reboisements, les mises en défens, les terroirs villageois contre les feux de brousse (cf. 4.1.8) en diminuant la masse combustible, tout en rapportant des revenus financiers additionnels aux communautés. Ses principaux impacts sont mentionnés dans la tableau suivant :

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Disponibilité de fourrage pour l'alimentation du bétail parqué ou mis en stabulation
- Disponibilité et possibilité de valorisation économique de cette matière première pour des usages ruraux : alimentation du bétail, toitures, artisanat-vannerie,...
- Protection des reboisements, des mises en défens, des terroirs villageois contre les feux de brousse
- Réduction de l'intensité des feux du fait de la réduction de la biomasse combustible
- Réduction significative des émissions de gaz à effet de serre
- Préservation du patrimoine et des terroirs.

4.1.9.3. Coûts associés

Tableau 13 : Coûts estimatifs de la pratique de la fenaision sur un hectare de savane arborée

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
EQUIPEMENTS, PETITS MATÉRIELS :				
Faucille	Nbre	10	650	6 500
Coupe-coupe		5	2500	12 500
Fourche		2	5000	10 000
Chevalet traditionnel		3	3000	9 000
LOCATION D'UNE CHARRETTE POUR LE TRANSPORT DE LA PAILLE	Nbre	02	5 000	10 000
DEUX OPTIONS POUR LE TRAVAIL :				
Main d'œuvre familiale	Homme/jour	5	0	0
Rémunération de journaliers	Homme/jour	5	2 500	12 500
MONTANT TOTAL				60 500

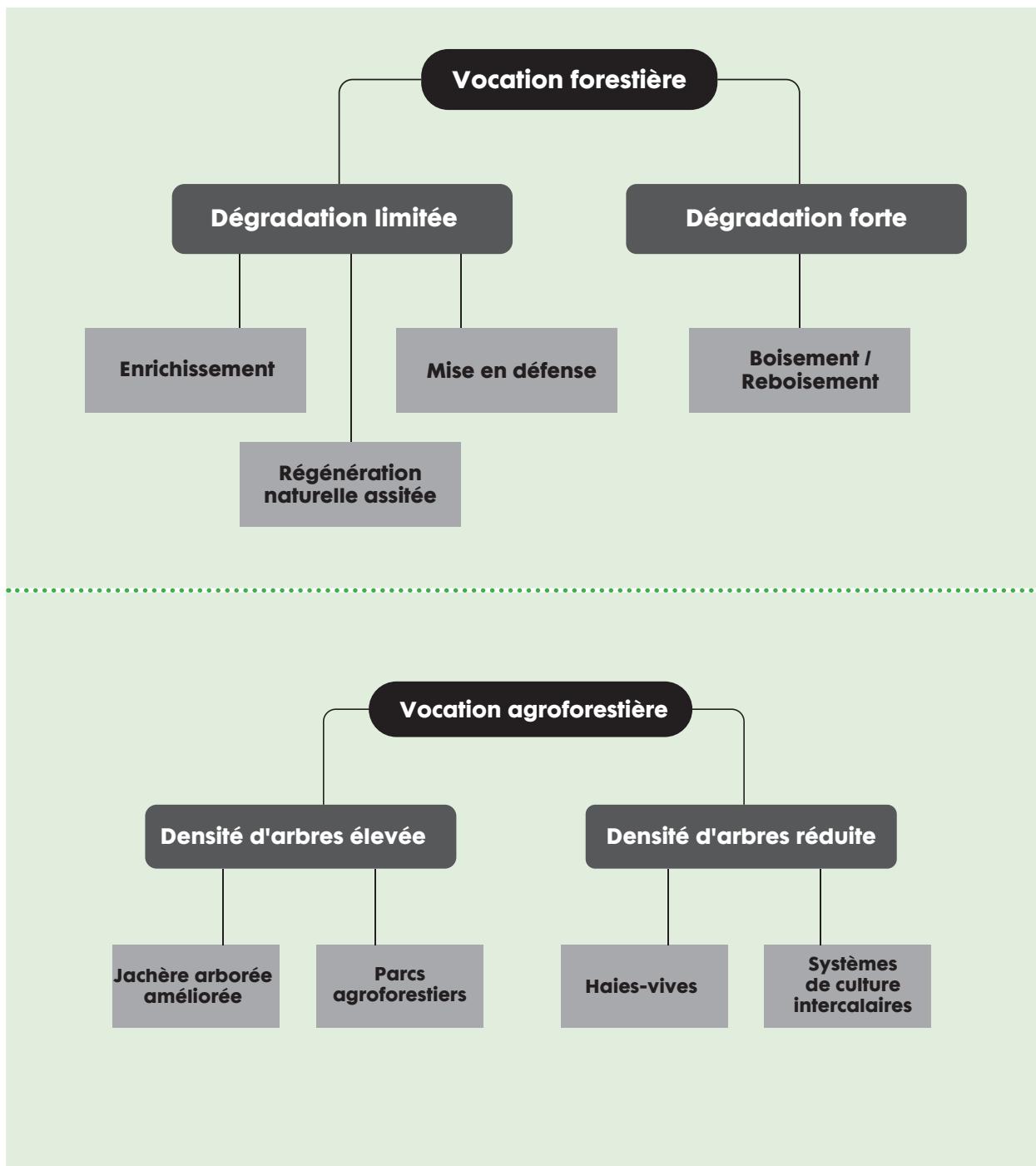


Photo 11 : Pesées de fourrage / Vente de botte de paille pour toiture

4.2. Sur les terres forestières et agroforestières

Cette seconde catégorie concerne les terres à vocation forestière (permanente et/ou non permanente) ainsi que les espaces cultivés conservant une strate arborée significative. Dans les régions septentrionales du Cameroun, plusieurs techniques ont été et sont encore pratiquées. En fonction de la vocation principale de l'espace considéré et de son niveau de dégradation, différentes techniques sont envisageables. Le schéma suivant permet d'apprécier le classement des options de restauration.

Tableau 14 : Hiérarchisation des options de restauration sur les terres forestières et agroforestières



4.2.1. Enrichissement

4.2.1.1. Présentation de la technique

L'enrichissement est une technique de reboisement visant à augmenter la diversité floristique d'une forêt à travers l'introduction d'espèces locales par voie de plantation. Elle est réalisée dans les formations forestières naturelles fortement dégradées et appauvries en espèces. Les espèces forestières replantées varient en fonction des objectifs de la forêt : production de bois d'œuvre, de service, d'énergie, de PFNL ou reconstitution d'une biodiversité plus importante.

4.2.1.2. Caractéristiques techniques

La technique est utilisée dans les forêts naturelles en place mais qui, contrairement aux forêts faisant l'objet d'une mise en défens, ont perdu beaucoup de leur diversité floristique. Comme pour le reboisement, le choix des objectifs (principal et secondaires) de gestion future du massif forestier va conditionner le choix des espèces à planter et l'itinéraire technique à suivre.

L'enrichissement peut être réalisé sur l'entièreté ou sur une partie seulement de la forêt. Il est réalisé à de plus forts écartements : de 5 à 10 m sur la ligne et de 5 à 10 m entre les lignes. Dans le cadre de la mise en œuvre d'un plan d'aménagement forestier (ou d'un plan simple de gestion), il est préférable de l'échelonner sur la durée de la rotation.

Les principales étapes pour la réalisation d'un enrichissement sont :

- L'identification et la délimitation (sommaire) de la forêt ou de la portion de forêt à enrichir ;
- La définition de(s) l'objectif(s) de l'enrichissement ;
- Le choix des espèces à planter et le lancement de la préparation des plants en pépinière ;
- La préparation de la parcelle à planter (piquetage, trouaison) ;
- L'acquisition de plants de qualité et leur mise en terre ;
- La sécurisation de la parcelle contre les feux de brousse et le bétail en divagation ;
- Les entretiens éventuels et le suivi post-plantation.

Les paramètres suivants doivent faire l'objet d'une attention particulière :

- **Le calendrier de réalisation** d'une plantation forestière est parfaitement concordant avec les travaux champêtres. En l'absence d'une bonne planification par anticipation, cela peut créer quelques problèmes de disponibilité de la main d'œuvre et constituer une contrainte majeure. La réussite d'une plantation d'enrichissement nécessite donc de concilier les calendriers agricole et sylvicole. Il est parfois préférable de réaliser les plantations sur des surfaces raisonnables au regard de la main d'œuvre mobilisable mais de les échelonner d'année en année. La plantation doit être réalisée le plus tôt possible dès que les pluies sont installées de manière à bénéficier d'une période de végétation suffisamment longue.
- **L'acquisition de semences et de plants de qualité** : les espèces retenues doivent être adaptées aux conditions pédoclimatiques de la zone tout en considérant l'évolution du changement climatique. Les origines des semences forestières doivent être connues et suffisamment diversifiées (prélevées sur un minimum de 20 semenciers). A la plantation, les plants doivent être de bonne taille (au moins 20 à 30 cm de hauteur), et suffisamment vigoureux.
- **Le suivi des plantations** concerne à la fois les entretiens et le suivi de la croissance et de la mortalité des plants des différentes espèces installées. Les entretiens sont réalisés pour entraver la concurrence de la végétation herbacée. Ils peuvent être réalisés sur 3 années quand la concurrence herbacée est forte. Ils concernent aussi les pares-feux et la mise en place d'une protection des plants quand ceux-ci peuvent être menacés par les feux courants ou le bétail.

Un échantillonnage des plants introduits est mesuré chaque année (à date fixe) pour déterminer la croissance et la mortalité des différentes espèces. Ces mesures peuvent parfois paraître fastidieuse mais c'est le seul moyen efficace d'assurer un bon suivi des parcelles plantées.

En fin de première année, si une mortalité trop importante est détectée chez certaines espèces, un regarnissage peut être réalisé.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Reconstitution d'un couvert végétal diversifié et réduction des processus d'érosion du sol ;
- Modifications favorables des conditions pédoclimatiques et restauration progressives des sols et de leurs horizons humifères
- Augmentation du stock de carbone dans le sol et la végétation ligneuse
- Augmentation de la superficie forestière favorable à la biodiversité et la faune sauvage ;
- Sécurisation de l'approvisionnement en bois énergie, bois de service voire bois d'œuvre ainsi qu'en produits forestiers non ligneux et fourrage
- Opportunités économiques pour les ménages ruraux avec la commercialisation, de l'ensemble ou d'une partie, des produits forestiers collectés

4.2.1.3. Estimation du coût de réalisation

Le présent coût est estimé pour une plantation d'une densité moyenne de 200 plants à l'hectare (écartement de 10m x 10m). Cette densité peut varier en fonction de l'objectif de l'enrichissement et de l'état de dégradation du massif.

Tableau 15 : Coûts d'installation d'un hectare de plantation d'enrichissement en zone de savane sèche

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
TRAVAUX PRÉPARATOIRES: Piquetage Trouaison	Forfait	1	15 000	15 000
ACHAT DES PLANTS	Nbre	200	250	50 000
Location d'une charrette pour assurer le transport des plants	Nbre	01	5 000	5 000
Regarnis	Nbre	40	350	14 000
DEUX OPTIONS POUR LE TRAVAIL : Engagement bénévole Rémunération de journaliers	Homme/jour	12	0	0
	Homme/jour	12	2 500	30 000
MONTANT TOTAL				114 000

4.2.2. Régénération naturelle assistée

4.2.2.1. Présentation de la technique

La Régénération Naturelle Assistée (RNA) est une approche agroforestière dont le but est de provoquer ou de stimuler la régénération naturelle d'espèces ligneuses à buts multiples et / ou leur développement et leur intégration dans l'espace agricole (champ) ou forestier. Cette pratique consiste à favoriser, protéger et à entretenir le développement des espèces locales à valeur économique, biologique, sociale et culturelle reconnue par les populations par leur protection et leur entretien *in situ*. [26].

4.2.2.2. Caractéristiques techniques

La pratique de la régénération naturelle assistée (RNA) s'effectue en trois phases :

- Le repérage et la sélection des plantules ou rejets les plus robustes à protéger ;
- La coupe des rejets non sélectionnés et la protection des plantules/rejets sélectionnés ;
- L'entretien et l'élagage annuel des tiges sélectionnées.

Dans les régions septentrionales, les espèces les plus prisées par les paysans sont : *Faidherbia albida*, *Acacia nilotica*, *Acacia senegal*, *Balanites aegyptiaca*, *Tamarindus indica*, *Ziziphus mauritiana*, *Vitellaria paradoxa*, *Adansonia digitata*, *Azadirachta indica*. L'objectif est de parvenir à une densité de 16 à 20 pieds par hectare à l'âge adulte.

La réussite d'une RNA nécessite une bonne connaissance de la biologie et de la phénologie des espèces arborées choisies par les paysans. La diffusion de la pratique exige le renforcement des capacités des paysans et la promotion de visites d'échanges entre paysans.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Enrichissement du couvert végétal (strates arbustive et arborée)
- Contribution à la protection des sols contre les processus d'érosion hydrique et éolienne
- Réduction des risques de stress hydrique
- Augmentation de la disponibilité en produits forestiers (bois de feu, fruits, feuilles,...)
- Contribution à la conservation de la biodiversité (nbre d'espèces à l'ha) [3]
- Amélioration de la fertilité par transfert vertical (litière/feuilles des arbres) et apports nutritifs grâce à la fixation biologique de l'azote atmosphérique par les légumineuses (*Faidherbia albida* par ex.)
- Augmentation de la capacité de séquestration en carbone des systèmes agraires
- Technique séculaire, rentable et à faible coût.

4.2.2.3. Estimation du coût de réalisation

Le coût est limité puisqu'il s'agit principalement de protéger et d'accompagner la dynamique végétative des futurs arbres. Les équipements et matériels nécessaires se limitent à ceux détenus par le paysan. Aucun investissement additionnel n'est indispensable.

Tableau 16 : Coût estimatifs de la réalisation de la régénération naturelle assistée sur un ha

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
EQUIPEMENTS, PETITS MATÉRIELS : Coupe-coupe Fourche	Nbre	5 1	2500 5000	12 500 5000
LOCATION D'UNE CHARRETTE	Nbre	01	5000	5000
DEUX OPTIONS POUR LE TRAVAIL : Main d'œuvre familiale Rémunération de journaliers	Homme/jour	5	0	0
	Homme/jour		2 500	12 500
MONTANT TOTAL				30 000



Photo 12 : Régénération naturelle assisté par le paysan (Gayak, Diamaré)

4.2.3. Mise en défens

4.2.3.1. Présentation de la technique

La mise en défens est une pratique qui consiste à soustraire un espace à toute forme d'exploitation, pendant une période donnée, dans le but de permettre la reproduction naturelle des herbacées et la croissance des arbres. La zone mise en défens peut être soit clôturée (barrière) ou ouverte (sous contrôle ou surveillance afin de minimiser la venue du bétail). Elle est principalement appliquée pour la réhabilitation des espaces forestiers et sylvopastoraux possédant encore une certaine diversité en espèces et aptes à se régénérer par voies naturelles.

4.2.3.2. Caractéristiques techniques

Les étapes de la mise en défens d'une parcelle sont les suivantes :

- Concertation au sein du village sur les buts de la mise en défens ;
- Identification de façon consensuelle de la taille et des limites de la zone à mettre en défens ;
- Définition de façon consensuelle des règles (code de conduite) à respecter par tous pour que la mise en défens soit effective, comment celle-ci va être gérée et combien de temps ;
- Mise en place d'un comité villageois ou inter-villageois (si nécessaire) chargé de la surveillance

La mise en défens se fait par cheminement des limites afin d'avoir une idée de l'emprise spatiale, la matérialisation des limites, l'information et la décision consensuelle avec les communautés de la fermeture de l'espace à toute utilisation. Enfin, la surveillance de l'espace. Il peut être également nécessaire de réaliser des pâres-feux pour protéger la mise en défense contre les feux de brousse. La réussite de la technique nécessite une maîtrise de l'espace à protéger (tenure foncière) et le consensus des groupes communautaires sur le respect des règles de protection arrêtées pendant la période retenue.

4.2.3.3. Points particuliers

Les communautés doivent mettre en place un Comité de Gestion dynamique et fonctionnel ; Fixer par consensus des règles de protection et de surveillance de la ressource ; Avoir nécessairement une cohésion des acteurs autour du consensus sur la préservation de la mise en défens ; L'insuffisance des terres cultivables limite la capacité des communautés villageoises à dégager des zones pour des mises en défens ; L'absence d'une vision claire sur comment les produits et avantages générés par la mise en défens vont être gérés par la suite est souvent source de démotivation des certains groupes sociaux professionnels ; La divagation des animaux, les feux de brousse et la faible capacité organisationnelle des populations constituent de potentiels obstacles.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Reconstitution du couvert végétal naturel, augmentation du taux de couverture du sol
- Contribution à la protection des sols contre les processus d'érosion hydrique et éolienne
- Augmentation de la disponibilité en produits forestiers (bois de feu, fruits, feuilles,...) et en services écosystémiques (fourrage, ombre, ...)
- Augmentation de la capacité de séquestration en carbone
- Technique séculaire, rentable et à faible coût.

4.2.3.4. L'estimation du coût de réalisation de la pratique

En considérant une zone sylvopastorale de deux (2) hectares à mettre en défens, les coûts suivants peuvent être estimés.

Tableau 17 : Coût estimatifs d'une mise en défens par hectare

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
PETITS MATÉRIELS POUR L'OUVERTURE DES PARES-FEUX ET LA MATÉRIALISATION DU PÉRIMÈTRE À LA PEINTURE Coupe-coupe Fourche Peinture + pinceaux	Nombre	10 5 1	2 500 5 000 12 500	25 000 25 000 12 500
CLÔTURE EN FILS DE FER BARBELÉS OU AVEC UNE HAIE MORTE DOUBLÉE D'UNE HAIE VIVE	Forfait	1	300 000	300 000
DEUX OPTIONS POUR LA SURVEILLANCE : Engagement bénévole Indemnisation surveillants (2)	Jour/an FCFA/mois	104 8x2	0 5 000	0 80 000
MONTANT TOTAL				442 500



Photo 13 : Espace mis en défens par un paysan (Magouala, canton de Kossewa, Diamaré)

4.2.4. Boisement/Reboisement

4.2.4.1. Présentation de la technique

Le reboisement est une opération consistant à reconstituer ou à restaurer, par plantation d'arbres ou par semi direct, le couvert végétal ligneux d'une zone donnée. En fonction des objectifs visés, on distingue plusieurs types de reboisement : en plein [découvert] ou sous couvert, pur ou en mélange, forestier ou agroforestier.

4.2.4.2. Caractéristiques techniques

Le choix des objectifs (principal et secondaires) du reboisement est une étape importante et constitue un préalable à toute activité sur le terrain. Il conditionne i) le choix des espèces à

planter, ii) le type de reboisement à réaliser ainsi que iii) l'itinéraire technique à suivre. En 2018, un manuel a été élaboré dans le cadre du projet ProPFE pour documenter ces différents itinéraires en zone de savane sèches [Cf.12].

Les principales étapes pour la réalisation d'un reboisement sont :

- L'identification, la caractérisation et la préparation de la parcelle à planter,
- La sécurisation de la parcelle contre les feux de brousse et le bétail en divagation ;
- La production ou l'acquisition de jeunes plants (ou acquisition des semences forestières) de qualité
- Le piquetage, la trouaison et la mise en terre des plants ;
- Le suivi post-plantation.

Les paramètres suivants doivent faire l'objet d'une attention particulière :

- La forte **demande en main d'œuvre** dès le début de la saison des pluies est une contrainte majeure à considérer. La réussite d'un reboisement nécessite de concilier les calendriers agricole et sylvicole. Deux adaptations peuvent être pertinentes : 1- réaliser des plantations sur des surfaces raisonnables au regard de la main d'œuvre mobilisable par les ménages et/ou 2- mécaniser une partie des actions de préparation du sol (labour, trouaison par exemple).
- L'acquisition de **semences et de plants de qualité** : le capital végétal doit être adapté aux conditions pédoclimatiques de la région tout en considérant l'évolution du changement climatique. L'origine des semences forestières doit être connue et les plants suffisamment vigoureux dès le début de la saison des pluies
- La **propriété foncière de la parcelle**, ou tout au moins sa mise en valeur, doit être précisées afin d'éviter toutes contestations lors de la plantation ou lors de l'exploitation à venir,
- Le **suivi des plantations** est trop souvent limité à la première année. Pour assurer la réussite d'un reboisement, des actions d'entretien ou de surveillance sont nécessaires au cours de trois voire cinq premières années (entretien des pares-feux autour de la parcelle reboisée et des protections de plants contre le bétail par exemple).

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Reconstitution du couvert végétal et réduction des processus d'érosion du sol ;
- Modifications favorables des conditions pédoclimatiques et restauration des vertisols déstructurés et compactés (hardés)
- Augmentation du stock de carbone dans le sol et la végétation ligneuse
- Augmentation de la superficie forestière favorable à la biodiversité et la faune sauvage ;
- Réduction de la pression sur les formations naturelles.
- Sécurisation de l'approvisionnement en bois énergie, bois de service voire bois d'œuvre ainsi qu'en produits forestiers non ligneux et fourrage
- Opportunités économiques pour les ménages ruraux avec la commercialisation, de l'ensemble ou d'une partie, des produits forestiers collectés

4.2.4.3. Estimation du coût de réalisation

Le présent coût est estimé pour une plantation d'une densité de 625 plants à l'hectare pour un écartement de 4 m x 4 m.

Tableau 18 : Estimation du coût d'installation d'un hectare de plantation forestière en zone de savane sèche

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	SUR TERRES AGRICOLES (EN F.CFA)	SUR TERRES INDURÉES (EN F.CFA)
Préparation manuelle du terrain	139 200	181 200
Matériels requis pour la préparation du terrain	49 000	77 200
Achat des plants, transport et mise en terre	200 600	457 815
Regarnis de plantation	6 200	10 265
Entretien de la première année	388 000	373 000
COÛT TOTAL PAR HECTARE	783 000	1 099 480
COÛT TOTAL ARRONDI PAR HECTARE	800 000	1 100 000

Source : [Cf.12]

Année n**Année n+2****Photo 14 : Parcille privée reboisée dans la Mayo Kani**

4.2.5. Jachère arborée améliorée

4.2.5.1. Présentation de la technique

Dans la région de l'Extrême-Nord du Cameroun, la jachère est une pratique ancestrale qui consiste à laisser une parcelle cultivée au repos durant plusieurs années. Par le passé, cette durée variait entre 5 et 10 ans. Cependant, avec la pression démographique et le manque de terres cultivables, la jachère est de moins en moins pratiquée.

Le terme « améliorée » se justifie par des interventions humaines accélérant le cycle naturel de reconstitution de la fertilité dans le but de réduire la durée de la jachère. Deux grands types de jachère améliorée sont distingués :

- La jachère améliorée arbustive : de courte durée (1 à 2 ans), elle associe une culture annuelle et des arbustes à croissance rapide, fixateurs d'azote, en vue d'accélérer la restauration de la fertilité du sol, de réduire la période de jachère et d'améliorer la production des cultures annuelles [28, 35].
- La jachère améliorée arborée : de moyenne (4 à 7 ans) voire de longue durée (10 à 15 ans), elle repose sur l'installation d'une ou plusieurs espèces d'arbres fixateurs d'azote ou non. Elle permet d'accélérer la restauration de la fertilité du sol, de lutter contre l'érosion et/ou d'obtenir divers produits (fruits, fourrage, gomme, bois) tout en augmentant la teneur en carbone dans le sol [33].

4.2.5.2. Caractéristiques techniques

Les espèces utilisées dans la jachère améliorée arbustive ou arborée sont généralement des légumineuses c'est-à-dire des ligneux fixateurs d'azote. Pour la **jachère améliorée arbustive**, nous pouvons citer *Cacanus cajan*, *Calliandra calothrysus*, *Gliricidia sepium* et *Tephrosia spp.*. En ce qui concerne la **jachère améliorée arborée**, les espèces telles que *Leucaena leucocephalla*, *Faidherbia albida*, *Acacia Senegal* et *A. polyacantha*, *Senna siamea* et *Prosopis africana*, sont les plus recommandées. Toutes ces espèces se caractérisent par i) leur croissance rapide, ii) leur capacité à produire une grande quantité de feuilles et de bois, iii) leur système racinaire profond et iv) leur grande capacité d'adaptation aux conditions locales du sol et du climat.

Après la récolte des cultures vivrières, les espèces améliorantes ou légumineuses sont laissées en champs pendant la période de jachère. Pendant cette période de jachère, les arbres ou les arbustes utilisent leur important système racinaire pour absorber de grandes quantités d'éléments nutritifs dans les couches inférieures du sol en même temps qu'ils fixent l'azote atmosphérique. Ces éléments nutritifs puisés dans les couches profondes du sol et dans l'atmosphère retournent ensuite à la surface du sol et améliorent la fertilité du sol à travers la chute des feuilles, la décomposition des racines et des branches.

Points particuliers

- Dans certaines zones surpeuplées, la pression humaine et animale sur les terres permet difficilement de libérer des terres pour la pratique de la jachère,
- La bonne application de la jachère arborée passe par la formation et la sensibilisation des paysans notamment pour le choix et le mode de gestion des espèces légumineuses,
- La disponibilité des plants forestiers peut être réduite du fait d'une production réduite dans les pépinières privées et villageoises existantes ;
- La sécurisation des droits fonciers, ou tout au moins d'usage des terres, est impérative pour assurer l'investissement des paysans sur les parcelles mises en jachère.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Reconstitution du couvert végétal et réduction des processus d'érosion du sol ;
- Modifications favorables des conditions pédoclimatiques (porosité, infiltration de l'eau,...);
- Augmentation du stock de carbone dans le sol et la végétation ligneuse
- Augmentation des rendements de la culture vivrière associée tout en réduisant le recours aux engrains chimiques et, de ce fait, les coûts de production surtout pour les petits producteurs agricoles de vivriers
- Amélioration de la porosité du sol en surface et l'effet sur la macrofaune invertébrée du sol ;
- Sécurisation de l'approvisionnement en bois énergie, bois de service voire bois d'œuvre ainsi qu'en produits forestiers non ligneux (gommes) et fourrage
- Réduction de la pression anthropiques sur les formations naturelles (prélèvement bois de feu)
- Opportunités économiques pour les ménages ruraux avec la commercialisation, de l'ensemble ou d'une partie, des produits forestiers collectés
- Augmentation des rendements agricoles lors de la prochaine mise en culture de la parcelle
- Valeur esthétique et paysagère

4.2.5.3. Estimation du coût de réalisation de la pratique

Tableau 19 : Coûts estimatifs pour la pratique de la jachère arborée améliorée pour un hectare.

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
ACHAT DES PLANTS (ACACIA SSP)	Nbre	900	300	260 000
FORFAIT PETITS MATÉRIELS : pelle, coupe-coupe, arrosoir, fourche, bottes, seaux, gants	Nbre	01		52 000
Location charrette pour le transport des plants	Nbre	4	5 000	20 000
DEUX OPTIONS POUR LE TRAVAIL : Main d'œuvre familiale Rémunération de journaliers	Homme/jour	5	0	0
	Homme/jour	8	2 500	20 000
MONTANT TOTAL				352 000



Photo 15 : Jachère améliorée à Cajanus cajan et parcelle cultivée après exploitation des Leucaena leucocephalla (droite), (Laf, Mayo-Kani)

4.2.6. Parcs agroforestiers multifonctionnels

4.2.6.1. Présentation de la technique

Les parcs agroforestiers sont des systèmes de production associant des cultures annuelles (coton, mil, sorgho, maïs,...) et des arbres ou arbustes dont la conservation offre des biens (fruits, fourrage, bois de feu) ou des services (ombrage, fertilisation) aux paysans. Ils permettent de valoriser au mieux les espaces de culture et de diversifier les productions sur une même parcelle.

4.2.6.2. Caractéristiques techniques

Les systèmes agroforestiers sont caractérisés par la diversité des espèces qui les composent et indirectement par la variété des produits qu'ils fournissent. On distingue les parcs mono-spécifiques et les parcs plurispécifiques :

- Les parcs mono-spécifiques se caractérisent par la prédominance d'une espèce ligneuse. Les plus fréquents sont les parcs à Faidherbia albida. On retrouve aussi des parcs mono-spécifiques à Vitellaria paradoxa, à Parkia biglobosa, à Daniellia olivieri, à Hyphaene thebaica, à Borassus aethiopum, etc.

- Les parcs plurispécifiques comportent plus de deux espèces ligneuses sans prédominance d'une espèce précise. La plupart des arbres ou arbustes composant ce système proviennent d'une régénération naturelle assistée (Cf. 4.2.1).

Afin de favoriser une gestion à long terme de ce système de production, le promoteur doit protéger les jeunes plantules issues de la régénération naturelle des espèces ligneuses ou alors réaliser des plantations ponctuellement.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Augmentation de l'infiltration des eaux par les chéneaux racinaires et les macropores
- Limitation du ruissellement et de la vitesse du vent par la présence des arbres et arbustes réduisant ainsi les risques d'érosions éolienne et hydrique ;
- Accroissement du taux de matière organique, de l'activité microbienne et de la mésafaune du sol grâce à la présence des ligneux
- Augmentation des éléments fertilisants présents dans le sol
- Réduction de la pression anthropiques sur les formations végétales naturelles
- Arbres à usage multiple offrant des produits divers (fruits, feuilles, fourrages,...) pour l'autoconsommation ou pouvant être vendus/monétarisés par les ménages ;
- Contribution à l'approvisionnement des ménages ruraux en bois énergie, bois de service, bois d'œuvre, produits forestiers non ligneux et fourrage ;
- Augmentation des rendements agricoles
- Valeur esthétique, paysagère

Certains obstacles à la conservation de ces systèmes de production sont identifiés, telles que :

- La pression animale qui limite voire élimine la régénération naturelle de certaines espèces prioritaires pour les paysans ;
- La réglementation forestière qui démotive de nombreux producteurs inquiets de ne pas pouvoir exploiter les ligneux qu'ils ont entretenus dans leurs champs, lorsqu'il s'agit des essences de bois d'œuvre.

4.2.6.3. Estimation du coût de réalisation

Le présent coût est estimé pour une plantation d'une densité de 100 plants à l'hectare.

Tableau 20 : Estimation des coûts associés à l'installation d'un parc agroforestier, 220 plants/ha

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
ACHAT DES PLANTS ET PROTECTION (<i>karité, baobab, Parkia, ...</i>)	Nbre	220	600	132 000
FORFAIT PETITS MATÉRIELS : machettes, marteaux, barres à mine, décamètre, binette, piquets	Nbre	01		53 625
LOCATION CHARRETTE POUR LE TRANSPORT DES PLANTS	Nbre	3	5 000	15 000
DEUX OPTIONS POUR LE TRAVAIL : Main d'œuvre familiale Rémunération de journaliers	Homme/jour	12	0	0
	Homme/jour	12	2 500	30 000
MONTANT TOTAL				230 625

**Parc monospécifique à Faidherbia
en association avec du coton**



Parc plurispécifique



Photo 16 : Parcs agroforestiers à Laf (Mayo Kani)

4.2.7. Haies-vive

4.2.7.1. Présentation de la technique

La haie vive est un alignement de végétaux (arbres ou arbustes), généralement installées sur les terres agricoles. Elle s'oppose à la haie « morte », faite de végétaux desséchés (branchages, résidus de culture, etc.). La haie vive est souvent multifonctionnelle : protection (contre la divagation des animaux ou l'érosion), production, délimitation foncière et ornementales.

4.2.7.2. Caractéristiques techniques

L'installation d'une haie vive nécessite trois phases :

Une phase préparatoire :

Elle comprend :

- L'identification des limites de la parcelle à protéger;
- Le choix des espèces ligneuses à utiliser (tient compte de sa capacité à s'adapter comme haie vive et des produits secondaires souhaités par le promoteur);
- Prétraitement des graines choisies (selon l'espèce retenue);
- Le choix du mode d'installation (par semis direct des graines ou par l'utilisation des plants produits en pépinière).

Une phase d'exécution :

La technique d'installation consiste à ouvrir sur le périmètre à protéger une tranchée de 40 cm x 40 cm (40 cm de large sur 40 cm de profondeur) dans laquelle le semis direct ou la plantation se fait.

- Mode d'installation par semis direct :

Le semis direct se fait sur deux lignes parallèles distantes de 30 cm en raison de deux graines par poquet. Chaque ligne est distante de la bordure la plus proche de 5 cm. Les poquets de semis sont disposés en quinconce sur les deux lignes. Sur chaque ligne, deux poquets consécutifs sont distants de 30 cm.

- Mode d'installation par plantation de plants produits en pépinière :

C'est la technique la plus courante et la moins risquée. Elle donne les meilleurs résultats et peut se réaliser sans l'ouverture d'une tranchée. Les plants sont mis en terre en quinconce sur deux lignes. Sur chaque ligne, deux plants consécutifs sont distants de 30 cm.

Une phase d'entretien :

L'étanchéité qui constitue l'efficacité de la haie vive défensive et les produits secondaires qui en découlent sont fonction de sa continuité et de l'absence de trou dans le rideau d'arbres. Elle dépend de la maîtrise de la gestion périodique de celle-ci. Il s'agit entre autres de la taille (totale ou partielle selon les produits recherchés), de la fermeture des ouvertures, du recyclage des émondages, etc. Une haie vive défensive mal gérée devient poreuse et encombrante.

Cette pratique exige une bonne connaissance des itinéraires techniques de production des plants (installation et entretien d'une pépinière), au cas où le producteur n'a pas les moyens pour acheter des plants. Il doit aussi maîtriser les étapes techniques pour son installation et son entretien de la haie vive.

On estime à un minimum de 3 années de suivi et d'entretien, le délai minimum nécessaire pour obtenir une haie vive fonctionnelle.

4.2.7.3. Effets agroécologiques et socio-économiques

Le promoteur doit avoir des connaissances sur les espèces les plus adaptées à cette technique, le type de sol approprié et l'itinéraire d'installation et d'entretien. Les ligneux les plus couramment utilisés sont les épineux de la famille des légumineuses tels qu'*Acacia nilotica*, *Acacia seyal*, *Prosopis juliflora*, valorisées pour leurs fonctions multiples (fixation de l'azote atmosphérique, séquestration du carbone, production du fourrage, du bois de chauffe, de fruits, de feuilles, etc.). Parmi les espèces non-épineuses, *Jatropha curcas* et *Jatropha gossipifolia* ainsi que le neem, le cassia ou l'eucalyptus sont de plus en plus utilisées, parce que leur port contribue à « fermer » la haie.

L'adoption de la haie vive défensive peut rencontrer quelques contraintes telles que :

- Le coût d'achat ou de production et de transport des plants;
- La disponibilité des semences de qualité pour espèces ligneuses souhaitées;
- Les connaissances sur les techniques d'installation et d'entretien;
- La gestion des émondages épineux pour les épineux;
- La divagation des animaux;
- Les potentiels conflits d'intérêt liés au statut foncier des parcelles.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Contribution à la sécurisation foncière des parcelles
- Limitation du ruissellement et de la vitesse du vent par la présence des arbres et arbustes réduisant ainsi les risques d'érosions éolienne et hydrique ;
- Augmentation de l'infiltration et de la rétention de l'eau
- Protection des parcelles agricoles contre la divagation du bétail
- Accroissement du taux de matière organique, de l'activité microbienne et de la mésofaune du sol grâce à la présence des ligneux
- Arbres à usage multiple offrant des produits divers (fruits, feuilles, fourrages,...) pour l'autoconsommation ou pouvant être vendus/monétarisés par les ménages ;
- Contribution à l'approvisionnement en bois énergie voire bois de service, produits forestiers non ligneux et fourrage
- Réduction de la pression anthropiques sur les formations végétales naturelles
- Valeur esthétique, paysagère

4.2.7.4. Estimation du coût de réalisation de la pratique.

Tableau 21 : Estimation des coûts associés à mise en place d'une haie vive, double ligne sur 200 mètre linéaire

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	QUANTITÉ	COÛT UNITAIRE (FCFA)	COÛT TOTAL (FCFA)
CAS OU LE PROMOTEUR DOIT ACHETER LES PLANTS: DENSITÉ 800 PLANTS, ÉCARTEMENT 50 CM SUR LA LIGNE			
Achat des plants	800	250	200 000
Transport	800	50	40 000
Main d'œuvre familiale	Forfait	0	0
TOTAL 1			240 000
CAS OU LE PROMOTEUR DOIT PRODUIRE LES PLANTS : DENSITÉ 800 PLANTS, ÉCARTEMENT 50 CM SUR LA LIGNE			
Achat des semences	2 kg	5 000	10 000
Achat des gaines	10 Sachet de 100	3 000	30 000
Petit matériel de pépinière	Forfait	Forfait	40 000
Transport	800	50	40 000
Main d'œuvre familiale	Forfait	0	0
TOTAL 2			120 000



Photo 17 : Haie vive à base de *Jatropha curcas* renforcée avec des épineux (Dogba, Diamaré)

4.2.8. Système de cultures intercalaires

4.2.8.1. Présentation de la technique

Les systèmes de cultures intercalaires (SCI) sont des systèmes agroforestiers alternant des cultures maraîchères ou des plantes annuelles entre des rangées d'arbres ou d'arbustes. Contrairement aux cultures sous couvert forestier, les arbres et les cultures y sont juxtaposés, et non superposés. Elles permettent de jumeler les productions agricole et forestier tout en protégeant l'environnement. Les espèces ligneuses utilisées sont généralement des légumineuses ou des espèces à forte production de biomasse aérienne. Les systèmes de cultures intercalaires constituent une option prometteuse pour réintroduire l'arbre dans les espaces agricole et ainsi constituer des systèmes agraires plus résilients.

4.2.8.2. Caractéristiques techniques

L'installation d'un SCI peut provenir, soit d'une mise en culture d'un espace boisé en conservant des rangées d'arbres, soit par de la plantation d'alignements d'arbres dans des espaces cultivés ouverts, soit moins souvent, d'une mise en culture d'un espace boisé en conservant des rangées d'arbres,. En fonction de l'équilibre recherché entre les arbres et les cultures, la densité varie généralement entre 40 et 160 arbres à l'hectare, ce qui correspond approximativement à un écartement de 12 à 50 mètres entre les rangées et de 5 mètres sur le rang. Entre deux arbres d'une même rangée, l'espacement est généralement faible (3 à 6 mètres) de façon à permettre des éclaircies entre les rangées.

Les producteurs doivent avoir de bonnes connaissances des interactions entre les ligneux et les plantes annuelles. Lors de la planification d'un SCI, l'espèce d'arbre est généralement choisie en fonction de :

- Son adaptation aux conditions écologiques (sol et climat) du site,
- Sa rapidité de croissance,
- Sa valeur commerciale ou environnementale,
- Son apport pour le milieu,

- Sa résistance aux perturbations,
- Sa “convivialité” avec les cultures intercalaires.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Limitation du ruissellement et de la vitesse du vent par la présence des arbres et arbustes réduisant ainsi les risques d'érosions éolienne et hydrique ;
- Augmentation de l'infiltration et de la rétention de l'eau
- Accroissement du taux de matière organique, de l'activité microbienne et de la mésofaune du sol grâce aux apports aériens des ligneux (litière, feuilles)
- Arbres à usage multiple offrant des produits divers (fruits, feuilles, fourrages, ...) pour l'autoconsommation ou pouvant être vendus/monétarisés par les ménages ;
- Contribution à l'approvisionnement en bois énergie voire bois de service, produits forestiers non ligneux et fourrage
- Réduction de la pression anthropiques sur les formations forestières
- Augmentation du stock de carbone dans le sol et la végétation ligneuse
- Valeur esthétique, paysagère

4.2.8.3. Estimation du coût de réalisation de la pratique.

Tableau 22 : Coût estimatif de réalisation de la culture intercalaire sur un hectare, 2x100 ml

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
FORFAIT PETITS MATÉRIELS : pelle, coupe-coupe, arrosoir, fourche, bottes, seaux, gants	Nbre	01		52 000
ACHAT DES PLANTS ET SEMENCES	Nbre	01		200 000
DEUX OPTIONS POUR LE TRAVAIL : Main d'œuvre familiale Rémunération de journalier	Homme/jour	5	0	0
	Homme/jour	5	2 500	12 500
MONTANT TOTAL				264 500



Photo 18 : Culture intercalaire (Meskine, Diamaré)

4.3. Sur les terres dégradées, indurées ou marginales

Le troisième groupe concerne les terres dégradées, indurées ou marginales communément appelées « hardés » au Cameroun ou « Naga » au Tchad. Ces terres nécessitent une restauration importante dont les options présentées dans ce chapitre s'inscrivent parmi les actions de lutte antiérosive.

4.3.1. Aménagement en demi-lunes

4.3.1.1. Méthodes traditionnelles

Présentation de la technique

La demi-lune est un ouvrage physique qui peut être réalisé en terre compactée, en pierres ou encore creusé dans le sol. En forme de demi-cercle, les ouvrages disposent d'une ouverture perpendiculaire au sens d'écoulement des eaux et une disposition en quinconce. La technique des demi-lunes vise à favoriser l'infiltration des eaux de pluie et à ralentir l'érosion de manière à récupérer des terres dégradées, dénudées et encroûtées à des fins agricoles, pastorales ou forestières.

Caractéristiques techniques

Selon leur vocation, l'espace à l'intérieur des demi-lunes est utilisé pour la culture de céréales (demi-lunes agricoles), la plantation d'espèces ligneuses et/ou l'ensemencement avec des herbacées (demi-lunes sylvopastorales). Afin d'assurer une bonne croissance des végétaux, un apport en fumure organique est recommandé.

Dimensions :

Il s'agit d'une cuvette ouverte à l'aide de pioche, de pelle et daba dont la terre de déblais est déposée sous forme de bourrelet semi-circulaire au sommet aplati.

Une demi-lune est un demi-cercle de 5 à 7 mètres de diamètre, de 40 cm à 60 cm de large, 20 cm à 40 cm de profondeur, de 2,50 m² de surface en moyenne et des espacements de 2 m à 4 m entre les demi-lunes d'une même ligne et de 3 m à 6 m entre les lignes de demi-lunes. Le nombre de demi-lunes par hectare varie en moyenne de 312 à 417 [29]. Le nombre de poquets par demi-lune varie de 20 à 30.

Réalisation :

- Implanter la demi-lune par pivotement à l'aide d'un compas de 2,5 à 3,5 m de rayon ;
- Ouvrir la demi-lune à l'aide de pic, pioche et pelle sur une profondeur de 20 à 40 cm ;
- Déposer la terre de déblai sur le demi-cercle extérieur en un bourrelet semicirculaire ;
- Disposer les demi-lunes en quinconce perpendiculairement à la pente ou suivant les courbes de niveau ;
- Les écartements de 0,8 m entre les lignes avec 20 à 30 poquets/demi-lune ;
- Pour la plantation d'arbre, ouvrir au centre de la ½ lune un trou de 40 cm de côté et 40 cm de profondeur ;
- Ecartement de 2 à 4m entre demi-lunes sur ligne et de 3 à 6 m entre les lignes ;
- Avant les semis mettre 35 kg de compost ou fumier soit une brouettée dans chaque demi-lune ;
- Sur les bourrelets, on peut semer certaines légumineuses comme l'arachide (*Arachis hypogaea*), le gombo (*Hibiscus esculentus*), etc. Dans ce cas, on prendra soin de ne pas trop remuer le bourrelet pour éviter de combler la demi-lune. Certains arbustes qui poussent sur les bourrelets peuvent contribuer à reconstituer la végétation du site s'ils sont bien gérés.

Les rendements peuvent être réduits en raison d'inondations temporaires. Sa performance n'est optimale que sous climat aride et semi-aride. Cette pratique exige un entretien régulier.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Captation des eaux de ruissellement réduisant les risques d'érosion hydrique
- Augmentation de l'infiltration et de la rétention de l'eau
- Amélioration de la structure du sol et accroissement de l'activité microbienne et de la mésofaune du sol grâce aux apports sédimentaires en amont de l'ouvrage
- Récupération de sols dégradés ou compactés
- Réduction voire arrêt des processus d'érosion de type ravines, rigoles
- Ameublissement progressif des surfaces indurées permettant la mise en culture des surfaces
- Accélération de la colonisation de la superficie traitée (rapide succession écologique)
- Croissance rapide des essences locales à vocation bois de feu

Estimation des coûts de réalisation de la pratique

Tableau 23 : Coût estimatif de la réalisation des demi-lunes pour un hectare

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
Demi-lunes agricoles : Main d'œuvre : 65 personnes / jour /ha				
Travaux préparatoires :				
<ul style="list-style-type: none"> • Marquage de la courbe de niveau • Traçage des contours des demi-lunes en quinconce • Creusage des micro-bassins • Constitution du bourrelet en aval du micro-bassin 	Homme/jour	65	5 000	325 000
Charrette de fumure organique	Nbre	10	3 000	30 000
MONTANT TOTAL				355 000
Demi-lunes forestières : Main d'œuvre : 100 personnes / jour /ha				
Travaux préparatoires :				
<ul style="list-style-type: none"> • Marquage de la courbe de niveau • Traçage des contours des demi-lunes en quinconce • Creusage des micro-bassins • Constitution du bourrelet en aval du micro-bassin 	Homme/jour	100	5 000	500 000
Achat des plants	Nbre	680	250	170 000
Location de charrette pour le transport des plants	Nbre	4	5 000	20 000
Charrette de fumure organique	Nbre	10	3 000	30 000
Trouaison et mise en terre des plants	Nbre	680	300	204 000
Ensemencement des bourrelets	Nbre	340	150	51 000
Regarni si mortalité des plants	Nbre	80	350	28 000
MONTANT TOTAL				1 003 000

Cette technique est très peu pratiquée par les petits exploitants à cause de son coût relativement élevé. Elle est généralement promue par les projets et programmes de développement en milieu rural.



Photo 19 : Technique de demi-lune (Cf. 9 ; 10)

4.3.1.2. Technique ReviTec®

Présentation de la technique

Vulgarisée au Cameroun en 2012, dans le cadre du projet ReviTec® de la coopération germano-camerounaise (Universités de Brême et de Ngaoundéré), la technique ReviTec® s'applique sur des terres marginales et indurées. Elle consiste à mélanger dans des sacs en jutes du biochar, des limons, du compost ou de la fumure organique, des mycorhizes, des graminées (*Brachiaria ruziziensis*) et des légumineuses (*Stylosanthes guianensis*) dans des proportions bien déterminées. Ces sacs sont par la suite disposés en fonction de la topographie du site, sous forme de : i) bandes horizontales, de demi-lunes, d'ilots ou en V.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Captation des eaux de ruissellement réduisant les risques d'érosion hydrique
- Augmentation de l'infiltration et de la rétention de l'eau
- Amélioration de la structure du sol et accroissement de l'activité microbienne et de la mésofaune du sol grâce aux apports sédimentaires en amont de l'ouvrage
- Récupération de sols dégradés ou compactés
- Réduction voire arrêt des processus d'érosion de type ravines, rigoles
- ameublissement progressif des surfaces indurées permettant la mise en culture des surfaces
- Accélération de la colonisation de la superficie traitée (rapide succession écologique)
- Croissance rapide des essences locales notamment celles fournissant du bois de feu



Photo 19 : Technique de demi-lune (Cf. 9 ; 10)



Photo 19 : Technique de demi-lune (Cf. 9 ; 10)



Photo 19 : Technique de demi-lune (Cf. 9 ; 10)



Photo 19 : Technique de demi-lune (Cf. 9 ; 10)

Photo 20 : Dispositifs d'installation de la technique ReviTec® (Gawel, Diamaré)

Estimation des coûts de réalisation de la pratique

Les expériences pilotes menées dans la région de l'Extrême-Nord entraînent dans le cadre d'une collaboration universitaire entre l'Université du Sahel et une université allemande. Il est peu cohérent de présenter ces coûts comme une référence étant donné la méthodologie adoptée ainsi que le matériel et la main-d'œuvre mobilisés.

Tableau 24 : Coût estimatif de la technique ReviTec pour un hectare

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	QUANTITÉ	PRIX UNITAIRE	COÛT ESTIMATIF (FCFA/HA)
ACHAT DE SEMENCES, BIOCHAR, COMPOST	Forfait	1	125 000	125 000
PRÉPARATION DES SACS	Nbre	1 900	550	1 045 000
TRAVAUX PRÉPARATOIRES : Trouaison Installation des sacs	Homme/jour	120	5 000	325 000
ACHATS DES PLANTS	Nbre	680	250	170 000
LOCATION DE CHARRETTES POUR LE TRANSPORT DES PLANTS ET DES SACS	Nbre	10	5 000	50 000
CLÔTURE EN FILS DE FER BARBELÉS OU AVEC UNE HAIE MORTE DOUBLÉE D'UNE HAIE VIVE	Forfait	1	300 000	300 000
MONTANT TOTAL				2 045 000

4.3.2. Aménagement de cordons pierreux

4.3.2.1. Présentation de la pratique

Technique traditionnelle, les cordons pierreux sont des ouvrages antiérosifs simples constitués de pierres calées ou cimentées, placées le long des courbes de niveau pour ralentir le ruissellement. Les cordons pierreux permettent de lutter contre l'érosion hydrique en nappe causée par le ruissellement. Afin d'améliorer l'efficacité du dispositif, ils peuvent être végétalisés avec des plantes annuelles ou certaines espèces ligneuses.

4.3.2.2. Caractéristiques techniques

La technique est conçue pour les terres à vocation agricole mais elle est aussi applicable sur des terres sylvopastorales ou érodées [30]. La réalisation des cordons pierreux commence par la détermination de l'emplacement des courbes de niveau à l'aide du niveau à eau, du triangle à sol ou par une levée topographique. Ensuite, un décapage est réalisé sur cet emplacement, avec une daba ou une pioche, sur une profondeur de 5 à 15 cm et une largeur de 35 à 40cm. L'alignement des pierres structurant le cordon est constitué de blocs disposés de façon jointive les uns à côté des autres. Les sommets des pierres atteignent une hauteur variant de 20 à 50 cm au-dessus du sol. L'écartement entre les cordons pierreux est variable, entre 15 et 30 mètres, en fonction de la pente du terrain.

Sa réalisation exige une main-d'œuvre importante et un minimum d'équipements pour l'extraction et le transport des pierres (charrette, brouette). Cet investissement est toutefois intéressant en considérant les effets agroécologiques et la durée de vie des cordons pierreux (> 20 ans).

Un minimum d'entretien est nécessaire. Il s'agit principalement de remettre en place les pierres déplacées par les animaux ou le ruissellement.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Captation des eaux de ruissellement réduisant les risques d'érosion hydrique
- Augmentation de l'infiltration et de la rétention de l'eau dans le sol
- Sédimentation des particules de terres entraînées contribuant à la formation d'une terrasse naturelle (dépôts en amont des ouvrages)
- Amélioration de la structure du sol et accroissement de l'activité microbienne et de la mésofaune du sol grâce aux apports sédimentaires en amont de l'ouvrage
- Récupération de sols dégradés ou compactés et augmentation des rendements agricoles dans les parcelles cultivées
- Réduction voire arrêt des processus d'érosion de type ravines, rigoles

4.3.2.3. Estimation du coût de réalisation de la pratique

Les principaux coûts concernent 1) la mobilisation de la main d'œuvre, 2) le transport des moellons jusqu'aux chantiers ainsi qu'à la bonne organisation des communautés et à sa capacité à mobiliser la main d'œuvre qui forme la contribution des producteurs [31].

Tableau 25 : Estimation des coûts de réalisation des cordons pierreux pour 01 km linéaire de cordons pierreux

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	COÛT TOTAL (FCFA)
MAIN D'ŒUVRE : 30 PERSONNES / JOUR (P/J) POUR 1 HA		
Nivellement, marquage des courbes de niveau		
Ramassage des cailloux et chargement des charrettes	15 000/personne	450 000
Confection des cordons		
Apport de fumure organique	0,5 t /ha/an	2500
Transport par charrette : 10 charrettes de pierres	10 x 5000	50 000
Transport par camion : 02voyages	2 x10 000	20 000
Voyages de charrettes de fumier	10 x 3000	30 000
Forfait petits matériel (pioches, pelles, brouettes)	25 000	25 000
TOTAL		557 500

Source [31]

**Photo 21 : Cordons pierreux (Mogazang, Diamaré)**

4.3.3. Aménagement de bandes enherbées

4.3.3.1. Présentation de la pratique

La bande enherbée est une pratique locale pouvant renforcer ou se substituer à l'installation de cordons pierreux dans les zones où les pierres/moellons sont indisponibles. Leur objectif est de mettre en place des barrières antiérosives capables de réduire le ruissellement et de favoriser l'infiltration de l'eau. Les bandes enherbées ont également l'avantage de produire de la paille ou du fourrage pour le bétail [32].

4.3.3.2. Caractéristiques techniques

L'installation des bandes enherbées se fait suivant les courbes de niveau de la parcelle. Les espèces couramment utilisées pour l'installation des bandes enherbées sont : *Andropogon gayanus*, *Andropogon ascinodis*, *Vetiveria zizanioides*, *Cymbopogon ascinodis*, etc. Dans certains cas, il est également possible de plantes des espèces pérennes, sur la bande enherbée, telles que le rônier ou le karité [35].

Dimensions

- Le nombre de lignes par bande varie de 1 à 4 ;
- Les écartements sont de 10 cm entre les lignes et de 20-30 cm entre les plants sur une même ligne
- L'espacement entre les bandes est compris entre 30 et 15 m.

Réalisation

Les graines ou les éclats de souches doivent être plantés en quinconce ; les semis (mil, sorgho, maïs, niébé, arachides, etc.) de cultures principales sont installés entre les bandes. La bande doit être dense, sans brèche sur toute la ligne. Les types de sols propices à la mise en place varient entre les sols sablonneux, argileux, et/ou limoneux. La réalisation des bandes doit être faite en saison pluvieuse. La plantation en éclat de souche est plus efficace que les semis directs. Le renforcement des capacités des producteurs sur le respect de l'itinéraire technique et la collecte des graines des espèces désirées à leur maturité est à prévoir. La sensibilisation sur la lutte contre les feux de brousse et la vaine pâture (possibilité d'installer une haie morte tout autour de la parcelle).

Points particuliers

- Son impact sur la production agricole est meilleur si la technique s'accompagne d'un apport en fumure organique ;
- Sa présence pérenne sur la parcelle constitue un risque pour les feux de brousse ;
- Pour les lignes de cultures situées à proximité des bandes, il y a des risques réels de compétition pour l'eau et la lumière. Si le promoteur décide de tailler les bandes pour éviter cette compétition, il perd en quantité de paille escomptée. Il doit opérer faire un choix.

PRINCIPAUX IMPACTS AGROÉCOLOGIQUES ET SOCIOÉCONOMIQUES

- Captation des eaux de ruissellement réduisant les risques d'érosion hydrique
- Augmentation de l'infiltration et de la rétention de l'eau dans le sol
- Amélioration de la structure du sol et accroissement de l'activité microbienne et de la mésafaune du sol grâce aux apports sédimentaires en amont de l'ouvrage
- Fourniture de fourrage pour les animaux et de paille pour les paysans (renouvellement des toitures, confection des nattes, greniers, hangars, chapeaux, balais, etc.)
- Pratique locale peu couteuse

4.3.3.3. Estimation du coût de réalisation de la pratique

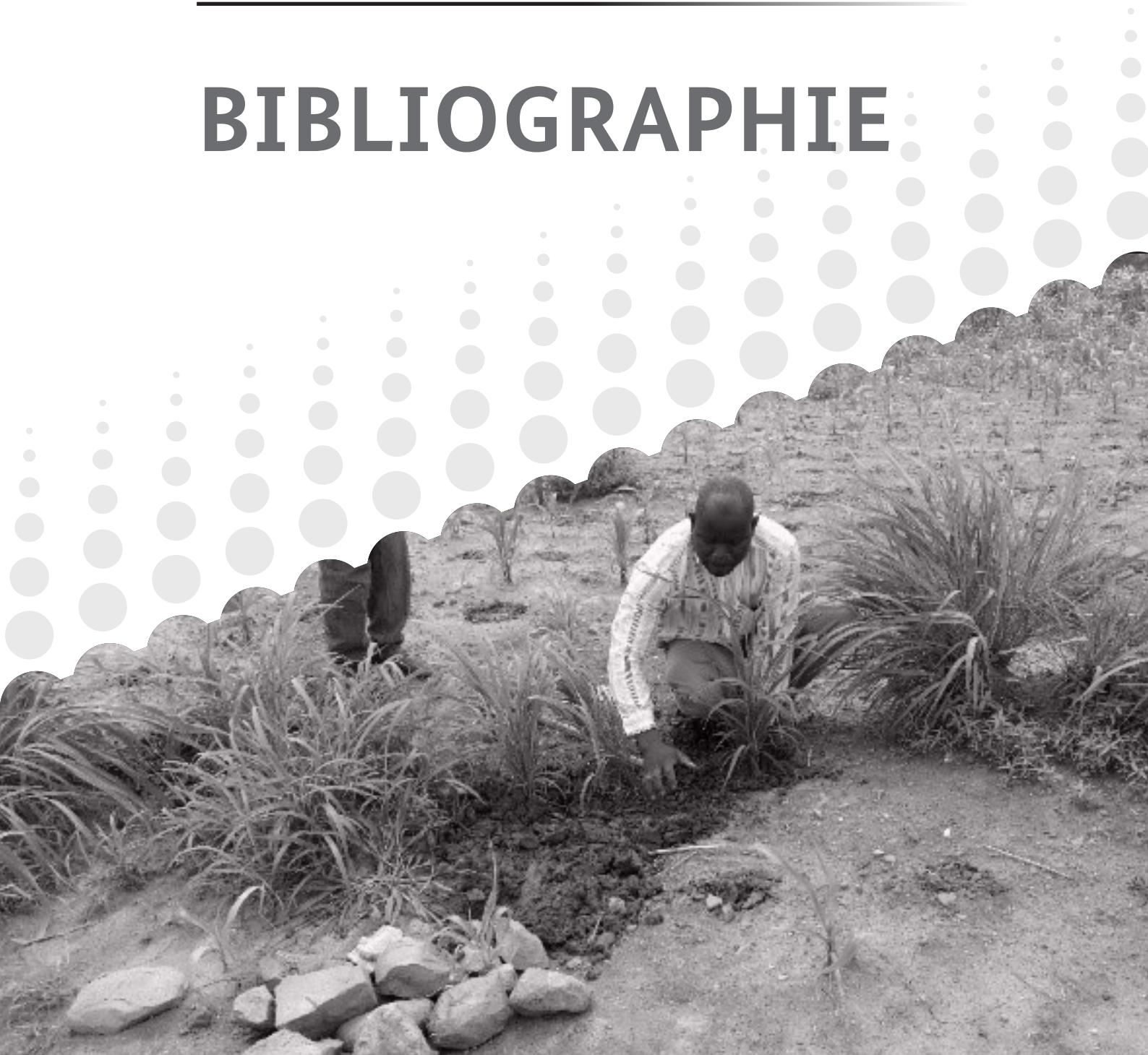
Tableau 26 : Estimation des coûts de réalisation de bandes enherbées, 1 kilomètre

DÉSIGNATION DES RUBRIQUES	UNITÉ	COÛT TOTAL (FCFA)
Main d'œuvre : 10 personnes / jour (p/j) pour 1 ha		
Nivellement, marquage des courbes de niveau	5 000/personne	50 000
Confection des bandes		
Apport de fumure organique	0,5 t /ha/an	2 500
Achat ou production des espèces	Forfait	30 000
Transport par charrette des espèces : 10 charrettes	4 x 5000	20 000
Forfait petits matériel (pioches, pelles, brouettes)	25 000	25 000
TOTAL		127 500



Photo 22 : Installation d'une bande enherbée en éclat de souche (Mambang, Méri)

BIBLIOGRAPHIE



Bibliographie

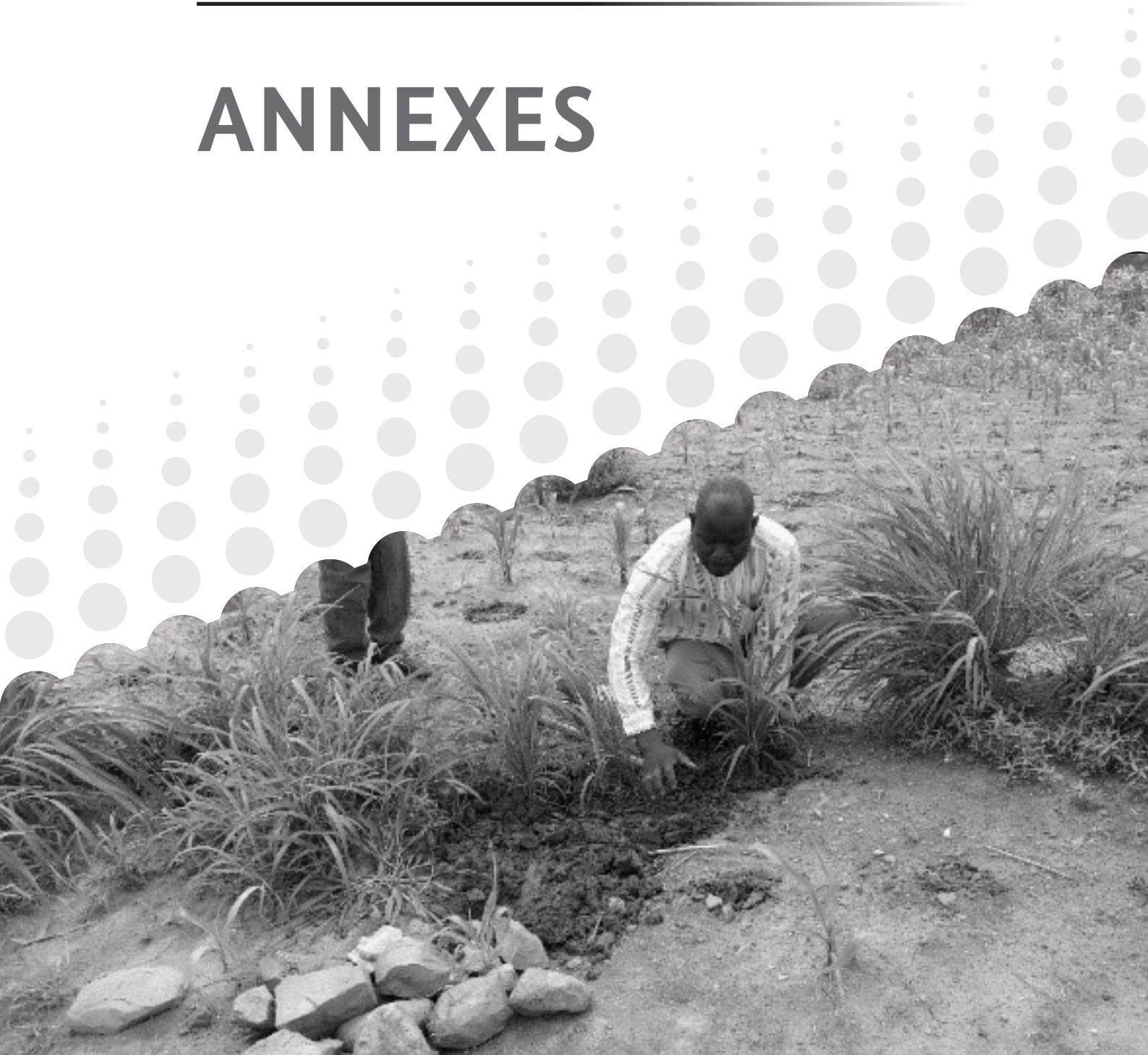
1. MINFOF/MINEPDED (2019). *La restauration des paysages forestiers et des terres dégradées au Cameroun : Cadre stratégique national*. Ministère des Forêts et de la Faune / Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et du Développement Durable. Yaoundé, Cameroun. 92 p.
2. INS (2014). *Quatrième enquête camerounaise auprès des ménages (ECAM 4) : Tendances, profil et déterminant de la pauvreté au Cameroun entre 2001 et 2014*. Institut National de la Statistique. Yaoundé. 30 p.
3. Tunk C., Hoefsloot H. & Mougou J. (2016). *Evaluation du potentiel de restauration des paysages forestiers au Cameroun*, rapport final.
4. FAO (2017). *Directives volontaires pour une gestion durable des sols*. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture Rome, Italie. 27 p.
5. CIRAD (2016). *Le Memento de l'agronome*, Agritrop, Fiche technique n°9 sur la traction animale en régions chaudes : le travail du sol avec l'animal de trait, (<https://agritrop.cirad.fr/543625/>)
6. Tolojanahary R, (2019): *Guide Technique d'accompagnement sur la Restauration du sol à travers l'approche Bassin Versant*, Madagascar.
7. Leroy M. et Faure S. (2013). *Remettre en culture des sols dégradés par le Zaï agricole manuel amélioré*. Fiche technique « Savoirs de paysans et lutte contre la désertification ». CARI, France. 3 pages.
8. Barro A., Zougmoré R., Ouédraogo-Zigani P. (2001). *Réalisation du Zaï mécanique en traction animale pour la réhabilitation des terres encroûtées*. Fiche technique n°7. INERA. 2 pages.
9. Gautier D., Hautdidier B., Ntoupka M., Onana J., Perrot N., et al. (2002). Fiches techniques des arbres utiles aux paysans du Nord Cameroun. Caractéristiques de l'arbre, ce qu'en font les paysans et ce qu'ils pourraient en faire. IRAD et CIRAD. hal-00837556. Maroua, Cameroun. 125 pages.
10. ASNaCC/GIZ. (2020). *Projet d'Appui à la Mise en Œuvre de la Stratégie Nationale d'adoption aux Changements Climatiques au Mali*. Deutsche Gesellschaft für International Zusammenarbeit. Mali. 45 pages.
11. Makueti, J., Tchigankong, D., Bayé-N, C. (2019). *Capitalisation des techniques agroforestières de restauration des sols en milieu paysan dans les zones sèches du Cameroun*. GIZ, Programme d'appui à la mise en œuvre de la stratégie de développement rural volets Foret Environnement (ProPFE). Maroua, Cameroun. 123 pages.
12. Tchigankong D., Haiwe B. & Makueti J. (2018). *Manuel sur les itinéraires de reboisement en zone de savanes sèches du Cameroun*. Programme d'appui à la mise en œuvre de la stratégie de développement du secteur rural, volets forêt environnement (ProPFE). Maroua, Cameroun. 113 p.
13. Chianu J., Chianu, J., Mairura. (2012). *Mineral fertilizers in the farming systems of sub-Saharan Africa. A review*. *Agronomy for Sustainable Development*. Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 32 (2), pp.545-566. ff10.1007/s13593-011-0050-Off. ffhal-00930525f.
14. Dugué P. (1995). *Amélioration de la production et de l'utilisation de la fumure organique animale en zone cotonnière du Nord Cameroun : résultats préliminaires*. Agricultural Systems in Africa, 5 (2) : 5-19
15. Naudin K. Goze E. Balarabe O., Giller K. (2010) : *Impact of tillage and mulching practices on cotton production in North CAmeroon : a multi-locational on-farm assessment*. Soil and Tillage Research 2010, 108(1-2) :68-76. <http://dx.doi.org/10/1016/j.still.2010.03.002>.
16. Naudin, K. (2006). *Appui au projet ESA Suivi de la composante systèmes de culture sur couverture végétale*. Rapport de Mission. UPR 1 / CIRAD-CA. Maroua et Garoua, Cameroun. 35 pages.

17. Evangelista, R., Charpentier, H. (2005). *Projet eau-sol-arbre (ESA) Promotion de l'agroécologie Minader-Dagris*. Maroua, Cameroun.
18. Séguy, L. (2010). *La recherche action au service de l'intégration agriculture de conservation- élevage, en semis direct (SCV), dans les régions Nord (NO) et Extrême Nord (EN) du Cameroun*. Rapport de mission. Projet ESA II. Maroua, Cameroun.
19. Findeling A., Ruy S., Scopel E. (2003). *Modeling the effects of a partial residue mulch on runoff using a physically based approach*. Journal of hydrology, vol.275, n. 1-2, p. 49-66.
20. Lal R. (2007). *Constraints to adopting no-till farming in developing countries*, Soil Till Res; 94 : 1-3.
21. Scopel E., Macena F., Corbeels M., Affholder F. and Maraux F. (2004). *Modelling crop residue mulching effects on water use and production of maize under semi-arid and humid tropical conditions*. Agronomie, vol.24; p.1-13.
22. Corbeels M., Scopel E., Cardoso A., Bernoux M., Douzet J.M., Siqueira Neto M. (2006). *Soil carbon storage potential of direct seeding mulch-based cropping systems in the Cerrados of Brazil*. Global Change Biology, 12: 1-15.
23. Seugé C. (2004). *Gestion des ressources naturelles et des espaces : conditions d'adoption des systèmes de culture sous couverture végétale par les agriculteurs migrants du bassin de la Bénoué (Nord-Cameroun)*. Mémoire de master of Science DAT option AGIR, Cnearc, Montpellier, 97 p.
24. Brévault T., Bikay S., Maldes J.M. and Naudin K. (2007). *Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macrofauna communities in a cotton cropping system*, Soil and Tillage Research. Volume 97, Issue 2, Pages 140-149.
25. Blanchart E., Villenave C., Viallatoux A., Barthès B., Girardin C., Azontonde A. & Feller C. (2006). *Long-term effect of a legume cover crop (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) on the communities of soil macrofauna and nematofauna, under maize cultivation, in southern Benin*. European Journal of Soil Biology, 42, 136-144.
26. Camara B.A., Drame M., Sanogo D., Daouda Ngom D., Badji M., Diop M. 2017. *La régénération naturelle assistée : perceptions paysannes et effets agroécologiques sur le rendement du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) dans le bassin arachidier au Sénégal*. Journal of Applied Biosciences 112: 11025-11034.
27. Kouadio K.K.H., Doudou D.T., Tschanne A., Dao D., Girardin O. (2011). *Techniques agroforestières à base de *Gliricidia sepium* à l'Est de la Côte d'Ivoire : impacts et perspectives*. Journal of Animal & Plant Sciences, 11, 1374-1379.
28. Harmand J.M., Balle P. (2001). *La jachère en Afrique tropicale : Rôles, aménagement, alternatives*. In De la jachère naturelle à la jachère améliorée. Le point des connaissances. Paris, France. p. 265-292.
29. Zougmore R. et Zida Z. (2000). *Récupération agronomique des terres encroutées par la technique demi-lune*. Fiche technique numéro n°5.
30. Diouf B., Henry Mathieu Lo H.M., Dieye B., Sane O., Fall S.O. (2014). *Pour une agriculture intelligente face au changement climatique au Sénégal : recueil de bonnes pratiques d'adaptation et d'atténuation*. Document de travail No 85, Programme de Recherche du CGIAR sur le Changement Climatique, l'Agriculture et la Sécurité Alimentaire.
31. Thézé, M. et Abba, A. (2009) : *Démarche de lutte anti érosive dans la zone cotonnière du Cameroun SODECOTON*. Projet DPGT. Garoua, Cameroun.
32. CILSS. (2012) : *Bonnes pratiques agro-sylvo-pastorales d'amélioration durable de la fertilité des sols au Burkina Faso*. Ouagadougou, Burkina Faso. 194 pages.
33. Harmand J.M., Forkong Njiti C., Bernhard-Reversat F., Oliver R., Peltier R. (2017). *Effets des jachères agroforestières sur la réhabilitation et la productivité de sols ferrugineux tropicaux des savanes soudaniennes du Nord-Cameroun*. IRD Éditions. Marseille, France. 10 pages.



34. TERO (2020). *Evaluation agro-socioéconomique et environnementale des techniques agroécologiques (agriculture, élevage et foresterie) diffusée dans le cadre du PASGIRAP.* Mission d'assistance technique au Programme d'Appui à la Sécurisation et à la Gestion Intégrée des Ressources Agro-Pastorales. Garoua. 122 pages.
35. Dugué P. (1997). Fiches techniques : amélioration des jachères de courte durée avec des légumineuses Institut pour la Recherche Agronomique et le Développement. Garoua. 19 pages.
36. Dugué P., Mathieu B., Sibelet N., Seuge C., Vall E., Cathala M., Olina J.P. 2006. Les paysans innovent, que font les agronomes ? Le cas des systèmes de culture en zone cotonnière du Cameroun. In : Caneill Jacques (ed.). Agronomes et innovations : 3ème édition des entretiens du Pradel. Actes du colloque des 8-10 septembre 2004. Paris. L'Harmattan. Mirabel, France. p. 103-122.
37. MINFOF/MINEPDED (2021). Manuel de formation interactif et pratique sur la Restauration des Paysages et des Forêts Dégradés au Cameroun. Groupe de Travail RPF avec l'appui de l'ICRAF et du programme ProFE/GIZ. Yaoundé. 112 pages.

ANNEXES



ANNEXE N°1**SYNTHÈSE DES COÛTS ASSOCIÉS À LA RÉALISATION DES DIFFÉRENTES PRATIQUES DÉCRITES**

PRATIQUES CONSIDÉRÉES	UNITÉ	COÛT ESTIMATIF PAR HECTARE
A. SUR LES TERRES AGRICOLES ET PASTORALES		
Labour superficiel	FCFA	25 000
Zaï manuel ou cultures en poquets	FCFA	520 000
Apports organiques	FCFA	
Production et épandage de compost	FCFA	142 500
Parcage du bétail	FCFA	0
Collecte de bouse	FCFA	72 500
Apport de biochar	FCFA	ND
Associations culturales	FCFA	212 000
Semis direct sous couverture végétale	FCFA	157 500
Paillage	FCFA	166 500
Aménagement/enrichissement de parcours de bétail	FCFA	138 000
Utilisation maîtrisée des feux précoces	FCFA	
Extraction de la biomasse		140 50
Transport et valorisation de la biomasse		616 000
Fenaison	FCFA	60 500
B. SUR LES TERRES FORESTIÈRES ET AGROFORESTIÈRES		
Enrichissement	FCFA	114 000
Régénération naturelle assistée	FCFA	30 000
Mise en défens	FCFA	
Sans clôture	FCFA	142 500
Avec clôture	FCFA	442 500
Boisement/Reboisement	FCFA	1 100 000
Jachère arborée améliorée	FCFA	352 000
Haie-vive		230 6025
Avec achat des plants	FCFA	240 000
Production individuelle des plants	FCFA	120 000
Système de cultures intercalaires	FCFA	264 500
C. SUR LES TERRES DÉGRADÉES, INDURÉES OU MARGINALES		
Aménagement en demi-lunes		
Demi-lunes agricoles	FCFA	355 000
Demi-lunes forestières	FCFA	1 003 000
Technique ReviTec	FCFA	2 045 000
Aménagement de cordons pierreux (1 km)	FCFA	557 500
Aménagement de bandes enherbées (1 km)	FCFA	127 500

**ANNEXE N°2****CHRONOGRAMME DE RÉALISATION DE L'ASSOCIATION DU SORGHO DE SAISON DE PLUIE AVEC MUCUNA PRURIENS**

ANNÉE	N	N+1										NOV
		DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAY	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	
PRÉPARATION DES PARCELLES												
PRODUCTION DU COMPOST		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
EPANDAGE COMPOST		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
SEMIS 1												
SEMIS 2												
SUIVI-ÉVALUATION ACTIONS CORRECTIVES												
RÉCOLTE												
ROTATION												
4ème sem												
3ème sem												
2ème sem												
1ère sem												

LÉGENDE :

- Semis 1 : Cultures principales choisies
- Semis 2 : Plantes de couverture du sol

NOTES :

- Principe d'accompagnement basé sur la subvention dégressive sur trois années consécutives (n ; n+1 et n+2) ;
- Une partie des résidus de la récolte de l'année n est utilisée pour la production du compost, le reste est conservé dans la parcelle comme biomasse pour la SCV ;
- Les plantes de couverture du sol sont semées 25 à 30 jours après les cultures principales choisies (Sorgho et Maïs) ;
- Les rotations d'une année n à l'année n+1 tiennent compte du rôle de l'essence choisie, soit pour son apport en azote au sol (cas les légumineuses), soit pour la décompression du sol (cas de l'espèce fourragere).

ANNEXE N°3

CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPALES PLANTES DE COUVERTURE DU SOL FERTILISANTES ASSOCIÉES AUX CÉRÉALES SOUS FORME D'ENGRAIS VERT DANS LA RÉGION DE L'EXTRÊME-NORD.

PLANTES DE COUVERTURE	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	ILLUSTRATIONS
<i>Mucuna pruriens</i>	<ul style="list-style-type: none"> Légumineuse fixatrice d'azote Amélioration de l'activité biologique et des propriétés physiques des sols (séquestration près de 200 kg d'N₂/ha) Réduction du ruissellement ; Amélioration de la couverture du sol, Exploration différentielle de la rhizosphère. Forte productivité de graines Ne nécessite pas un prétraitement de la semence Bonne levée Bon fourrage 	<ul style="list-style-type: none"> Encombrement de l'interligne Peu adaptée aux sols pauvres et gravillonnaires Faible résidu de biomasse pour le paillage Nécessite une protection en saison sèche Graines non comestibles (homme) Difficulté de maintenir le mulch pendant la saison sèche à cause de la volatilité des feuilles dont perte de biomasse Divagation des animaux (vaine pâture) principalement en saison sèche ; Feux de brousse ; Vents et tourbillons. 	 
<i>Crotalaria retusa</i>	<ul style="list-style-type: none"> Légumineuse fixatrice d'azote Amélioration de l'activité biologique et des propriétés physiques des sols (séquestration près de 300 kg d'N₂/ha) Réduction du ruissellement ; Amélioration de la couverture du sol, Exploration différentielle de la rhizosphère. Bonne levée Bon fourrage (feuilles + graines) surtout en saison sèche Graines comestibles (hommes et animaux) Cycle long Enracinement profond Nécessite un prétraitement de la semence Adaptée à beaucoup de milieux 	<ul style="list-style-type: none"> Faible production de biomasse Nécessite de traiter les graines à l'eau chaude pour une bonne levée 	 

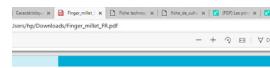
PLANTES DE COUVERTURE	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	ILLUSTRATIONS
<i>Crotalaria Juncea</i> (Crotalaire effilée ou Chanvre du Bengale)	<ul style="list-style-type: none"> Légumineuse fixatrice d'azote Amélioration de l'activité biologique et des propriétés physiques des sols (séquestration près de 300 kg d'N2/ha) Décompactation du sol Réduction du ruissellement ; Amélioration de la couverture du sol, Exploration différentielle de la rhizosphère. Ne nécessite pas de protection en saison sèche Graines facilement disponibles Forte amélioration physique du sol Lutte contre mauvaise herbes Ne nécessite pas un prétraitement de la semence Adaptée à beaucoup de milieux Très résistante à la grande sécheresse 	<ul style="list-style-type: none"> Faible production de biomasse Nécessite de traiter les graines à l'eau chaude pour une bonne levée Graines et feuilles toxiques pour le bétail/homme Difficulté de maintenir le mulch pendant la saison sèche 	
<i>Dolichos lablab</i> ou (Dolique noire)	<ul style="list-style-type: none"> Légumineuse fixatrice d'azote Amélioration de l'activité biologique et des propriétés physiques des sols (séquestration près de 300 kg d'N2/ha) Biomasse importante ; Réduction du ruissellement ; Amélioration de la couverture du sol, Exploration différentielle de la rhizosphère. Bonne levée Bon fourrage (feuilles) Cycle long Enracinement profond Ne nécessite pas un prétraitement de la semence Adaptée à beaucoup de milieux 	<ul style="list-style-type: none"> Encombrement de l'interligne Faible résidu de biomasse pour le paillage Graines non comestibles (homme et animaux) Nécessite une protection en saison sèche Difficulté de maintenir le mulch pendant la saison sèche : <ul style="list-style-type: none"> Divagation des animaux (vaine pâture) principalement en saison sèche ; Feux de brousse ; Vents et tourbillons. 	



CATALOGUE DES OPTIONS RPF POUR LES RÉGIONS NORD ET EXTRÊME-NORD DU CAMEROUN

PLANTES DE COUVERTURE	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	ILLUSTRATIONS
<i>Cajanus cajan</i> (Pois d'Angol)	<ul style="list-style-type: none"> Légumineuse fixatrice d'azote Valoriser sous forme de jachère améliorée (culture pure) Amélioration de l'activité biologique et des propriétés physiques des sols (séquestre près de 300 kg d'N2/ha) Décompactation du sol ; Grande biomasse foliaire Grande biomasse semi-ligneuse (bois de chauffe au bout de 03 ans) Réduction du ruissellement ; Amélioration de la couverture du sol, Exploration différentielle de la rhizosphère. Bonne levée Bon fourrage Graines comestibles (hommes et animaux) Cycle long Enracinement profond Ne nécessite pas un prétraitement de la semence Adaptée à beaucoup de milieux 	RAS	 
<i>Brachiaria ruziziensis</i> ou Ruzi ou Herbe du Congo	<ul style="list-style-type: none"> Bonne production de paille Production de fourrage Labour biologique grâce à son système racinaire Système racinaire dense et très profond Le paysan exporte moins les éléments minéraux du sol Ralenti la pousse des mauvaises herbes (Striga) Amélioration physique du sol Gain en temps pour le producteur Augmentation du rendement au fil du temps Adapté à beaucoup de milieux Résistant aux termites 	<ul style="list-style-type: none"> Concurrence avec les céréales Peut appauvrir le sol si entièrement brouté Levée parfois difficile Faible production des graines Nécessite une protection en saison sèche 	 



PLANTES DE COUVERTURE	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS	ILLUSTRATIONS
<i>Eleusine coracana</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Faibles besoins en eau • Très forte fixation de carbone • Excellente restructuration du sol grâce à son système racinaire extrêmement puissant <p>Capacité importante à fixer de l'azote, exceptionnelle pour une graminée</p> <ul style="list-style-type: none"> • Excellent précédent du riz ou du cotonnier • Contrôlé par simple fauche après la floraison • Facile à gérer, ne demandant pas de moyens ou de connaissances particulières • Graines comestibles, d'excellente qualité et bon fourrage en paille • S'associe facilement à d'autres plantes de couverture : crotalaire, cajanus, sesbania, amaranthe, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Besoins en températures élevées • Plante gélive, pas adaptée aux faibles températures • Photopériodique, cultivable uniquement en saison • Pas adaptée aux sols dégradés • Peu compétitive par rapport aux adventices • Ne supporte pas la submersion • Biomasse très appréciée des termites et criquets • Plante hôte du striga 	 
Sorgho fourrager	<ul style="list-style-type: none"> • Espèce fourragère • Bonne production de paille • Bonne biomasse fourragère • Graines comestibles (Homme/bétail) • Mieux valoriser en culture pure • Meilleur précédent pour la culture de coton ou des associations • Lutte contre les mauvaises herbes (Striga) • Amélioration physique du sol 	<ul style="list-style-type: none"> • Levée délicate • Ne pas semer une céréale juste après la culture pure du sorgho fourrager (risque de parasitisme commun) 	

