



CATALIST

Catalyser l'Intensification Agricole Accélérée pour la Stabilité Sociale et Environnementale dans la Région des Grands Lacs de l'Afrique Centrale

Manuel de formation sur l'Agroforesterie dans le cadre de l'intensification agricole



Jan Willem Molenaar et Jan Joost Kessler

Kigali, Août 2008



**UN CENTRE INTERNATIONAL POUR LA FERTILITE DU SOL ET LE DEVELOPPEMENT
AGRICOLE**

ADRESSES

Siège Social

P.O. Box 2040
Muscle Shoals, Alabama 35662, USA
Tél: + 1 (256) 381-6600
E-mail: general@ifdc.org
Site Internet: www.ifdc.org

IFDC Burundi

Rohero II - Avenue Bweru n° 3
B.P. 1995 Bujumbura
Tél : +257 22 25 78 75
E-mail : ifdcburundi@ifdc.org
Site Internet: www.ifdc-catalist.org

IFDC Rwanda

3064, Rue Akanyaru , Kiyovu
PO Box 6758 Kigali-Rwanda
Telephone +250 55 10 42 11
E-mail : ifdcrwanda@ifdc.org
Site Internet: www.ifdc-catalist.org

IFDC Kivu RDC

200 Basila Av /Musée Road / Himbi-Goma
North Kivu Province
Tél : +243 81 31 34697
E-mail : ifdcrc@ifdc.org
Site Internet: www.ifdc-catalist.org

Aidenvironment

Donker Curtiusstraat 7-523
1051 JL AMSTERDAM
Tel. +31 (0)20 6868111
Fax +31 (0)20 6866251
Email info@aidenvironment.org
Website www.aidenvironment.org

Reconnaissance

Ce manuel a été préparé par le projet CATALIST (Catalyser l'Intensification Agricole Accélérée pour la Stabilité Sociale et Environnementale dans la Région des Grands Lacs de l'Afrique Centrale) qui couvre le Rwanda, Burundi, l'Est de la République Démocratique de Congo ainsi que l'Ouganda et la Tanzanie pour des questions régionales.

Le but primordial de CATALIST est de contribuer à la paix et à la sécurité dans la région à travers l'intensification agricole et l'amélioration de la commercialisation des produits agricoles. Le projet est financé par le Gouvernement Néerlandaise et mis en œuvre par l'IFDC (Centre International pour la Fertilité des Sols et le Développement Agricole). Un des volets importants du projet est la promotion de l'intensification agricole. Dans ce volet le projet a un partenariat avec HELPAGE, une organisation régionale non gouvernementale.

Ce manuel a été rédigé par Jan Willem Molenaar, consultant d'Aidenvironment avec le support de son collègue Dr. Jan Joost Kessler et le coordinateur du projet CATALIST Dr. Henk Breman. Cependant, le contenu de ce manuel a surtout bénéficié des contributions spécifiques des cadres technique d'IFDC et de HELPAGE suivants : Samson Chirhuza, Laurence Mukamana, Roger Namahuri, Boniface Nsabimana, Zacharie Nzohabonayo et Cyriaque Nzojibwami. Le manuel reflète la connaissance et l'expérience de ces personnes dévouées au succès du projet CATALIST.

TABLE DE MATIERES

RECONNAISSANCE	1
TABLE DE MATIERES	2
0. INTRODUCTION	3
1. L'IMPORTANCE DE L'ARBRE DANS L'INTENSIFICATION AGRICOLE	5
1.1. INTRODUCTION.....	5
1.2. LES FONCTIONS DE L'ARBRE DANS L'INTENSIFICATION AGRICOLE	5
1.3 LA COMPETITION ENTRE L'ARBRE ET LES CULTURES	8
1.4 LA RELATION ENTRE L'ARBRE ET L'INTENSIFICATION AGRICOLE	9
1.5 LES CARACTERISTIQUES DES ARBRES A UTILISER DANS L'INTENSIFICATION	14
2. LES DIFFERENTS SYSTEMES D'AGROFORESTERIE	15
2.1. INTRODUCTION.....	15
2.2 LES CRITERES DE CHOIX D'UN SYSTEME AGROFORESTIER	15
2.3 LES SYSTEMES.....	19
2.3.1 <i>Le parc arboré / arbres dispersés</i>	19
2.3.2 <i>Le parc arboré / les arbres dispersés avec des haies vives comme clôtures vivantes</i>	22
2.3.3 <i>Le parc arboré / les arbres dispersés avec des haies vives suivant les courbes de niveau</i>	26
2.3.4 <i>Le micro boisement en rotation</i>	30
2.3.5 <i>Le micro boisement permanent</i>	32
3. L'INTEGRATION DE L'AGROFORESTERIE DANS LES TESTS PARTICIPATIFS DE L'INTENSIFICATION AGRICOLE	34
LITTERATURE	37
ANNEXE 1: LISTE DES ARBRES, DES ARBUSTES ET DES GRAMINEES RECOMMANDES.....	38

0. INTRODUCTION

Contexte

La région tropicale humide du Rwanda, Burundi et l'Est de la République Démocratique du Congo est caractérisée par les conditions agro-écologiques et socio-économiques particulières. Une combinaison des sols tropicaux, le climat, la topographie et la pression démographique rend l'agroforesterie un sujet plus pertinent dans cette région plus qu'ailleurs.

Quelques spécificités de la région :

❖ *Les sols tropicaux*

Dans les régions tropicales, on distingue essentiellement trois types de sols, particuliers à cette région, qu'on ne trouve nulle part ailleurs dans le monde. Ces sols ont un degré de dégradation différente : les sols fersiallitiques, les sols ferrugineux et les sols ferralitiques. Ces deux derniers, sont des sols fréquents dans cette région et sont généralement très désaturés, acides (les pH de 5 à 4 sont souvent observés), carencés en P et N et pauvres en cations basiques (Ca et Mg). Ces sols retiennent peu d'eau et de nutriments.

Dans cette région, la matière organique reste souvent superficielle et sauf exception, subit une biodégradation rapide. Aussi, on observe qu'à la base des profils des sols sont concentrés en oxydes de fer et autres composés minéraux libérés.

❖ *Le climat tropical*

Les précipitations du milieu tropical sont généralement élevées et intensives ce qui a pour conséquence d'entraîner l'altération élevée et le lessivage des bases et la silice par drainage. Les températures généralement élevées des régions tropicales favorisent l'intensité des réactions chimiques conduisant à l'hydrolyse totale (libération des minéraux) avec pour conséquence leur perte par lessivage (lixiviation). La température joue aussi un rôle important dans les mécanismes biochimiques en influençant l'activité des microorganismes dont le rôle est très important dans la minéralisation de la matière organique. Donc, le sol doit être suffisamment aéré (grâce à la matière organique) pour ne pas inhiber cette activité.

❖ *La topographie (le relief)*

La topographie par des pentes assez fortes, joue un rôle important notamment dans le rajeunissement des sols et dans l'entraînement latéral et vertical des éléments solubles, libérées par l'altération.

❖ *La pression démographique*

Le projet CATALIST opère dans la région des grands lacs de l'Afrique Centrale caractérisée par une très forte densité et une croissance démographique galopante. En effet, le taux de croissance annuel est l'un des plus élevés du monde (3.7 % en général). En conséquence, la taille moyenne des exploitations diminue dangereusement, en général, elle est inférieure à 1 ha.

Toutes ces caractéristiques agro-écologiques et socio-économiques ci-haut, combinées avec une exploitation continue des sols agricoles, entraînent plusieurs contraintes pour la mise en valeur de ces sols:

- Leur réserve en bases devient de plus en plus faible et même nulle
- Leur structure devient médiocre faute d'argile apte à former des agrégats (la kaolinite devient dominante) et faute de la matière organique du sol
- Ils sont de ce fait sensibles à la battance et à l'érosion
- Leur capacité de fixation et d'échange devient de plus en plus faible à mesure que domine la kaolinite et donc les risques du lessivage augmentent
- La fertilité chimique et biologique limitée dans les 25 premiers cm
- Les phosphates subissent une insolubilisation sous l'effet des oxydes de fer et d'alumine en milieu acide
- L'acidité et l'acidification ont des effets toxiques sur les plantes et diminuent l'enracinement

Ces contraintes ont une influence très négative sur trois défis à relever dans la région:

- Dégager des surplus agricoles commercialisables pour assurer l'autosuffisance alimentaire dans la région et procurer des revenus aux producteurs agricoles
- Développer en même temps l'élevage intensif dans la région
- Assurer la satisfaction en bois d'énergie et de construction

Pour relever ces trois défis dans un tel contexte, la gestion intégrée de la fertilité du sol (GIFS) et notamment la composante « Agroforesterie » a un rôle important à jouer.

L'objet du manuel

Ce document fournit des informations théoriques et techniques sur l'agroforesterie. L'accent est mis sur le rôle de l'agroforesterie dans l'intensification agricole. L'agroforesterie en fonction de l'intensification agricole a certaines spécificités qui ne sont souvent pas prises en compte par l'agroforesterie 'classique' et d'où la nécessité de rédiger un tel manuel.

Le manuel est un document de référence pour les agronomes des services spécialisés de l'Etat, les représentants des ONG, des organisations de producteurs et d'autres personnes d'appui travaillant avec les producteurs. Ce manuel permet aux personnes d'appui de guider les producteurs à faire un choix entre les différents systèmes d'agroforesterie. En plus, les informations techniques sur la mise en place et la gestion de chaque système sont présentées.

La première partie du document décrit la relation entre l'agroforesterie et l'intensification agricole. La deuxième partie présente différents systèmes d'agroforesterie et donne des informations sur lesquelles le choix pour un système peut être basé. La troisième partie partage quelques idées spécifiquement sur comment l'agroforesterie peut être intégrée dans les tests participatifs sur la Gestion Intégrée de la Fertilité du Sol (GIFS).

1. L'IMPORTANCE DE L'ARBRE DANS L'INTENSIFICATION AGRICOLE

1.1. INTRODUCTION

Les arbres, en tant que cultures pérennes, ont un rôle important à jouer dans l'intensification agricole. Si bien choisis et gérés, ils peuvent créer des conditions qui rendent l'investissement dans l'intensification agricole plus rentable et plus durable. Si bien gérés, les systèmes d'agroforesterie contribuent à une augmentation structurelle des revenus futurs et diminuent les risques d'échec de cette intensification. Par contre, un mauvais choix et une mauvaise gestion des systèmes d'agroforesterie aura un effet négatif sur la rentabilité de l'intensification agricole à terme. Si mal gérés, les arbres pourront se développer au détriment des cultures associées par leur compétition pour l'espace, la lumière, l'eau et les éléments nutritifs.

Tableau 1 : Comparaison des principaux avantages et désavantages liés à l'intégration de l'arbre dans les systèmes d'intensification agricole

Avantages	Désavantages
Les arbres augmentent la rentabilité et la durabilité de l'intensification agricole	La compétition pour l'espace, la lumière, l'eau et les éléments nutritifs entre les arbres et les cultures
Les arbres permettent de diversifier les sources des revenus	L'attraction des oiseaux (granivores) et les insectes nuisibles aux cultures
Les arbres sont utiles dans la lutte contre l'érosion	Les racines gênent le labour

Afin d'optimiser les synergies entre l'agroforesterie et l'intensification agricole, il faut stimuler les avantages de l'arbre et en même temps bien contrôler la compétition entre l'arbre et les cultures. Ce contrôle dépend évidemment du système d'agroforesterie, des espèces d'arbres et des modes de gestion. Avant de décrire plusieurs systèmes d'agroforesterie et leur gestion dans le chapitre suivant, ce chapitre discute plus en profondeur les avantages et désavantages de l'arbre dans l'intensification agricole.

1.2. LES FONCTIONS DE L'ARBRE DANS L'INTENSIFICATION AGRICOLE

L'arbre offre aux paysans plusieurs avantages

(1) Les arbres sont utiles dans la lutte contre l'érosion

- Réduction de l'érosion pluviale

Les racines et les feuilles mortes enrichissent le sol en matière organique. Par conséquent, le sol est stabilisé et sa compaction est réduite. Ceci améliore l'infiltration et la capacité de rétention de l'eau dans le sol et c'est pourquoi l'érosion et par conséquent les pertes d'éléments fins du sol (texture) sont freinées et/ou limitées.

- Réduction de l'érosion éolienne

Les arbres servent de brise-vent aux cultures en champs.

(2) Les arbres permettent de diversifier les sources des revenus et ainsi répondent à travers leurs productions aux besoins divers de l'homme

- Bois de chauffage et bois de construction
- Fourrage

Par leurs biomasses, les arbres assurent (a) l'approvisionnement du cheptel en fourrage même pendant la saison sèche (b) la diversification d'éléments nutritifs pour le bétail.

- Tuteurs et perches
- Fruits, noix, gomme, huiles végétales
- Médicaments

(3) Les arbres augmentent la rentabilité agricole et la durabilité de l'intensification agricole

Associés sur la même parcelle avec les cultures, les arbres offrent à ces dernières de nombreux avantages notamment:

(a) Les arbres améliorent l'état de la matière organique du sol

Les racines et les feuilles d'arbre mortes améliorent la structure du sol. Cet effet est plus fort quand il s'agit de la matière organique du sol avec une vitesse de minéralisation moyenne. Une concentration plus forte au cours des années de cette matière organique du sol diminue la perte des éléments nutritifs (voir point b et c).

→ Un bon état de la matière organique du sol diminue la perte des éléments nutritifs et l'érosion

(b) Les arbres retiennent les éléments nutritifs

Les feuilles mortes incorporées au sol fixent les éléments nutritifs, comme l'azote, le phosphore et le potassium (NPK). Ces éléments nutritifs ne sont pas perdus mais seront rendus disponibles aux cultures lorsque les feuilles se minéralisent. Une fois fixés, les éléments nutritifs ne peuvent plus être lessivés dans la profondeur du sol.

La matière organique du sol composée des feuilles mortes améliore la capacité d'adsorption des cations par une augmentation de la capacité d'échange des cations (CEC). Ceci augmente la capacité de rétention des cations et diminue alors le risque de lessivage pour ces cations. Le pouvoir tampon contre l'acidification et l'alcalinisation est ainsi amélioré.

→ Une capacité de rétention des éléments nutritifs améliorée et la capacité d'échange des cations améliorée diminuent le risque du lessivage et d'acidification et augmente la disponibilité des éléments nutritifs dans le temps.

(c) Les arbres améliorent l'infiltration et la capacité de rétention en eau du sol

Les racines et les feuilles mortes des arbres améliorent la structure du sol et ainsi la capacité de rétention et d'infiltration d'eau.

→ Une capacité d'infiltration et de rétention de l'eau améliorée diminue le ruissellement et le lessivage

(d) Les arbres créent des conditions favorables au meilleur enracinement pour les cultures

Les arbres facilitent l'agrégation du sol à travers l'interaction entre des particules organiques (feuilles et racines mortes) et inorganiques. L'agrégation améliore l'aération et ainsi la croissance racinaire des plantes.

→ Un meilleur enracinement des cultures améliore la croissance de ces cultures, la nutrition végétale et la résistance à la verse

(e) Les arbres recyclent les éléments nutritifs lessivés dans les profondeurs du sol

Les racines ramènent à la surface les éléments nutritifs entraînés hors de portée des cultures par le lessivage. A travers la minéralisation des feuilles dans le sol, ces éléments nutritifs deviennent disponibles pour les cultures (il n'y a que les arbres qui peuvent ramener ces éléments perdus).

Les arbres remontent en surface les cations (Ca, K, Mg) lessivés en profondeur du sol. A travers la minéralisation des feuilles, les cations remontés, reviennent aux couches arables du sol et diminuent l'acidité (il n'y a que les arbres qui peuvent ramener ces éléments perdus).

Les arbres constituent également un stock non négligeable de carbone, à la fois dans leur bois, mais aussi dans le sol qui est enrichi en matière organique par la décomposition continue de leurs racines et feuilles.

→ Le recyclage des éléments nutritifs lessivés augmente la disponibilité des éléments nutritifs pour les cultures et diminue l'acidité

(f) Les arbres concentrent et sauvegardent les éléments nutritifs et les rendent disponibles dans le sol

L'absorption de P se fait dans les racines des arbres à travers les associations « Mycorrhizales ». Comme il s'agit surtout de P avec une mobilité très basse (solubilité basse), la disponibilité du P s'améliore à travers la minéralisation des feuilles dans lesquelles le P a été transféré.

La fixation biologique de N se fait par la relation entre les arbres et la Bactérie « Rhizobium ». Comme il s'agit souvent de N qui n'est pas disponible aux cultures par sa **forte mobilité**, sa disponibilité s'améliore quand les feuilles se minéralisent dans le sol. Le N étant disponible, les microorganismes du sol en profitent pour leur survie et donc leur activité devient intense.

→ L'absorption de P et la fixation de N par les arbres améliorent la disponibilité des éléments nutritifs pour les cultures et pour les organismes et micro-organismes du sol

Ces effets positifs de l'arbre augmentent progressivement dans le temps. A grande taille, les arbres produisent considérablement plus de biomasse, ramènent plus des éléments nutritifs de la profondeur du sol, et améliorent plus l'état de la matière organique du sol. Cette pérennité donne à l'arbre un grand avantage par rapport aux cultures annuelles.

Leçons

- *Les arbres peuvent répondre aux besoins du court terme (production de fourrage, tuteurs, ..) et du long terme (production de bois et matériaux de construction, lutte contre l'érosion, support à l'agriculture)*
- *Les arbres permettent une meilleure utilisation des surfaces disponibles*
- *Les arbres améliorent les conditions physiques du sol (capacité de rétention d'eau, ameublissement par les racines des couches compactes, influence sur les températures du sol)*
- *Les arbres améliorent les conditions chimiques du sol (apport en éléments nutritifs, réduction de risque d'acidification)*
- *Ils ont aussi un effet sur les processus et les conditions biologiques du sol (production de diverses qualités de litière végétale, effet positif sur la faune du sol, etc.).*

1.3 LA COMPETITION ENTRE L'ARBRE ET LES CULTURES

Les arbres n'ont pas que des avantages par rapport à l'intensification agricole. Les arbres sont également en compétition avec les cultures notamment pour:

- **L'espace:** l'arbre avec le tronc et les racines occupe de l'espace cultivable
- **La lumière:** l'ombre causé par les couronnes de l'arbre peut diminuer la lumière aux cultures
- **Les éléments nutritifs et l'eau:** l'arbre utilise des éléments nutritifs et de l'eau au détriment des cultures. L'utilisation des éléments nutritifs et de l'eau par l'arbre dépend surtout de la photosynthèse et donc de l'ombre, d'où la compétition pour la lumière.

Par ailleurs, les arbres peuvent attirer des oiseaux (granivores) et les insectes qui peuvent véhiculer les maladies. Les racines de l'arbre peuvent également gêner le labour.

Le défi sera de trouver des systèmes d'agroforesterie où les effets négatifs de l'arbre (compétition) sont compensés par les effets positifs sur l'efficacité des engrais minéraux, le contrôle sur l'érosion, et la production du bois, du fourrage et d'autres sous-produits. Dans ces cas, une vraie synergie entre l'arbre et l'agriculture se réalise.

Les effets négatifs de l'intégration de l'arbre dans l'agriculture dépendent surtout du système d'agroforesterie, du choix de l'espèce et de l'entretien de l'arbre. Avec des mesures de gestion de l'arbre appropriées la compétition pourrait être contrôlée. La compétition ne gêne plus quand la production agricole et la production des arbres sont stimulées par l'application des engrais minéraux en combinaison avec l'augmentation de la matière organique du sol.

Leçons

- *Pour tirer des bénéfices maximums des arbres comme support dans l'intensification, il faut minimiser la compétition*
- *La compétition dépend du système d'agroforesterie, de l'espèce et de l'entretien de*

1.4 LA RELATION ENTRE L'ARBRE ET L'INTENSIFICATION AGRICOLE

L'importance de l'arbre dans l'intensification agricole s'explique en trois étapes:

(1) L'utilisation exclusive des engrais minéraux a des effets négatifs à moyen terme. Ces effets négatifs peuvent être renversés dans un cycle positif quand la matière organique (et/ou les amendements) est apportée structurellement au sol.

(2) Les arbres constituent une source importante de matière organique du sol et jouent un rôle important dans la lutte contre l'érosion.

(3) Les effets définitifs de l'arbre dépendent du niveau de sa compétition avec les cultures (c'est-à-dire les effets positifs de l'arbre ne se produisent qu'en cas d'un contrôle de la compétition avec les cultures).

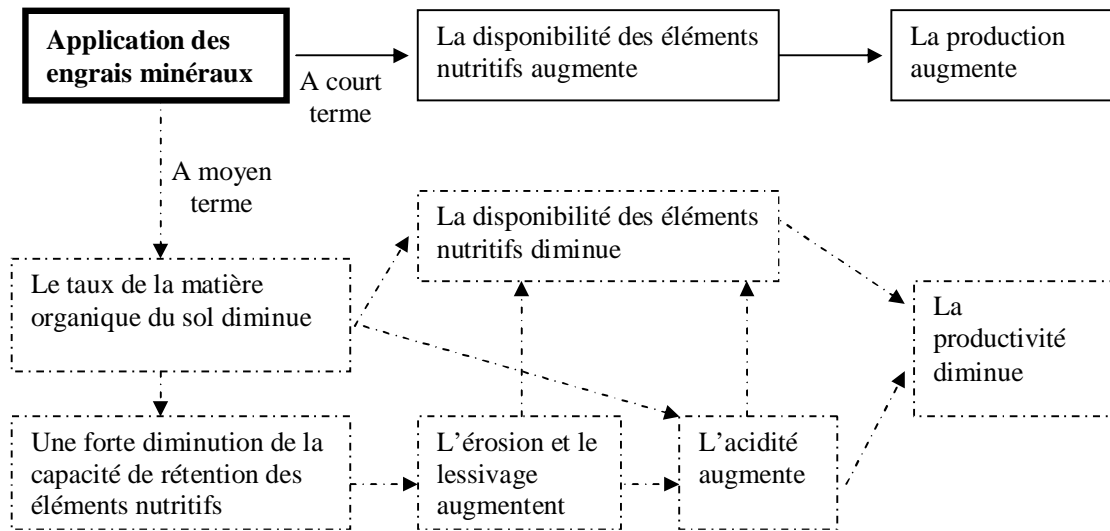
➤ **Risques liées à l'utilisation exclusive des engrais minéraux**

Pour augmenter la production agricole d'une façon significative l'application des engrais minéraux est généralement une nécessité pour les sols peu fertiles. Pourtant, il y a des risques avec l'utilisation exclusive des engrais minéraux notamment:

- Une application des engrais minéraux sans le maintien ou l'augmentation de la matière organique du sol peut faire que les sols se dégradent. La conséquence en pareille situation est que les sols demanderont chaque année plus d'engrais minéraux pour maintenir le même niveau de production alors que ces engrais peuvent même ne pas rester dans le sol.
- L'utilisation des engrais minéraux sans le maintien ou l'augmentation de la matière organique du sol et/ou sans apport d'amendements comme la chaux et les phosphates naturels, peut aggraver l'acidité et rendre les terrains non fertiles.

La figure en bas montre les effets négatifs à moyen terme de l'utilisation exclusive des engrais minéraux. L'application des engrais minéraux accélère la minéralisation de la matière organique du sol. La conséquence est que l'état (quantité et qualité) de la matière organique du sol devient médiocre ce qui augmente le risque du lessivage et de l'acidification et diminue la productivité des terres.

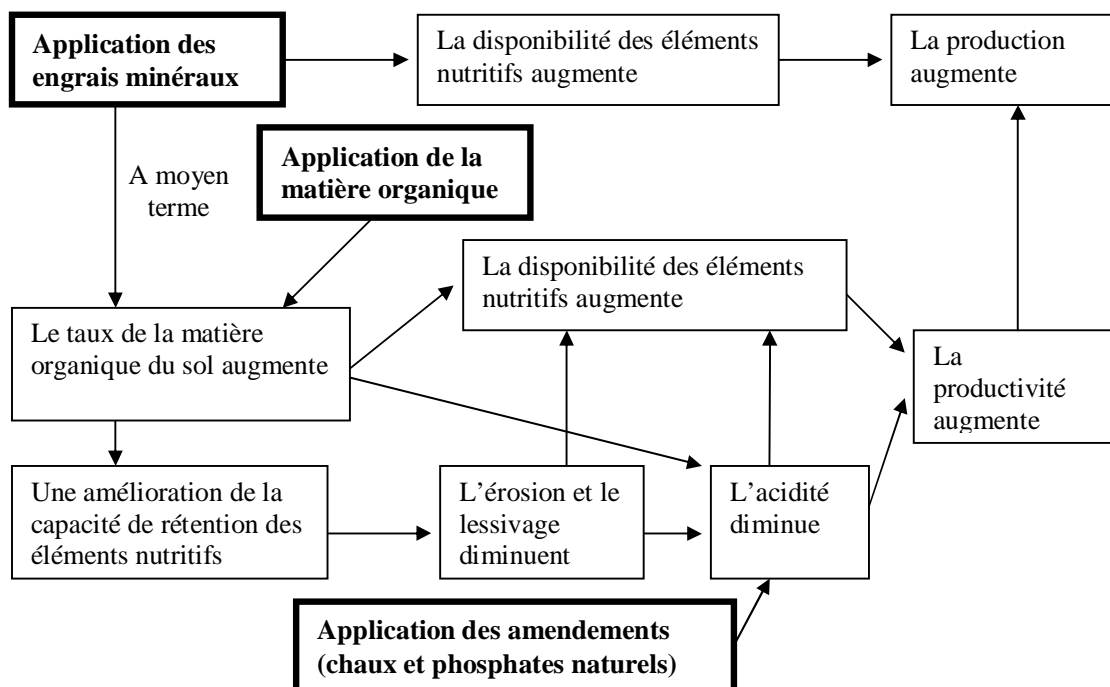
Figure 1: Les effets de l'utilisation des engrais à court et moyen terme.



➤ **L'importance de la matière organique du sol**

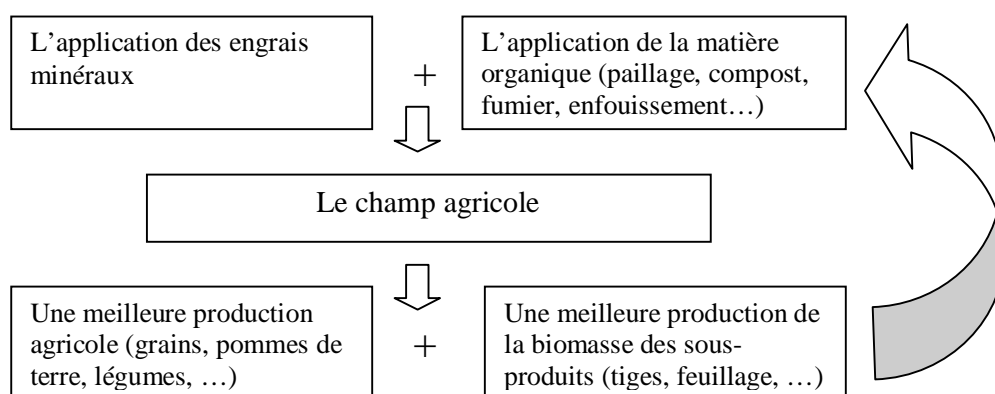
La figure ci-dessus montre que la matière organique du sol est cruciale dans l'intensification agricole. Avec la matière organique (et d'autres amendements comme de la chaux et des phosphates naturels) le cycle négatif peut être changé dans un cycle positif comme présenté ci-dessous.

Figure 2: Les effets synergiques de l'utilisation des engrais minéraux et de la matière organique et d'autres amendements dans l'intensification agricole.



Avec une acidité contrôlée, l'application des engrais minéraux chaque saison, et la restitution structurelle de la biomasse des sous-produits au champ d'origine, un cycle positif peut être créé entre la production agricole et la production de la biomasse. Les engrais minéraux améliorent la qualité et la quantité de la biomasse des sous-produits et de la production agricole. La restitution de cette biomasse aux champs (à travers du compost, du paillage, de l'enfouissement ou du fumier organique) améliore l'efficacité et donc la rentabilité des engrais. Le résultat est une production augmentée quantitative et qualitative de la biomasse des sous-produits et produits agricoles. Cette biomasse des sous-produits améliorée restituée aux champs en combinaison avec l'application des engrais, améliore la production de la biomasse des sous-produits et produits agricole, et ainsi de suite. Au cours des années un nouvel équilibre peut s'installer.

Figure 3: Le cycle de l'utilisation des engrais et la matière organique et l'augmentation de la production de la biomasse des sous-produits et produits agricole.



Leçons

- Dans l'intensification agricole, le maintien et l'augmentation du niveau de la matière organique est cruciale pour augmenter l'efficacité des engrais et avoir des rendements durables.
- Si les sols sont acides, l'application des amendements (chaux, roches phosphates) sont une pré-condition pour la réussite de l'intensification agricole.

➤ **Les trois rôles de la matière organique du sol**

Comme indiqué, l'état de la matière organique du sol est crucial pour obtenir une intensification agricole durable. La matière organique du sol diminue le risque de la dégradation des sols et contribue positivement à la production des cultures et de la biomasse.

La matière organique joue trois rôles essentiels dans le sol. Ses rôles concernent les qualités physiques, chimiques et biologiques du sol.

Ces rôles dépendent de deux caractéristiques:

- Le taux des éléments nutritifs dans la matière organique
- La vitesse de minéralisation de la matière organique

Tableau 2: Les rôles et caractéristiques de la matière organique du sol

	Rôles de la Matière Organique du Sol (MOS)	Taux des éléments nutritifs	Vitesse de minéralisation	Source
1	Qualités physiques - Rétention des éléments fins du sol - Infiltration et rétention de l'eau - Stabilisation de la terre - Agrégation, aération, enracinement	Indifférente	Lente	Matériel inerte ou résistante plus les dérivés de type 1 et 3
2	Qualités chimiques - Rétention des éléments nutritifs - Pouvoir tampon	Moyenne	Moyenne	MO riche en lignines et phénols, et dérivée de type 3
3	Qualités biologiques - Enrichissement des éléments nutritifs pour les cultures - Amélioration de l'activité de ces microorganismes	Elevé	Rapide	Fumiers, compost, MO avec un taux bas de lignine et de phénols et taux élevé de N (P, K ...); càd fanes de légumineuses

Les arbres ont l'avantage de promouvoir les trois rôles de la matière organique du sol:

- La qualité physique est améliorée par les racines et les feuilles non minéralisés
- La qualité chimique est améliorée par les feuilles avec une vitesse de minéralisation moyenne qui permet d'accumuler la quantité et d'améliorer la qualité de la matière organique du sol dans le temps
- La qualité biologique est améliorée par la stimulation de la microfaune et microflore des sols (déroulement normal des cycles biochimiques), et par leur production de diverses qualités de litière végétale, effet positif sur la faune du sol, etc.)

→ **Quand les arbres sont âgés, ces effets positifs augmentent**

Leçon

- Les arbres contribuent à la qualité physique, chimique et biologique du sol

➤ **Les rôles positifs de l'arbre dans l'intensification agricole**

Le rôle traditionnel donné aux arbres, celui d'enrichir à court terme les sols avec le N et P, devient moins prioritaire quand on applique les engrais minéraux. Les besoins en éléments nutritifs sont dans ce cas couverts par les engrais minéraux. Dans ces conditions, il est mieux d'utiliser les arbres avec l'objectif de rendre l'utilisation des engrais minéraux plus efficace et rentable. Ceci se réalise par la contribution de l'arbre à la diminution de la perte des éléments nutritifs due au lessivage et par l'amélioration du pouvoir tampon contre l'acidité. Ces deux processus sont achevés par l'amélioration de la qualité chimique du sol et donc par l'augmentation de la matière organique du sol avec une vitesse de minéralisation moyenne.

Les objectifs principaux de l'arbre sont dans ce cas :

- Réduire la perte des éléments nutritifs fournis par les engrais minéraux
 - Au moment de l'application des engrais minéraux dans l'agriculture, une partie de nutriments n'est pas directement utilisée par les cultures. Cette quantité risque de se perdre par le lessivage, mais avec une bonne teneur en matière organique, ces éléments (nutriments) peuvent être fixés et gardés pour le futur. Certaines espèces d'arbres ont l'avantage que les feuilles ont une vitesse de minéralisation moyenne. Avec une telle vitesse de minéralisation, les éléments nutritifs sont gardés pour les saisons futures. En plus, une minéralisation moyenne permet d'accumuler la matière organique au cours des années.
- Augmenter le pouvoir tampon du sol
 - Avec une matière organique du sol stable, la capacité d'échange des cations est augmentée et ainsi, le pouvoir tampon du sol s'améliore.

Un autre objectif important pour les arbres dans l'intensification agricole est :

- Le recyclage des éléments nutritifs (et surtout les cations) lessivés. La remontée des éléments nutritifs des horizons profonds du sol améliore la disponibilité des nutriments pour les cultures et diminue l'acidité.

Selon le contexte, les arbres peuvent également contribuer à :

- La lutte contre l'érosion
- La diversification des sources des revenus par la production du bois, du fourrage, des tuteurs et d'autres sous-produits.

Leçons

- *Dans l'intensification agricole les arbres augmentent la rentabilité de l'utilisation des engrais quand ils contribuent à diminuer le lessivage, à augmenter le pouvoir tampon contre l'acidité et ramènent les éléments nutritifs lessivés;*
- *Selon le contexte, la lutte contre l'érosion et la production du bois, fourrage et d'autres sous-produits sont également des avantages clés des arbres.*

1.5 LES CARACTERISTIQUES DES ARBRES A UTILISER DANS L'INTENSIFICATION

Tenant compte des avantages et des désavantages de l'arbre, il est suggéré que l'espèce de l'arbre dans l'agroforesterie ait les caractéristiques suivantes:

➤ **Prioritaires**

- Un enracinement pivotant/profond (et un tronc unique) pour:
 - ⇒ Ramener les éléments lessivés à la surface
 - ⇒ Augmenter la stabilité du sol
 - ⇒ Diminuer la compétition avec les cultures par les racines latérales
- Un recyclage interne efficace pour:
 - ⇒ un recyclage rapide des éléments lessivés au niveau de l'arbre
- Les feuilles avec une vitesse de minéralisation moyenne (riche en lignines et phénols) pour:
 - ⇒ contribuer à la qualité chimique et physique du sol

➤ **Secondaires**

- Un pouvoir de vivre en interaction avec les mycorhizes (P absorption) et avec rhizobium (N fixation biologique) pour:
 - ⇒ améliorer la disponibilité des éléments nutritifs aux cultures¹
- Une production de la biomasse potentielle élevée pour:
 - ⇒ augmenter la quantité de la matière organique du sol et le bois de chauffe, tuteurs, bois de construction et du fourrage
- Une vitesse de croissance relativement rapide pour:
 - ⇒ avoir les effets souhaités le plus vite possible
- Une aptitude comme bois de chauffe et bois de construction bonne pour:
 - ⇒ pour mieux diversifier les sources des revenus et répondre aux besoins divers

¹ Si nous devons choisir entre les deux propriétés, une bonne absorption de P serait préférable à la fixation biologique de N. Ceci parce que la fixation sera limitée si la disponibilité de P est limitée, parce que la fixation diminue rapidement avec l'augmentation de la disponibilité en N (peu n'importe ce qui provoque cette disponibilité).

2. LES DIFFERENTS SYSTEMES D'AGROFORESTERIE

2.1. INTRODUCTION

Dans l'agroforesterie il y a plusieurs systèmes. Les caractéristiques d'un système d'agroforesterie sont:

- La structure; la densité et l'emplacement des arbres (arbustes et graminées)
- Les espèces des arbres (arbustes et graminées)
- La gestion des (arbustes et graminées)

Chaque système a d'autres caractéristiques et ainsi d'autres effets à court, moyen et long terme. Les résultats de l'agroforesterie dépendent aussi du contexte économique, agro-écologique, socioculturel et politique. Il est donc important de faire un bon choix du système selon le contexte et les objectifs visés. Les arbres peuvent jouer un rôle important sur des systèmes agricoles et les pâturages.

Cette partie du manuel a comme objectif de montrer les critères à prendre en compte pour le choix d'un système. Ensuite, différents systèmes sont décrits plus précisément, y compris leur mode de gestion recommandée. Ce manuel focalise sur les systèmes qui rendent l'intensification agricole plus durable.

Les systèmes décrits sont:

- (1) Le parc arboré / les arbres dispersés
- (2) Le parc arboré / les arbres dispersés avec des haies vives comme clôtures vivantes
- (3) Le parc arboré / les arbres dispersés avec des haies vives suivant les courbes de niveau
- (4) Le micro-boisement en rotation
- (5) Le micro-boisement permanent

2.2 LES CRITERES DE CHOIX D'UN SYSTEME AGROFORESTIER

Le choix d'un système d'agroforesterie dépend de beaucoup de variables. Il n'existe pas une formule magique qui donne le choix optimal.

Les variables les plus importants sont:

➤ Variables économiques

- **La rentabilité des systèmes agricoles:** La mise en place d'un système d'agroforesterie demande des investissements. L'entretien a des coûts en termes de temps nécessaire et d'acquisition des outils. En plus, les arbres peuvent avoir des effets négatifs en termes de compétition avec les cultures. Néanmoins, la plus valeur de l'agroforesterie se montre en général qu'après quelques années. Il est donc très important de pouvoir estimer la rentabilité de l'agroforesterie avant de se lancer dedans. La rentabilité augmente considérablement quand l'agroforesterie est combinée avec une intensification agricole selon l'approche de la gestion intégrée de la fertilité de sols. Les systèmes d'agroforesterie bien adaptés et gérés augmentent l'efficacité de l'utilisation des engrais, lutte contre l'érosion et donne des revenus supplémentaires en termes de bois, du fourrages et d'autres sous-produits de bois. L'intensification agricole n'est pas partout rentable.

La rentabilité de l'intensification agricole et donc de l'agroforesterie en fonction de cette intensification dépend des aspects comme:

- La rentabilité des produits agricoles cultivés (offre et demande, coûts de production et revenus);
 - L'effet de l'intensification agricole sur la rentabilité de ces produits agricoles (sur les sols très acides l'intensification est souvent peu rentable);
 - L'accès aux marchés des producteurs (la présence des routes, des marchés, etc.);
 - Les capacités des producteurs à négocier des bons prix des intrants et des prix de vente.
- **La rentabilité du bois et sous-produits du bois:** Le bois et les sous-produits de bois ont une valeur économique en eux-mêmes. Cette valeur peut être très grande dans certaines zones où par exemple la demande du bois de chauffe ou du fourrage est très grande par rapport à l'offre. Dans certain endroit il est même plus intéressant d'investir plus dans la production de bois (ou du fourrage) que dans l'agriculture des vivriers. Surtout autour des centres urbains il est bien possible que la production de bois est plus rentable que l'agriculture. Egalement sur des sols pratiquement impropres à l'agriculture à cause d'une dégradation forte ou des pentes très raides la production de bois peut être plus attractive que l'agriculture. Par conséquent, chaque situation aura un autre système d'agroforesterie idéale.

➤ **Les variables agro-écologiques**

- L'érosion (pluviale et éolienne) et le ruissellement:

Certains systèmes ont plus d'effet sur la lutte contre l'érosion que d'autres

- Le degré de dégradation:

Les systèmes qui permettent de ramener des éléments nutritifs du sol sont à préférer sur les sols acides;

Si l'état de la matière organique du sol est faible et le lessivage est grand, les systèmes qui facilitent la production de la matière organique à court terme pourront avoir une préférence.

Sur les sols très dégradés il est peut-être plus intéressant de mettre le micro-boisement que de mettre les cultures.

- La pluviométrie et la température:

La croissance des arbres dépend des conditions écologiques. Certains espèces ne croissent pas dans les zones chaudes ou des zones d'haute altitude avec des température modéré. Certains sols ne sont pas aptes pour certaines espèces;

Quand la pluviométrie diminue les avantages de l'arbre dans l'intensification agricole diminuent progressivement. Les zones avec une pluviométrie autour de 900mm par an sont moins intéressantes pour l'intégration de l'arbre dans l'agriculture.

- L'hydrologie du sol:

Les marais aménagés ne sont pas propices à l'intégration des arbres.

- Les cultures:

Certaines cultures sont plus sensibles à l'ombrage que les autres.

- Les techniques culturales:

La traction animale ou la mécanisation peut favoriser certains modèles au dessus d'autre.

- Les dimensions des parcelles
- Le niveau d'occupation des terrains.

➤ **Les variables socioculturelles**

- Les préférences et besoins des producteurs:

Les producteurs ont souvent des expériences avec l'agroforesterie. En général, ils connaissent bien ce qu'il est faisable et ce que n'est pas. L'importance qu'ils donnent à la production agricole par rapport à la production des tuteurs, du fourrage, du bois de chauffe, des médicaments, etc. détermine souvent la préférence pour certaines systèmes et espèces.

- La disponibilité de main d'œuvre:

La main d'œuvre nécessaire pour l'entretien de chaque système change.

- Le système foncier:

S'il les producteur n'ont pas la sécurité fonciers, ils sont moins réceptive à faire des investissements à moyen et longue terme tel que la mise en place d'un système d'agroforesterie.

➤ **Les variables politiques**

- Les priorités des autorités publiques:

Certaines zones pourraient être ciblées par des projets agricoles ou forestiers qui influencent la faisabilité et durabilité des différents systèmes.

- La loi forestière:

Les lois forestières pourraient exclure certaines modes d'exploitation des arbres et donc les rendements de ces arbres.

En tant que formateur, sensibilisateur, agent d'extension, agent de développement, vous devriez guider les producteurs à faire des bons choix concernant les systèmes d'agroforesterie. On ne peut pas imposer des systèmes. Cela n'est pas participative et certainement nuit la pérennité des activités. Par contre, il est important de fournir les producteurs avec les informations nécessaires pour qu'il puisse prendre une décision juste. Ceci augmentera l'appropriation de l'activité par le producteur et ainsi la

pérennité de l'investissement. Surtout en cas des situations nouvelles, comme l'intensification agricole, un appui est nécessaire.

➤ **Plan d'aménagement**

Pour faire des choix des systèmes dans un espace rural plus large on a besoin d'un plan d'aménagement. Un plan d'aménagement est un dessin spatial des différents systèmes d'utilisation des terres y compris les systèmes d'agroforesterie. Il est basé sur une analyse des caractéristiques socio-économiques et agro-écologiques d'une entité géographique, tel qu'un bassin versant. Il y a des plans d'aménagement simple et complexe. Le plan d'aménagement doit prendre en compte plusieurs variables en mettant l'accent sur les potentialités en agriculture, élevage et ressource en bois, et l'impact des modes de gestion de cette bassin versant sur l'environnement hors du bassin (bas-fonds, rivière, etc.).

Le développement d'un plan d'aménagement se fait en collaboration avec la population et les autorités locales. En fonction de ce processus de planification, différents systèmes d'agroforesterie peuvent être choisis dans différentes unités agro-écologiques. Le résultat est généralement une mosaïque des systèmes avec par exemple des micro-boisements sur les crêtes et des terrains sur pentes très raides, les arbres et arbustes et fossés antiérosifs suivant les courbes de niveau sur les terrains à pentes moyennement raides et les arbres dispersés sur les terrains à pente peu raide et les bas-fonds.

Idéalement un plan d'aménagement se fait dans le cadre d'une planification communale, d'un district ou d'une province. Dans ce cas, l'utilisation des terres est planifiée selon les forces, faiblesses, opportunités et contraintes de chaque site et ses habitants. C'est un processus participatif qui prend du temps.

2.3 LES SYSTEMES

2.3.1 Le parc arboré / arbres dispersés

➤ **Description**

Les parcs arborés se caractérisent par des arbres dispersés fort développés sur des terrains cultivés. Il s'agit du système de base de l'agroforesterie en relation avec l'intensification agricole. Si bien gérés et intégrés dans d'autres composantes de la gestion intégrée de la fertilité du sol, les parcs arborés contribuent fortement à l'efficacité et donc la rentabilité de l'utilisation des engrais à long terme.

➤ **Les objectifs**

- Le support à l'intensification agricole
 - L'objectif principale du système de parcs arborés / arbres dispersés est son rôle dans l'intensification agricole. Les arbres permettent à travers leurs racines et la biomasse des feuilles d'augmenter la rentabilité d'utilisation des engrais par:
 - L'amélioration de l'état de la matière organique;
 - La rétention des éléments nutritifs;
 - La facilitation de l'infiltration et rétention de l'eau dans le sol;
 - La facilitation d'enracinement des cultures;
 - Le recyclage des éléments lessivés dans le sol;
 - La concentration, la sauvegarde et enrichissement des éléments nutritifs.
- La production de bois et sous-produits de l'arbre:
 - Selon la mise en plantation est la gestion des arbres, ce système permet la production de bois de chauffe et du fourrage.
- La lutte contre l'érosion
 - Si les arbres ont grandis et si les autres composants de la gestion intégrée de la fertilité des sols sont respectés², ce système peut contribuer à la lutte contre l'érosion pluviale et éolienne.

Tableau 3: Les objectifs du système d'agroforesterie le parc arboré / arbres dispersés.

Long terme (5 ans et plus)	Moyen terme (3 à 4 ans)	Court terme (1 à 2 ans)
- Meilleure productivité agricole (en relation avec le GIFS cet effet peut apparaître plus vite)	- Production de bois et sous-produits de bois - Lutte contre l'érosion	

➤ **Quand l'appliquer ?**

- Si on veut faire l'intensification agricole
- Si les champs sont moins exposés au ruissellement

² La Gestion de la Fertilité Intégrée du Sol inclut l'utilisation des engrais, de la matière organique, la chaux et les phosphates naturelles, l'utilisation des semences améliorés, les bonnes pratiques agricoles, la conservation des sols et l'agroforesterie.

- Si les champs sont menacés par l'érosion éolienne;
- Si le terrain et climat sont appropriés aux arbres (par exemple, les marais aménagés sont peu adaptés pour l'agroforesterie);
- Si la dimension de la parcelle le permet.

➤ **Les espèces à utiliser**

Les espèces utilisées devraient avoir plusieurs de caractéristiques notamment une bonne adaptation à la situation:

- Un enracinement pivotant/profond (et un tronc unique);
- Un recyclage interne efficace;
- Les feuilles avec une vitesse de minéralisation moyenne (relativement riche en lignines et phénols);
- Un pouvoir de vivre en interaction avec les mycorhizes (p absorption) et avec rhizobium (n fixation biologique);
- Une production de la biomasse potentielle élevée;
- Une vitesse de croissance relativement rapide;
- Une bonne aptitude comme bois de chauffe et bois de construction.

➤ **Les espèces recommandées**

Tableau 4: Les espèces à utiliser dans le système d'agroforesterie le parc arboré / arbres dispersés par zone climatique.

Zone	Espèces
Basses altitudes (900 m à 1400 m) Pluviométrie 900 mm à 1200 mm	Grevillia, Cedrella, Senna spectabilis, Markhamia, Agrocarpus, Maesopsis
Moyennes altitudes (1400 m à 1800 m) Pluviométrie 1200 mm à 1600 mm	Grevillia, Cedrella, Senna spectabilis, Markhamia, Agrocarpus, Maesopsis
Hautes altitudes (1800 m et plus) Pluviométrie 1600 mm à 1800 mm	Alnus, Polysias fulva

➤ **La mise en plantation**

Il y a deux variables importantes à suivre dans la mise en plantation:

- Les arbres sont distribués homogènes et réguliers;
- La couverture optimale est celle où la superficie totale de couronnes représente 20 à 25% de la superficie concernée.

Le nombre de pieds dans le champ dépend du diamètre de la couronne.

Tableau 5: Les écartements des pieds d'arbres recommandés en fonction du diamètre de la couronne.

<i>Diamètre couronne</i>	<i>Ecartement (20% couverture)</i>	<i>Ecartement (25% couverture)</i>
2	4,5 m	4 m
3	7 m	6 m
4	9 m	8 m
5	11 m	10 m
6	13 m	12 m

Quand les plantules sont petites, il est possible de commencer avec un nombre important. Au cours des années il faut diminuer ce nombre pour arriver à une couverture de 20% à 25%, mais en respectant la homogénéité.

La mise en plantation se fait par marquage des trous suivant les écartements choisis et par creusage des trous de 40 cm x 40 cm x 40 cm. Ces dimensions peuvent être réduites sur des sites labourés. Ensuite, les plantes de hauteur de 15 cm à 20 cm produites en pépinière sont plantées.

➔ La gestion

Pour profiter de cette forme d'agroforesterie, la gestion des arbres joue un rôle primordial. Elle servira notamment à minimiser la compétition entre l'arbre et la culture pour les éléments nutritifs, l'eau et la lumière.

Les mesures nécessaires sont:

- Pendant les phases juvéniles, les arbres nécessitent d'être protégés
 - contre le broutement par le bétail → par exemple par les branches épineuses;
 - contre la compétition des mauvaises herbes → par le désherbage de 80 cm autour du plant.
- S'assurer qu'autant que possible de la matière organique produite restera sur le champ;
- La coupe des racines à 50 cm du tronc jusqu'à une profondeur de 20 cm:
 - La coupe de racines superficielles doit être faite quand les plants sont encore jeunes (les premiers 5 ans) pour donner garantit aux racines de soutien de se développer dans les couches les plus profondes du sol;
 - La coupe de racines superficielles doit être réalisée régulièrement afin d'éviter la formation des nouvelles touffes de racines sur les racines restantes entre le tronc et la section de coupe.
- S'assurer que la densité des couronnes est entre le 20% et 25% de la superficie de la parcelle pour éviter la compétition en lumière:
 - Ceci peut se faire par l'élimination des arbres ou par l'élagage des couronnes. Quand on élimine les arbres il est bien de couper les troncs à 30 cm et de laisser les pieds dans le champ pour garder l'avantage que les racines ont sur la structure du sol. Afin de diluer l'abri, l'élagage des couronnes doit s'assurer que les diamètres de la couronne restent égaux ou inférieur à la moitié de la longueur du tronc.
- L'élagage des branches latérales pour éviter la compétition en lumière:

- Pour avoir une production de la biomasse optimale, il est conseillé d'élaguer les branches latérales jusqu'à un tiers de la hauteur du tronc. Deux tiers du tronc sont donc laissés. Avec l'élagage, le tronc doit toujours être épargné.

2.3.2 Le parc arboré / les arbres dispersés avec des haies vives comme clôtures vivantes

➤ Description

Le terrain en culture avec les parcs arborés ou les arbres dispersés pourrait être entouré par des haies vives comme clôtures vivantes. Ces clôtures sont mises en place en vue de protéger l'espace cultivé contre les animaux ou pour démarquer les terrains. Quand la protection contre le bétail n'est pas pertinente, les haies vives avec des arbres et arbustes peuvent être plantés autour des champs prioritairement pour la production du bois de chauffe, fourrage, tuteurs, et d'autres sous-produits comme le biodiesel provenant de grains de *Jatropha*. Ces haies répondent plus aux besoins à court terme des producteurs et contribuent à l'intégration de l'élevage avec l'agriculture.

➤ Les objectifs

- Le support à l'intensification agricole:
 - L'objectif principale du système de parcs arboré / arbres dispersé est son rôle dans l'intensification agricole. Les arbres permettent à travers leurs racines et la biomasse des feuilles d'augmenter la rentabilité d'utilisation des engrais par:
 - L'amélioration de l'état de la matière organique;
 - La rétention des éléments nutritifs;
 - La facilitation de l'infiltration et rétention de l'eau dans le sol;
 - La facilitation d'enracinement des cultures;
 - Le recyclage des éléments lessivés dans le sol;
 - La concentration, la sauvegarde et enrichissement des éléments nutritifs.
- La production de bois et sous-produits de l'arbre et les arbustes:
 - Les arbustes dans les haies vives produisent du paillage, du bois, du fourrage, des tuteurs et d'autres sous-produits comme l'huile végétale (il est bien de se réaliser qu'à terme les arbres produisent en général plus de biomasse que les arbustes);
 - Selon la mise en plantation est la gestion des arbres, ce système permet de diversifier les revenus par la production de bois de chauffe et du fourrage.
- La protection de champs contre les animaux;
- La visualisation des limites de champs;
- La lutte contre l'érosion:
 - Les arbustes contribuent à lutte contre de l'érosion pluviale;
 - Si les arbres ont grandis ils contribuent à la lutte contre l'érosion pluviale et éolienne.

Tableau 6: Les objectifs du système d'agroforesterie le parc arboré / arbres dispersés avec des haies vives comme clôtures vivantes.

Long terme (5 ans et plus)	Moyen terme (3 à 4 ans)	Court terme (1 à 2 ans)
- Meilleure productivité agricole (en relation avec le GIFS cet effet peut apparaître plus vite)	- Production de bois et sous-produits - Lutte contre l'érosion - Amélioration de l'état de la matière organique du sol	- Délimitation du champ - Production du fourrage, des tuteurs et de la matière organique

➔ **Quand l'appliquer ?**

- Si on veut faire l'intensification agricole;
- S'il y a suffisamment de l'espace;
- Si les champs sont menacés par le bétail;
- S'il y un besoin de la matière organique, fourrage, tuteur ou d'autres sous-produits du bois;
- Si les champs sont menacés par l'érosion éolienne;
- Si le terrain et climat sont appropriés aux arbres (par exemple, les marais aménagés sont peu adapté pour l'agroforesterie).

➔ **Les espèces à utiliser**

- Les arbres: voyez système 1

Les espèces d'arbustes recommandées sont.

Tableau 7: Les espèces à utiliser dans le système d'agroforesterie le parc arboré / arbres dispersés avec des haies vives comme clôtures vivantes par zone climatique

Objectifs	Zone	Espèces
Bois de chauffe, fourrage, tuteurs	Basses altitudes (900 m à 1400 m) Pluviométrie 900 mm à 1200 mm	Leucaena tricandra, Leucaena diversifolia, Calliandra, Acacia aungustaima, Morus alba, Senna spectabilis, Tithonia abyssinica, Grevillea
	Moyennes altitudes (1400 m à 1800 m) Pluviométrie 1200 mm à 1600 mm	Leucaena tricandra, Leucaena diversifolia, Calliandra, Acacia aungustaima, Morus alba, Senna spectabilis, Tithonia abyssinica, Grevillea
	Hautes altitudes (1800 m et plus) Pluviométrie 1600 mm à 1800 mm	Leucaena tricandra, Leucaena diversifolia, Croton magalocarpus, Morus alba, Alnus acuminata, Tithonia abyssinica, Vernonia
Autres sous-produits (médicaments, huiles végétales)	Basses altitudes (900 m à 1400 m) Pluviométrie 900 mm à 1200 mm	Iboza riparia, Morus Alba, Jatropha curcas, Morus alba, Tithonia abyssinica
	Moyennes altitudes (1400 m à 1800 m) Pluviométrie 1200 mm à 1600 mm	Iboza riparia, Morus alba, Tithonia abyssinica
	Hautes altitudes (1800 m et plus) Pluviométrie 1600 mm à 1800 mm	Iboza riparia, Morus alba, Tithonia abyssinica

➤ **La mise en plantation**

- Les arbres: voyez système 1 plus que certains arbres peuvent être intégrés dans les haies vives;
- Les arbustes: l'écartement entre le 30 cm et 50 cm sur les bordures des champs.

➤ **La gestion**

- Les arbres: voir système 1
- Les arbustes:

En général:

- Le regarnissage des vides: remplacer les plantes desséchées ou mortes;
- Au moment du labour il faut couper les racines des arbustes jusqu'à 50 cm du pied;
- Le coup se fait en préférence au début de la saison agricole pour diminuer la compétition de la lumière.

Par objectif:

- La protection du champ contre le bétail: il est à conseiller de couper les haies vives à une hauteur d'un mètre. A partir de cette taille une périodicité de 2 fois par an doit être respectée pour la production des tuteurs et 3 ou 4 fois par an pour la production du fourrage ou de la matière organique.
- - Avec des haies vives à 1 mètre les branches latérales seront également exploitées comme source de fourrage.
 - A côté de la culture il faut élaguer les branches latérales pour éviter que les branches fassent obstacle au bon développement des cultures en association. La coupe a lieu à au moins 2 cm du tronc, dans le but d'améliorer la qualité de la tige du bois.

S'il n'y a pas un risque du bétail entrant aux champs les mesures suivantes peuvent être proposées pour augmenter de la production des tuteurs et du fourrage:

- **Tuteurs:** Après 1 an on coupe les arbustes la première fois à une hauteur de 40 cm et ensuite chaque 6 mois à 50 cm. Il faut s'assurer que les feuilles et les brindilles resteront sur le champ.
- **Fourrage:** Après 1 an on coupe la première fois à 40 cm et ensuite chaque 4 mois à 50 cm. Il faut toujours s'assurer que le fumier du bétail retourne au même champ.
 - Il est possible de couper progressivement par période; il faut couper chaque semaine ou mois une partie de la haie vive dans le sens qu'après 4 mois toute la haie est coupée et on revient à la première partie.
 - Pour certaines espèces comme l'Alnus la quantité de biomasse augmente progressivement quand la hauteur de coupe augmente.

Une bonne gestion de haies vives demande assez du temps. Il est donc important de pouvoir estimer si ça vaut la peine de le mettre en place.

➤ **Option additionnelle**

Une bande de graminées

Lorsqu'il y a suffisamment de l'espace, une option supplémentaire est de mettre en place une bande des graminées juste à côté des haies vives. La biomasse des graminées peut être utilisée comme fourrage, matière première pour une compostière ou être enfouie par le prochain labour.

Les graminées pourraient également remplacer les haies vives quand l'objectif recherché est la production du fourrage.

- **Les espèces** : French Cameroon, Setaria, Trypsacum
- **La mise en place**: Les graminées sont plantées à 20 cm des arbustes et à l'écartement de 10 à 20 cm (en cas de doubles lignes la plantation se fait en quinconce).
- La gestion:
 - Le regarnissage des vides: remplacer les plantes desséchées ou morts
 - La coupe se fait au plus tous le 3 mois soit 3 à 4 fois pendant une année à une hauteur de 20cm à 30 cm
 - Les coupes plus fréquentes gênent le développement et réduisent la quantité de récoltes
 - L'utilisation des engrais minéraux sur les bandes de graminées augmentera la production de la biomasse significativement.

2.3.3 Le parc arboré / les arbres dispersés avec des haies vives suivant les courbes de niveau

➔ Description

Ce système ajoute au parc arboré des lignes d'arbustes et de graminées dense le long des courbes de niveau du terrain en pente et taillées afin de constituer des haies vives. Ce système réduit l'érosion par le ruissellement de l'eau. En évitant la perte des couches arables, les haies vives avec les arbres contribuent à l'entretien de la fertilité du sol et la création des terrasses progressives. La biomasse produite par les haies vives peut être utilisée comme fourrage, tuteurs, d'autres sous-produits du bois ou être utilisée comme paillis sur le champ ou être enfouillée dans le sol.

➔ Les objectifs

- Le support à l'intensification agricole
 - L'objectif principale du système de parcs arboré / arbres dispersé est son rôle dans l'intensification agricole. Les arbres permettent à travers leurs racines et la biomasse des feuilles d'augmenter la rentabilité d'utilisation des engrais par:
 - - L'amélioration de l'état de la matière organique;
 - La rétention des éléments nutritifs;
 - La facilitation de l'infiltration et rétention de l'eau dans le sol;
 - La facilitation d'enracinement des cultures;
 - Le recyclage des éléments lessivés dans le sol;
 - La concentration, la sauvegarde et enrichissement des éléments nutritifs.
 - La lutte contre l'érosion:
 - les haies vives plantées sur des courbes de niveau diminuent considérablement l'érosion et facilitent la création des terrasses progressives;
 - Si les arbres ont grandi ils auront également un effet antiérosif.
 - La production de bois et sous-produits de l'arbre:
 - Les arbustes et graminées dans les haies vives produisent du paillage, du bois, du fourrage, des tuteurs et d'autres sous-produits comme l'huile végétale.

Tableau 8: Les objectifs du système d'agroforesterie « parc arboré / arbres dispersés avec des haies vives suivant les courbes de niveau ».

Long terme (5 ans et plus)	Moyen terme (3 à 4 ans)	Court terme (1 à 2 ans)
- Meilleure productivité agricole (en relation avec le GIFS cet effet peut apparaître plus vite)	- Production de bois et sous-produits du bois - Amélioration de l'état de la matière organique du sol	- Lutte contre l'érosion - Production du fourrage, des tuteurs et de la matière organique

➔ Quand l'appliquer ?

- Si on veut faire l'intensification agricole;

- Si les risques sur l'érosion sont forts;
- S'il y a un besoin de la matière organique, fourrage, tuteur ou d'autres sous-produits du bois.

➤ Les espèces

- Les arbres: voyez système 1.
- Les arbustes: voyez système 2.
- Les graminées: voyez système 2.

➤ La mise en plantation

La distance entre les courbes de niveau dépend de la pente et les risques de l'érosion

Tableau 9: Les écartements des courbes de niveau dans l'agroforesterie selon la pente et le niveau d'érosion (Source: Agenda Agricole du Rwanda, 2002).

Pente observée	Distance horizontale entre deux courbes de niveau	
	Un sol très susceptible d'être érodé	Un sol moyennement susceptible d'être érodé
2%	20m	40m
5%	15m	22m
10%	10m	16m
15%	9m	14m
20%	8m	13m
25%	6m	10m
30%	5m	9m
35%	4m	8m
40- 100%	3m	7m

Quand la distance entre les courbes est moins de 3 à 7 mètres, les arbres peuvent être plantés sur les bandes, mais en assurant que leur distribution est homogène sur les champs et la densité des couronnes ne dépasse pas le 25% de la surface du champ.

Pour tracer les courbes de niveau il faut :

- Mesurage de la pente
- Détermination de l'équidistance entre les courbes de niveau selon la pente (cf. tableau ci-dessus)
- Marquage des repères des courbes de niveau
- Piquetage et matérialisation/traçage des courbes de niveau par des piquets

Les instruments à utiliser sont : planche à pente, triangle à pente ou clisimètre

L'écartement des plants pour les haies vives

Tableau 10: La structure et écartements des haies vives.

Structure	Ecartement	Où ?
2 lignes des herbes fixatrices en amont 1 ligne des arbustes	Dans les lignes: 30 cm Entre les lignes: 30cm Les plants des lignes sont intercalés	Pente supérieure de 40%
1 ligne des herbes fixatrices en amont 1 ligne des arbustes	Dans les lignes: 30 cm Entre les lignes: 30cm Les plants des lignes sont intercalés	Pente inférieure de 40%
2 lignes des herbes fixatrices	Dans les lignes: 30 cm Entre les lignes: 30cm Les plants des lignes sont intercalés	Pente inférieure de 40%

➔ La gestion

- Les arbres: voyez système 1;
- Les arbustes: voyez système 2;
- Les graminées: voyez système 2;

➔ Options additionnelles

Les ravinelements

S'il y a des ravines dans les champs , les traitements suivants sont recommandées:

Eléments obligatoires:

- Construction des barrières en bois;
- Plantation des herbes et / ou des autres plants (*Dracaena*, *Euphorbia*, etc.) sur la barrière et le long de la ravine;
- Creusement des fossés de rétention d'eau où nécessaire (Dimension: 1,5m longueur, 1,5m largeur, 1m profondeur).

Eléments recommandés additionnels:

- Renforcement des barrières avec des pierres ou des souches de bois;
- Entassement des débris végétaux (mauvaises herbes, résidus de récolte, etc.) le long de la ravine.

Les fossés antiérosifs

Une option additionnelle est de creuser des fossés antiérosifs suivant les courbes de niveau. Les fossés sont recommandés quand les caractéristiques topographiques (pente) et pédologiques (structure, texture et autres) le permettent et que les menaces de l'érosion de ruissellement sont visibles. La mise en place des fossés demande beaucoup de moyens. La rentabilité d'un tel investissement n'est pas toujours évidente. Néanmoins, si les fossés antiérosifs protègent également les bas-fonds où l'intensification agricole est prometteuse, les investissements pourraient être bénéfiques du point de vue de la communauté.

Quelques éléments techniques des fossés antiérosifs

- Emplacement des fossés: Vers le sommet et généralement au milieu de la colline. Rappelons que les fossés servent à la rétention des eaux de ruissellement;
- Type des fossés: discontinues recommandés et éventuellement des fossés interrompue quinconce sur différents bandes;
- Dimensions des fossés antiérosifs:
 - Grand fossé: 6m (longueur), 0,6m (largeur), 0,6m (profondeur);
 - Petit fossé: 4m (longueur), 0,5m (largeur), 0,4m (profondeur);
- La mise en place: On jette la terre en amont de la courbe de niveau pour faciliter la formation des terrasses progressives;
- La gestion: il faut procéder aux curages réguliers en saison de pluie et surtout après des fortes pluies. La terre provenant du curage est jetée en amont pour la fertilisation.

Les fossés non entretenus ou dépourvus des haies vives n'ont pas d'effets antiérosifs et peuvent plutôt aggraver le ruissellement des eaux et donc l'érosion des terres.

2.3.4 Le micro boisement en rotation

➤ Description

Ce système a comme avantage qu'elle combine la restitution de la fertilité du sol et la production du bois de chauffage. Dans les régions où le prix de bois est attractif cette option devient intéressante. Au lieu de disperser les arbres sur la parcelle, les arbres sont concentrés sur une partie de la parcelle. Après 4 ou 5 ans le bois est récolté et remplacé par une culture. Au même moment des jeunes arbres sont plantés dans une autre partie de la parcelle. Dans ce cycle il y a 3 ou 4 cultures qui font la rotation avec les arbres.

➤ Les objectifs

- La production de bois de chauffe et du fourrage (les feuilles)
- Le support à l'intensification agricole.

Le micro-boisement en rotation permet au sol de se régénérer. La biomasse produite augmente la matière organique dans les sols qui contribue à:

- La diminution de lessivage des éléments nutritifs;
- La capacité de rétention et d'infiltration d'eau du sol;
- L'enrichissement des éléments nutritifs et ainsi son influence positive sur la fertilité des sols par une meilleure disponibilité des éléments nutritifs.

Tableau 11: Les objectifs du système d'agroforesterie micro-boisement en rotation.

Long terme (après 4 ou 5 ans)	Moyen terme (à 4 ou 5 ans)	Court terme (1 à 3 ans)
- Meilleure productivité agricole	- Production de bois et fourrage - Amélioration de l'état de la matière organique du sol	

➤ Quand l'appliquer ?

- S'il le prix du bois est intéressant;
- S'il y a suffisamment de l'espace;
- Si on veut faire l'intensification agricole.

➤ Les espèces

Les espèces devraient avoir les caractéristiques suivantes:

- Bonne qualité de bois;
- Croissance vite;
- Absorption de p et fixation n;
- Racinement profond et recyclage interne efficace.

Avec un cycle de 4 ou 5 ans, ce sont surtout les prochaines espèces qui sont recommandés

Tableau 12: Les espèces à utiliser dans le système d'agroforesterie le micro-boisement en rotation par zone climatique.

Zones	Espèces
Basses altitudes (900 m à 1400 m) Pluviométrie 900 mm à 1200 mm	Calliandra, Sesbania sesban, Leucena, Tephrosia, Senna spectabilis ou siamae, Acacia mélanoxylon, Acacia meansi
Moyennes altitudes (1400 m à 1800 m) Pluviométrie 1200 mm à 1600 mm	Calliandra, Sesbania sesban, Leucena, Tephrosia, Senna spectabilis ou siamae, Acacia mélanoxylon, Acacia meansi
Hautes altitudes (1800 m et plus) Pluviométrie 1600 mm à 1800 mm	Leucena, Tephrosia, Acacia mélanoxylon, Mimosa scabrella

➤ La mise en plantation

Les arbustes peuvent être plantés à des écartements de 2 x 2 mètres ou semis directement sur le parti de la parcelle concernée. Après 4 ou 5 le bois est récolté et des nouvelles jeunes plantes sont plantées sur un autre parti de la parcelle. Après la récolte de ce bois, une troisième parti sera planté ainsi de suite, jusqu'à on revient sur les premières parcelles.

➤ La gestion

Il est important que la biomasse (feuilles, brindilles) reste sur le champ. Si on utilise les feuilles comme fourrage, il est conseillé de remettre le fumier du bétail sur une partie de la parcelle où l'agriculture est pratiquée.

2.3.5 Le micro boisement permanent

➤ Description

Le micro boisement sert à la production de bois et à la lutte contre l'érosion. Il est possible que la production de bois soit plus rentable que l'agriculture (intensive), surtout dans les zones d'approvisionnement en bois des centres urbains ayant une grande demande de bois et un pouvoir d'achat suffisamment élevé. Là où c'est pratiquement (quasiment) impossible de faire des cultures ou de pratiquer l'élevage (pentes extrêmes, sols très peu profonds, trop acides, infertiles, etc.), le micro boisement est également à conseiller. Ceci peut également s'avérer indispensable pour les sommets des bassins versants et là où le ravinement devient un problème. L'exploitation des pareils boisements doit être faite d'une façon que leur fonction de protection n'est pas en risque.

➤ Les objectifs

- La production de bois de construction et bois de chauffe

Ce système permet de produire le bois de construction et le bois de chauffe.

- La lutte contre l'érosion:

Une végétation permanente des arbres stabilise des sols.

Tableau 13: Les objectifs du système de l'agroforesterie micro-boisement permanent.

Long terme (5 ans et plus)	Moyen terme (3 à 4 ans)	Court terme (1 à 2 ans)
- Production de bois	- Lutte contre l'érosion	

➤ Quand l'appliquer ?

- S'il le prix du bois de construction et du bois de chauffe est intéressant;
- Si le terrain est impropre à l'agriculture à cause d'une forte dégradation du sol ou un très fort risque d'érosion (pente trop raide);
- Si les terrains en aval doivent être protégés contre l'érosion.

➤ Les espèces

L'espèce la plus utilisée pour la production du bois de construction est l'Eucalyptus. Malheureusement, cet arbre a des conséquences négatives sur la fertilité du sol et donc gêne un retour éventuel de l'agriculture sur ces parcelles. Actuellement il n'y a pas des alternatives valables pour l'Eucalyptus comme source de bois de construction dans les zones de Rwanda, Burundi et le Kivu au RDC.

Pour la production de bois de chauffe il y a des alternatives qui améliorent également des sols:

Tableau 14: Les espèces à utiliser dans le système d'agroforesterie micro-boisement permanent par zone climatique.

Zones	Espèces
Basses altitudes (900 m à 1400 m) Pluviométrie 900 mm à 1200 mm	Grevillea, Acacia meansi, Acacia melaxylon, Eucalyptus
Moyennes altitudes (1400 m à 1800 m) Pluviométrie 1200 mm à 1600 mm	Grevillea, Acacia meansi, Acacia melaxylon, Eucalyptus, Callitris, Podo carpus
Hautes altitudes (1800 m et plus) Pluviométrie 1600 mm à 1800 mm	Acacia melaxylon, Posocarpus us., Casuarina (philaoa), Eucalyptus

➤ La mise en plantation

- Les arbres dans le « micro-boisement » pur pourraient être plantés à un écartement de 2, 3 ou 5 mètres;
- Les Eucalyptus doivent être plantés à une distance de 3 mètres des champs voisins afin d'éviter que la matière organique avec des effets légèrement toxiques atteigne le champ. Une option est donc de planter des Eucalyptus entouré par d'autres espèces;
- Entre les jeunes arbres il est possible de planter les espèces de couverture qui colonisent facilement le sol pour augmenter l'effet antiérosif et la production de la biomasse.

➤ La gestion

S'il s'agit d'un boisement de protection il faut limiter l'exploitation le plus possible pour ne pas mettre en risque le rôle protecteur.

3. L'INTEGRATION DE L'AGROFORESTERIE DANS LES TESTS PARTICIPATIFS DE L'INTENSIFICATION AGRICOLE

Il est important de tester l'intégration de l'agroforesterie dans l'intensification agricole. Les comparaisons peuvent être faites entre les différents systèmes identifiés. Au lieu d'utiliser les stations de recherche, les tests participatifs se font avec et dans les champs des producteurs ciblés. Par conséquent, les tests participatifs peuvent améliorer les systèmes sur place et convaincre les producteurs voisins à suivre l'exemple d'adopter l'agroforesterie.

Un système de suivi doit être à la base des tests participatifs. Le système de suivi inclut au moins les éléments suivants:

- ❖ Une liste des indicateurs

Les indicateurs se trouvent à trois niveaux:

- Au niveau des processus du sol et des arbres: l'humidité, le pH, la disponibilité des éléments nutritifs, le taux de la matière organique du sol, la structure du sol, l'érosion, la compétition entre les arbres et les cultures et la taille des arbres;
 - Au niveau des résultats de l'intensification agricole et l'agroforesterie: la production des produits et sous-produits agricoles, la production du bois et sous-produits du bois et les coûts et revenus;
 - Au niveau des effets sur la rentabilité et la durabilité: l'évolution des premiers deux niveaux dans le temps.
- ❖ Une planification indiquant quand sur la base d'une baseline (le moment zéro) les indicateurs sont mesurés d'une façon périodique;
 - ❖ Des protocoles de l'exécution des tests.

La durée des tests participatifs nécessite d'être suffisamment longue pour montrer des résultats concrets. Etant donné que la croissance des arbres et arbustes prend quelques années, les tests se font idéalement sur des parcelles avec les arbres et les arbustes déjà en maturité. Quand les tests se font sur des terrains avec des arbres et des arbustes nouvellement plantés, la durée minimale pour avoir des résultats utiles se prolonge évidemment.

On distingue deux situations différentes pour les tests: les terrains à faible pente et les terrains à forte pente.

(1) Sur terrains à faible pente.

→ Comparaison des systèmes parc arboré et parc arboré avec haies vives

➔ Objectif

L'objectif de ce test est d'améliorer la productivité des sols par une disponibilité accrue de la matière organique et une amélioration de l'efficacité des engrais. La compétition avec les cultures vivrières si elle existe doit être réduite au minimum.

➤ **Méthodologie**

Le parc arboré est constitué d'une espèce d'arbre qui, quand les techniques de gestion sont respectées n'entre guère en compétition avec les cultures au niveau du système racinaire et de la lumière.

Le dispositif comprend 4 objets:

1. Parc arboré avec restitution directe de la biomasse;
2. Parc arboré + haies vives avec restitution directe de la biomasse;
3. Parc arboré + haies vives avec restitution indirecte de la biomasse;
4. Témoin sans agroforesterie.

Chaque parcelle a une superficie de 10 ares. Les parcelles sont disposées perpendiculairement à la pente.

Les observations porteront sur:

- Le processus
 - La structure du sol et le taux d'humidité: l'humidité du sol au-dessous et au-dehors des arbres;
 - La fertilité du sol: l'analyse des sols pour comparer la teneur en N, P et pH;
 - La fertilité du sol: le taux de la matière organique du sol par l'analyse des sols en C/N;
 - La compétition de l'arbre avec les cultures: l'analyse du système racinaire pour évaluer la compétition avec les cultures;
- Les résultats:
 - La production de bois: le rythme de croissance des plants par le mesurage de la hauteur et du diamètre des arbres;
 - La production des produits et sous-produits agricoles, du bois et sous-produits du bois par le pesage;
 - La rentabilité: la détermination du rapport V/C (ratio valeur/coût) connaissant les rendements des cultures et la valeur des sous-produits de l'arbre.
- L'évolution dans le temps

On peut avoir une variante de ce dispositif: au lieu de restituer directement la biomasse produite, celle-ci est utilisée comme fourrage pour le bétail et on restitue le fumier issu de l'élevage.

(2) Sur terrains à forte pente

→ Comparaison des systèmes parc arboré avec des bandes suivant des courbes de niveau et agroforesterie renforcée par des fossés antiérosifs

➤ **Objectif**

L'objectif de ce test est d'améliorer la productivité du sol par la lutte antiérosive d'abord et la disponibilité de la matière organique ensuite.

➤ **Méthodologie**

Les objets sont au nombre de 3:

- Parc arboré avec des bandes suivant des courbes de niveau;
- Parc arboré renforcé par des fossés antiérosifs;
- Témoin sans agroforesterie ni fossés.

Chaque parcelle a une superficie de 10 ares. Les parcelles sont disposées perpendiculairement à la pente.

Les observations porteront sur:

➤ Le processus:

- L'érosion: par des parcelles de Wischmeier;
- La structure du sol et le taux d'humidité: l'humidité du sol au-dessous et au-dehors des arbres;
- La fertilité du sol: l'analyse des sols pour comparer la teneur en N, P et pH;
- La fertilité du sol: le taux de la matière organique du sol par l'analyse des sols en C/N;
- La compétition de l'arbre avec les cultures: l'analyse du système racinaire pour évaluer la compétition avec les cultures;

➤ Les résultats

- La production de bois: le rythme de croissance des plants par le mesurage de la hauteur et du diamètre des arbres;
- La production des produits et sous-produits agricoles, du bois et sous-produits du bois par le pesage;
- La rentabilité: la détermination du rapport V/C (ratio valeur/coût) connaissant les rendements des cultures et la valeur des sous-produits de bois.

➤ L'évolution dans le temps

NB.: Les arbres utilisés dans ces tests peuvent servir à d'autres objectifs tels que la fourniture du bois de chauffage ou du bois de construction. C'est la mesure du rythme de croissance qui détermine leur contribution à ces objectifs.

LITTERATURE

Les titres suivants sont utilisés comme ressource de ce manuel et sont recommandés pour ceux qui voudraient s'approfondir sur le thème de l'agroforesterie dans le cadre de l'intensification agricole et dans la région des Grands Lacs en Afrique.

Aperfawa & WWF/PEVI-Goma. 2007. *Modules de formation des techniciens et partenaires de WWF/PEVI- GOMA en agroforesterie*, Aperfawa & WWF/PEVI-Goma, Rusizi.

Bekele-Tesemma (Ed.). 2007. *Profitable agroforestry innovations for Eastern Africa. Experience from 10 agroclimatic zones of Ethiopia, India, Kenya, Tanzania and Uganda*. RELMA/World Agroforestry Centre, Nairobi.

Breman, H. & J.J. Kessler. 1995. *Woody plants in agro-ecosystems of semi-arid regions with an emphasis on the Sahelian countries*. Springer Verlag, Berlin etc.

Egli, A. & Kalinganire, A. 1998. *Les arbres et arbustes agroforestiers au Rwanda*, ISAR, Butare

Roose, E. and F. Ndayizigiye. 1997. *Agroforestry, water and soil fertility management to fight erosion in tropical mountains of Rwanda*. Soil Technology 11:109-119.

Roose, E., F. Ndayizigiye, and L. Sekayange. 1993. *L'agroforesterie et la G-CES au Rwanda – Comment restaurer la productivité des terres acides dans une région tropicale de montagne à forte densité de population ?* Cah. Orstom sér Pédol., vol XXVIII, no. 2, 1993, 327-349.

Roose, E., F. Ndayizigiye, L. Sekayange, and J. Nsengimana. 1988. *La gestion conservatoire de l'eau et la fertilité des sols (G.CES) – Une nouvelle stratégie pour l'intensification de la production et de la restauration de l'environnement en montagne*. Bull. Agric. Rwanda 21(4): 264-277.

Verheij, E. 2003. *Agroforesterie*, Agrodok 16, CTA and Agromisa, Wageningen.

ANNEXE 1: LISTE DES ARBRES, DES ARBUSTES ET DES GRAMINEES RECOMMANDES

Arbres pour l'agroforesterie comme support pour l'intensification agricole

Espèces	Racinement	Biomasse	Couronne	Resistance aux mesures de gestion	Croissance	Vitesse de minéralisation	Fixation N Absorption P	Climat/altitude
Grevillea	Profonde	Beaucoup	4x4	Bonne	Rapide	Faible		Variable, inférieur à 1800m
Cedrella	Profonde	Petit à moyen	2x2	Mauvaise	Rapide	Moyenne		Variable préférence moins de 1800 m
Maesopsis	Latéral	Beaucoup	6x6	Mauvaise	Rapide	Moyenne		Climat de plateau, altitude ne dépassant pas 1800m de préférence
Alnus	Profonde	Beaucoup	3x3	Bon (grand compétitivité mais apte à la gestion)	Rapide	Grande		Froid, plus de 2000m de préférence
Markhamia	Profonde	Moyen	4x4	Bonne	Moyenne	Faible		Plateau, altitude ne dépassant pas 1400m
Senna spectabilis	Latéral	Beaucoup	3x3	Mauvaise		Faible		Zones chaudes
Agrocarpus								
Polysias fulva								

Arbres et arbustes pour le micro boisement en rotation

Espèces	Vitesse de croissance	Fixation N Absorption P	Aptitude comme bois de chauffe	Climat/altitude
Calliandria	Rapide		TB, Valeur calorifique:4500 à 4750kcal/kg de bois sec	Variable, 1200m à1500 m d'altitude est préférables
Sesbania sesban	Très rapide		Mauvaise	Variable, altitude allant à 1800m
Leucena	Rapide		TB, 4200 à4600 kcal/kg de bois sec	Variable, altitude allant à 2400m
Tephrosia	Rapide		AB, Bois léger	Variable, altitude allant à2500m
Senna spectabilis ou siamae	Rapide		TB, plus de 4600 kcal/kg de bois sec	Chaud, altitude allant à1800m
Acacia meansi	Rapide		Très bonne	Chaud, altitude allant à1800m
Acacia mélanoxylon	Rapide		TB, plus de 4600 kcal/kg de bois sec	Variable, altitude allant à 2500m
Mimosa scabrella				

TB=Très bon, AB=Assez bon, B=Bon

Arbres pour le micro boisement permanent

Espèces	Vitesse de croissance	Effet sur la fertilité de sol	Aptitude comme bois de construction	Aptitude comme bois de chauffe	Climat/altitude
Acacia meansi	Rapide	Bon	Bonne	Très bonne	Chaud, altitude allant à1800m
Acacia melaxylon	Rapide	Bon	Bonne	Très bonne	Variable, altitude allant à 2500m
Podocarpus us.	Moyenne	Bon	Bonne	Bonne	Froid, altitude allant à 2500m
Grevillea	Rapide	Bon	Assez bonne	Bonne	Plateau, altitude inferieure à

Espèces	Vitesse de croissance	Effet sur la fertilité de sol	Aptitude comme bois de construction	Aptitude comme bois de chauffe	Climat/altitude
					1800m est préférable.
Casuarina (philaoa)	Moyenne	Dégradant	Bonne	Très bonne	Froid, altitude de plus de 1800m est préférable
Callitrix	Moyenne	Dégradant	Bonne	Bonne	Altitude moyenne
Eucalyptus	Rapide	Dégradant	Bonne	Très bonne	Variable

Arbustes pour les haies vives

Espèces	Vitesse de croissance	Fonctions (fourrage, tuteurs, médicinale, huiles)	Vitesse de minéralisation	Resistance aux mesures de gestion	Fixation N Absorption P	Climat/altitude
Leucaena tricandra	Rapide	Fourrage, tuteurs	Moyenne	Bonne		Variable, altitude allant à 2400m
Leucaena diversifolia	Rapide	Fourrage, tuteurs	Moyenne	Bonne		Variable, altitude allant à 2400m
Calliandra calothyrsus	Rapide	Fourrage, tuteurs, mellifère.	Moyenne	Bonne		Variable, 1200 à 1500m d'altitude est préférable
Acacia angustissima	Rapide	Fourrage, tuteurs	Lente	Bonne		Chaud, altitude allant à 1800m
Croton megalocarpus	Rapide	tuteurs	Rapide	Bonne		Froid, altitude allant à 2500m
Morus alba	Rapide	Fourrage, médicinale	Rapide	Bonne		Variable
Iboza riparia	Rapide	Médicinale	Rapide	Assez bonne		Variable
Alnus acuminata	Rapide	Tuteurs	Moyenne	Bonne		Froid, altitude allant à 2500m
Senna spectabilis	Rapide	Tuteurs,	Lente	Assez bonne		
Tithonia abyssinica	Rapide	Fourrage, médicinales	Très rapide	Très bonne		Variable
Vernonia						
Jatropha Curcas		Huiles végétales, médicaments				Climat chaud

Graminées

Espèces	Vitesse de croissance	Resistance aux mesures de gestion	Climat/altitude
French Cameroon	Rapide	Bonne	Variable
Setaria	Rapide	Moyenne	Variable
Trypsacum	Moyenne	Mauvaise	Bas fond, sols très riche