

# Inventaire des technologies et pratiques de l'Agriculture Intelligente face au climat (AIC) au Sénégal

Adama Faye | Aliou Faye | Nfally Sagna | Adjani Nourou-Dine  
Yessoufou | Inoussa Zagre | Roseline Ewulo | Omonlola Nadine  
Worou | Anthony Whitbread

Document de travail



**AICCRA**  
Accelerating Impacts of CGIAR  
Climate Research for Africa



# Inventaire des technologies et pratiques de l'Agriculture Intelligente face au climat (AIC) au Sénégal



Document de travail

Décembre 2022

Adama Faye

Aliou Faye

Nfally Sagna

Adjani Nourou-Dine Yessoufou

Inoussa Zagre

Roseline Ewulo

Omonlola Nadine Worou

Anthony Whitbread

# REMERCIEMENTS

Nous devons une immense gratitude à la Banque Mondiale à travers l'IDA (Association Internationale de Développement) pour leur soutien au projet AICCRA (Accelerating Impacts of CGIAR Climate Research for Africa).

# CONTENU

Liste des tableaux .....	5
Abbréviations.....	6
Introduction .....	7
1.1. Contexte et logique d'intervention de AICCRA au senegal .....	7
1.2. À propos de l'inventaire .....	8
2. Description des pratiques AIC.....	10
2.1. Restauration des terres, et conservation des sols.....	10
2.2. Récupération de leau et fertilité des sols.....	15
2.3. Agroforesterie .....	19
2.4. Cultures associées et rotation .....	23
2.5. Protection des cultures.....	25
2.6. Stabulation du bétail (embouche).....	25
2.7. La rizipisciculture .....	25
2.8. Le séchage et la cuisson solaire des aliments .....	26
3. Comparaison des technologies .....	27
Références .....	31

# Liste des tableaux

Tableau 1: Comparaison 1 des technologies .....	28
Tableau 2: Comparaison 1 des technologies (Suite) .....	29
Tableau 3: Comparaison 1 des technologies : Critères 2 .....	30

# Abbréviations

AIC	Agriculture Intelligente face au Climat
AICCRA	Accelerating Impacts of CGIAR Climate Research in Africa
ANACIM	Agence Nationale de L'Aviation Civile et de la Météorologie
ANCAR	Agence Nationale de Conseil Agricole et Rural
CCAFS	Climate Change Agriculture And Food Security
CEAS	Centre Ecologique Albert Schweitzer Suisse
CERAAS	Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de L'Adaptation à la Sécheresse
CIAT	Centre International d'Agriculture Tropicale
CILSS	Comité permanent inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel
CNRST	Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
ICRISAT	Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-aride
IDA	Association Internationale de développement
ILRI	Institut International de Recherche sur l'Élevage
INERA	Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles
MEDD	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
SER	International Primer on Ecological Restoration
SP-CNEDD	Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable
SPONG	Secrétariat Permanent des Organisations Non Gouvernementales
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature

# 1. Introduction

## 1.1. Contexte et logique d'intervention de AICCRA au Sénégal

---

AICCRA (Accelerating Impacts of CGIAR Climate Research in Africa), est un projet de trois (3) ans (2021-2023) financé par la Banque mondiale (IDA) dans six (6) pays africains : Éthiopie, Kenya, Zambie, Ghana, Mali et Sénégal. L'objectif principal de AICCRA au niveau global est de renforcer les capacités techniques, institutionnelles et humaines nécessaires pour améliorer le transfert d'informations, d'outils de prise de décision et de technologies relatifs au climat. Le projet comprend quatre (4) composantes principales :

- Génération et partage des connaissances ;
- Renforcement des partenariats pour la fourniture d'innovations intelligentes face au climat dans l'agriculture ;
- Validation des innovations agricoles intelligentes face au climat par le biais de projets pilotes, et ;
- Gestion de projet.

Au niveau du Cluster Sénégal, AICCRA renforce la capacité systémique des partenaires nationaux et du secteur privé à promouvoir une agriculture intelligence face au climat dans la diffusion des principaux résultats de la recherche climatique du CGIAR. Dirigé par l'Institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-aride (ICRISAT) jusqu'en décembre 2021 puis par l' institut international de recherche sur l'élevage (ILRI) depuis janvier 2022, AICCRA-Sénégal s'appuie sur les travaux existants financés par l'USAID (Developing Sustainable Market-based Weather and Climate Information Services in Senegal (CINSERE-Plus) mis en œuvre par le programme CCAFS et l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM).

L'AICCRA-Sénégal se concentre sur les cultures semi-arides et les systèmes intégrés agriculture-élevage pour développer des agro-conseils climatiques adaptés aux acteurs de la chaîne de valeur (agriculteurs, éleveurs, fournisseurs d'intrants et de services, services de vulgarisation, entreprises de jeunes, etc.), ensuite évalue et promeut les options d'AIC pour la construction de systèmes agricoles résilients. Le projet améliore les capacités de prévision météorologique et d'enregistrement météorologique de l'ANACIM et les soutient grâce au développement des capacités fournis par l'Institut international de recherche (IRI) de l'Université de Columbia. La collaboration avec l'ICRISAT et le Centre régional d'excellence sur les céréales sèches et les cultures associées de l'Institut sénégalais de recherche agricole (ISRA/CERAAS) a introduit les dernières innovations basées sur les cultures, notamment les germoplasmes, les meilleurs systèmes de culture-élevage éprouvés qui pourraient améliorer la productivité tout en augmentant la résilience du système au changement climatique.

Avec l'intervention de Alliance Bioversity et le CIAT, il construit un système de modèles commerciaux d'agriculture intelligente face au climat (AIC) sensibles au genre qui peuvent être jumelés à des investissements privés qui faciliteront la mise à l'échelle des innovations par des PME agricoles dirigées par des femmes grâce à la fourniture d'une assistance technique et de subventions de réduction des risques. AICCRA-Sénégal s'est également associée à l'Agence Nationale de Conseil Agricole et Rural (ANCAR) et à des agro-techs du secteur privé comme JOKALANTE et l'URAC (Union des radios locales), pour construire des systèmes de vulgarisation modernes qui atteignent des milliers de petits exploitants agricoles et éleveurs dans les zones d'intervention du Sénégal.

## 1.2. À propos de l'inventaire

---

Le Sénégal est l'un des pays les moins développés du monde, avec 47% de sa population vivant en dessous du seuil national de pauvreté. Il se classe 154e sur 186 pays selon l'indice de développement humain. L'insécurité alimentaire touche 16% d'une population inégalement répartie sur le territoire (2% sont considérés comme sévèrement malnutris et 14% modérément malnutris). Les facteurs qui contribuent à l'insécurité alimentaire dans le pays comprennent les facteurs climatiques qui affectent la production agricole (variabilité des précipitations, sécheresse, inondations), l'accès limité au marché et la volatilité des prix. En réponse à ces défis, l'approche « agriculture intelligente face au climat » (AIC) est présentée comme une solution à ces défis en raison de sa praticité et de son souci des effets du réchauffement climatique.

Cet inventaire des pratiques AIC est le résultat de travaux de revue systématique réalisée par le Centre d'étude régional pour l'amélioration de l'adaptation à la sécheresse (CERAAS), Sénégal. Les documents consultés comprennent des articles de revues traitant des aspects de l'agriculture intelligente face au climat en Afrique de l'Ouest, des livres, des chapitres de livres, des rapports de projets, etc. La recherche a été menée sur des plateformes de documentation en ligne telles que Science Direct, Google Scholar et les sites Web de diverses institutions de recherche travaillant dans le domaine du changement climatique. Des mots clés liés à l'AIC ont été utilisés tels que : « Changement climatique », « AIC », « Adaptation », « Impact », « Vulnérabilité », « Agriculture », « Atténuation » etc. Dans ces différents documents, les pratiques développées ont été listées. Afin de recueillir un maximum d'informations sur les pratiques et leur mise en œuvre, un modèle de fiche descriptive a été utilisé. Ce formulaire permet d'utiliser les mêmes catégories d'informations pour les différentes pratiques identifiées et d'avoir une cohérence dans la description. Dans chaque fiche, une description sommaire de la pratique est fournie, ainsi que les objectifs, le potentiel d'adaptation et d'atténuation, la faisabilité et les contraintes d'application.

L'objectif de cet inventaire est de fournir aux services de recherche et de vulgarisation agricoles une vue d'ensemble des technologies résilientes utilisées pour l'agriculture intelligente face au climat. Il répertorie et fournit des informations sur les pratiques AIC montrant des potentiels pour leur mise à l'échelle telle que l'aménagement et la conservation des terres, la production et protection des cultures, les opérations post-récolte...etc. tout en mettant en évidence le potentiel d'un retour sur investissement pour les petits exploitants agricoles. D'autres informations comprennent : les conditions optimales d'utilisation ; les principales caractéristiques et ses spécifications techniques (caractéristiques clés uniquement) ainsi que les illustrations. Un tableau comparatif le clôture en mettant en exergue les ressemblances et dissemblances existants entre les différentes technologies et pratiques AIC. Les critères de comparaison incluent d'une part la capacité de la technologie à s'adapter au changement climatique, les effets et impacts au plan agronomique, les effets et impacts agronomiques et les impacts socio-économiques.

Le public cible comprend les producteurs, les vulgarisateurs publics et privés, les responsables gouvernementaux, les donateurs et les partenaires de mise à l'échelle.

## 2. Description des pratiques AIC

### 2.1. Restauration des terres, et conservation des sols

#### 2. 1.1. Les diguettes en cordons pierreux



Cette pratique consiste à des alignements de pierres (de diamètre supérieur à 15 cm) placées les unes contre les autres sur 2-4 rangs, disposés selon les courbes de niveau après décapage de 10 à 15 cm de sol le long de la ligne.

C'est un ouvrage qui laisse traverser l'excès d'eau afin d'éviter en amont des concentrations d'eau et faciliter l'écoulement lent vers les champs en aval (CILSS, 2010). Les sommets des pierres atteignent une hauteur de 20-30 cm du sol.

L'écartement entre les cordons pierreux est de 20 à 50m suivant la pente du terrain (Ouédraogo et al.,

2020). Le but de cette pratique est d'améliorer l'infiltration de l'eau et les matériaux de charriage dans les sols et permettre la réduction de l'érosion. Ses avantages sont énormes car elle permet (i) une augmentation du taux d'humidité des parcelles, (ii) une réduction significative du ruissellement et de l'érosion hydrique, (iii) une augmentation de la production fourragère de 3 à 4 fois par rapport aux pâturages non aménagés, (iv) une forte régénération des espèces ligneuses. Elle est pratiquée aussi bien dans un climat sahélien et soudanien avec des isohyètes allant de 400 à 1100mm. Ils sont généralement utilisés sur les sols dégradés, dénudés et sur les sols situés sur des pentes marquées qui favorisent le ruissellement. Les cordons pierreux s'utilisent sur presque tous les types de sols à l'exception des sols de bas-fonds inondables (sols hydromorphes, sols peu évolués d'apport colluviaux alluviaux).

### 2.1.2. Les diguettes en terre

Elles sont constituées de levées de terre, damées quand il y'a un peu d'argile et d'humidité, disposées selon les courbes de niveau. Contrairement aux cordons pierreux, ces diguettes ne sont pas des ouvrages filtrants et retiennent toutes les eaux de ruissellement et toutes les terres transportés (Weigel, 1995). Elles peuvent être construites suivant les courbes de niveau (diguettes en terres isohypses) ou une pente latérale de 0,2 à 0,3%. Cette pratique vise la réduction de l'érosion, le maintien de la matière organique et des propriétés physiques du sol. Son avantage majeur est l'amélioration de l'infiltration et la réduction de l'érosion du sol. Cette technique se pratique sur des sols sableux ou non à faible pente dans les zones dont la pluviométrie moyenne est comprise entre 300 à 900mm.



### 2.1.3. Le zai



Le «Zai» est un système complexe de restauration de la productivité des sols dégradés, une forme particulière de culture en poquet, concentrant les eaux de ruissellement et les matières organiques dans des micro bassins. Elle permet de réhabiliter la couverture agroforestière en zone semi-aride (Bayen et al., 2012 ; Fatondji et al., 2012).

Cette technique, pratiquée en saison sèche, consiste à creuser des trous d'un diamètre d'environ 30 cm entre les espaces de culture et d'y apporter une quantité d'environ 500 g de fumier (Roose et al., 1992).

Son objectif est de réduire l'érosion hydrique et éolienne, augmenter l'infiltration et le stock d'eau du sol, collecter les eaux et les mettre à la disposition des plantes, réduire l'évaporation des eaux, récupérer les

terres encroûtées et les mettre en valeur pour améliorer les rendements agricoles. Elle est efficace dans les zones où la pluviométrie moyenne est en dessous de 300 mm de précipitations (AGRIDATA, 2019). Ses principaux avantages concernent la gestion du ruissellement, la conservation du fumier et des semences, la concentration des éléments fertilisants et de l'eau dans les cuvettes, à proximité immédiate des jeunes plantules, surtout au début et à la fin de la saison des pluies. Le Zaï est utilisé en climat sahélien et soudanien avec des isohyètes allant de 400 à 600mm.

#### 2.1.4. Agriculture de conservation

Cette pratique exige une perturbation minimum des sols, bannissant tout défrichage, billonnage, labour ou désherbage mécanique lourd ; le maintien d'une bonne couverture des sols à travers la conservation des résidus de plantes et la biomasse des mauvaises herbes sur la surface du sol, sans brûlis et une rotation des cultures (Hailu et Campbell., 2015).

Cette pratique vise à conserver, améliorer et mieux utiliser les ressources naturelles liées à la gestion des sols, de l'eau et de l'activité biologique. Elle favorise la séquestration du Carbone du sol avec un potentiel de  $0.57 \pm 0.14$  tonnes/ha/an (TerrAfrica., 2011).

Elle présente d'énormes avantages en l'occurrence l'augmentation du rendement par rapport au système traditionnel de travail, favorise l'infiltration d'eau grâce au maintien d'une bonne couverture des sols, améliore la structure et la santé du sol, augmente la macro et la micro-faune du sol et favorise la réduction des nuisibles et des maladies grâce à l'association de culture comme les légumineuses (Hailu et Campbell., 2015). Le cout et retour sur investissement de cette pratique est estimé en moyenne entre 50 à 200% (TerrAfrica, 2011).



### 2.1.5. Scarifiage

Le scarifiage (ou grattage) est une façon de travailler le sol où on "gratte" la couche superficielle avec un appareil à dents. Son objectif est de lutter contre l'encroûtement des sols par son ameublissement. Il permet d'optimiser l'utilisation de l'eau de pluie à la parcelle (Savadogo et al., 2011). Le scarifiage améliore l'infiltration de l'eau dans le sol et permet de s'adapter à la pluviométrie.

### 2.1.6. Labour à plat et cloisonné

Cette pratique consiste à briser la croûte du sol pour améliorer sa structure, l'infiltration de l'eau et réduire l'érosion hydrique à travers la réduction de la vitesse d'écoulement de l'eau (Savadogo et al., 2011). Cette technique a pour objectif de préparer le sol et permettre un enfouissement des engrais et fumure et améliore la rétention en eau des sols (Savadogo et al., 2011). Elle permet ainsi de gérer la quantité d'eau sur la parcelle et permettant de s'adapter au paramètre pluviométrique du changement climatique.

### 2.1.7. Les digues filtrantes

C'est un ouvrage mécanique constitué de pierres libres ou de gabions, construite à l'opposé d'une ravine. Elle permet de récupérer des terres dégradées par le ravinement et la recharge de la nappe phréatique (FAO, 2012).

Elle est réalisée au moyen de pierres lâches et est parfois renforcée par des gabions. Une couche filtrante est posée sur une tranchée d'ancrage et est encadrée et superposée à d'autres couches de pierres de moyenne et grande taille (Dorlöchter-Sulser et Nill., 2012).

La digue filtrante est utilisée pour la fermeture des ravins et le réglage du passage d'eau. L'ouvrage freine les crues et épand l'eau sur les superficies avoisinantes. Le freinage des eaux cause une meilleure infiltration et une sédimentation en

amont des digues (UICN, 2012). En termes de contribution à la réduction des effets du changement climatique, cette technologie améliore l'infiltration de l'eau et par conséquent contribue à l'adaptation à la variabilité pluviométrique. Les digues filtrantes sont utilisées aussi bien sous un climat sahélien que sous



un climat soudanien des isohyètes allant de 400 à 1100mm. Elles sont généralement utilisées sur les sols ravinés dans les zones de bas-fonds ou des drains.

### 2.1.8. Le paillage

Le paillage ou mulching est une technique de restauration de la fertilité des terres qui consiste à couvrir le sol, en particulier les parties dégradées, d'une couche de 2 cm d'herbes équivalant à 3 à 6 t/ha ou de branchages ou encore de résidus culturaux de façon à stimuler l'activité microbienne (SER, 2004). Son objectif est de protéger les terres de cultures contre l'érosion éolienne et/ou hydrique, favoriser l'infiltration de l'eau et l'enrichissement organique des sols, conserver



l'humidité du sol et réduire l'évaporation des eaux et augmenter les rendements des cultures. Elle est plus pratiquée entre une pluviométrie comprise entre 300 à 900 mm/an (Savadogo et al., 2011).

## 2.2. Récupération de l'eau et fertilité des sols

### 2.2.1. Biochar



La technique biochar correspond à l'utilisation de matière organique pyrogénique comme amendement pour le sol. Ce carbone pyrogénique (CPy), ou biochar, est préparé en chauffant une matière organique dans une atmosphère très

appauvrie ou privée d'oxygène, à des températures de l'ordre de 300 à 900 °C.

Les biomasses organiques utilisées pour former le biochar sont d'origines végétales ou animales et riches en carbone comme le bois, les résidus de récoltes, les excréments d'animaux et les déchets organiques.

Le but d'une telle pratique est d'augmenter la capacité de rétention d'eau dans les sols et les propriétés des sols, valoriser les résidus de cultures, améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et améliorer les rendements des cultures (Allaire et Lange, 2013).

Ses avantages sont essentiellement la séquestration du carbone dans le sol (Hammes et al., 2008), l'amélioration de la fertilité des sols et l'augmentation de rendement (Glaser et al., 2002). Elle se pratique bien sous climat soudanien et sahélien.

## 2.2.2. Compostage



Le compostage est un processus naturel de « dégradation » ou de décomposition de la matière organique par les micro-organismes dans des conditions bien définies. Les matières premières organiques, telles que les résidus de culture, les déchets animaux, les restes alimentaires, certains déchets urbains et les déchets industriels appropriés, peuvent être appliquées aux sols en tant que fertilisant, une fois le processus de compostage terminé (Misra, 2005).

Son objectif est d'améliorer la qualité de la matière organique pour la rendre plus apte à améliorer les propriétés physicochimiques et biologiques du sol afin d'améliorer leur productivité.

Ses avantages se manifestent par une réduction des risques pour les cultures, des rendements plus élevés et une réduction des dépenses des agriculteurs pour l'achat d'engrais minéraux (Misra, 2005). Le compostage est beaucoup pratiqué en zone semi-aride avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 750-1000mm (en partie 500-750mm) sur des pentes surtout faibles (2-5%) et en partie modérées (5-8%). (UICN, 2012).

## 2.2.3. Enfouissement des résidus de récoltes

Cette technique a pour but d'incorporer, à la suite d'un labour, les résidus de récolte dans le sol, de sorte à favoriser leur transformation en compost et en éléments nutritifs. Ils permettent ainsi d'enrichir le sol et d'améliorer le rendement des cultures. Plusieurs études ont montré que le retour des résidus de récolte au sol augmente la teneur de la matière organique, l'activité microbienne, la disponibilité des nutriments, l'infiltration et le stockage de l'eau et les rendements des cultures (Djenontin et al. 2003). Cette technique influence d'une part positivement la végétation, du fait qu'elle favorise la libération progressive de l'Azote et stimule l'activité biologique et d'autre part, elle a un effet sur la cohésion du sol (Dugué et Jouve, 2003).

## 2.2.4. Parcage

C'est l'action de faire séjourner des animaux dans un champ afin d'améliorer la fertilisation du sol par les déjections de ces animaux (Kambou et Bayala, 2020). Le parcage des animaux en saison sèche permet d'assurer un apport de fumure organique dans les champs. Cette technique a comme finalité d'améliorer la fertilité des sols par un apport direct de déjections animales par le parcage (CNRST/INERA, 2001). En termes d'avantage, cette technique permet de réduire le coût de production, de recycler les résidus de récolte et de produire la



## 2.2.5. Microdose

La microdose est technique qui consiste à une application stratégique de petites quantités d'engrais dans le poquet au moment des semis ou après la levée (10-14 jours après semis) à la base des jeunes plants (FAO, 2012). Elle consiste à ouvrir un poquet de semis, mettre dans le poquet, une pincée de fertilisant et couvrir d'une mince couche de terre pour éviter qu'il ne soit en contact direct avec la semence, ce qui pourrait causer des dommages à la germination, surtout en années sèches lorsque la localisation est trop près des graines et à doses trop élevées (FAO, 2012). Son objectif est d'accroître l'efficacité de l'utilisation des engrais, minimiser les coûts de production, réduire la pollution des eaux souterraines et de surfaces par les nitrates et phosphates et améliorer le rendement des cultures (FAO, 2012). En termes d'avantage, elle a un faible coût de production, offre aux cultures un accès aux nutriments, améliore de la fertilité du sol et des rendements des parcelles. Elle est pratiquée en zone sahélienne de 400-600 mm et soudanienne de 600 à 900mm.

## 2.2.6. Aménagement des bas-fonds

Cette pratique comprend plusieurs techniques d'aménagement telles que les mesures de conservation des eaux et des sols, l'amélioration des techniques culturales, etc. Son objectif est d'atténuer la dégradation des terres, valoriser les zones dégradées, lutter contre les aléas climatiques, utiliser durablement les ressources naturelles, mettre en valeur des terres de bas-fonds dégradées, optimiser l'utilisation des eaux de pluie en hivernage augmenter les productions agricoles et sécuriser la disponibilité des ressources alimentaires (AGRIDATA, 2013). La pratique de cette technique nécessite plusieurs étapes notamment l'identification du

site à aménager, l'information et sensibilisation des populations bénéficiaires, la réalisation d'une étude de faisabilité environnementale et sociale, la réalisation d'une étude de faisabilité technique (AGRIDATA, 2013). Le principal avantage des bas-fonds est de concentrer les écoulements superficiels et souterrains favorisant ainsi leur mise en culture soit avec des variétés plus exigeantes en eau comme le sorgho et le riz dans les zones sahéennes où la pluviométrie est inférieure à 600 mm, soit avec des variétés à cycle plus long et à plus fort rendement dans les régions les mieux arrosées. L'aménagement des bas-fonds se réalise aussi bien sous climat soudanien que sous climat sahéien pour peu que la topographie s'y prête. Les sols hydromorphes des bas-fonds sont les mieux indiqués (SPONG, 2012).

### 2.2.7. Demi-lune



La demi-lune est une structure mécanique semi-ouverte, en demi-cercle, qui permet de collecter l'eau de ruissellement et de favoriser son infiltration, en créant une dépression à la surface des sols encroûtés dans le but de récupérer des terres dégradées, dénudées et encroûtées à des fins agricoles, pastorales ou forestières (Kagamèbga et al., 2011). Elle se présente sous forme de cuvette décrivant un demi-cercle ouvert. Les dimensions couramment utilisées sont : diamètre 4m, profondeur 0,15 à 0,25 m et sont distantes entre 5 et 8 m (densité de 312 demi-lunes à l'hectare) (UICN, 2012).

Cette pratique permet une bonne adaptation aux effets de la sécheresse et la récupération des terres dégradées et encroûtées à des fins d'usage agronomique ou agro-forestier dans les zones arides et semi-arides. Il s'agit d'une technique qui permet l'augmentation des rendements de 15 à 24 fois et des superficies cultivables en zone sahéenne et soudano-sahéenne. Les spéculations généralement exploitées dans les demis - lunes sorgho et le petit mil (Diouf et al., 2014).

L'efficacité de la demi-lune est améliorée par l'apport d'environ une brouettée de fumier d'étable ou de compost (35 kg) par demi-lune. Les demi-lunes sont utilisées sur les sols dégradés, encroûtés des climats sahéien, sud-sahéien et nord-soudanien dans les isohyètes allant de 400 à 900 mm/an. Le potentiel

d'atténuation de cette pratique en zone Sahélienne (< 600 mm) est estimée à 6 tCO<sub>2</sub> eq /ha/an et 7 tCO<sub>2</sub> eq /ha/an en zone Soudano sahélienne (600 - 900 mm) (UICN, 2012).

### **2.2.8. Buttage et billonnage**

Le billonnage concerne la culture des plantes sur des billons. Les dimensions des billons et des buttes dépendent de leur mode de construction. Son objectif est de freiner le ruissellement, augmenter l'infiltration de l'eau et les rendements ainsi que la profondeur du sol pour les cultures, ce qui permet ainsi la culture des tubercules (CNRST/INERA, 2001). Cette technique présente plusieurs avantages notamment la réduction du temps de travail et de l'érosion éolienne.

### **2.2.9. Irrigation goutte à goutte**

Cette technique consiste à mettre en place un système de canalisation et de distribution d'eau vers les plantes, afin de réduire au maximum les pertes ou le gaspillage. Un système de vannes approvisionne par l'eau du forage assure la distribution vers les cultures. Cette technique est coûteuse, mais efficace dans une zone où la baisse de la pluviométrie est conjuguée à la désertification avancée et la raréfaction de sources d'eau superficielle (Dorlöchter -Sulser et Nill, 2012). Son objectif est de rationaliser l'eau en irrigation dans un contexte de changement climatique dans les zones arides et semi arides (UICN, 2009). Cette technique se pratique dans les zones où la moyenne pluviométrique annuelle dépasse rarement 650mm. Elle permet une nette augmentation de la production avec une quantité raisonnable d'eau (SPONG, 2012). Le retour sur investissement est estimé à 6 mois soit une campagne agricole (MEDA, 2011).

## **2.3. Agroforesterie**

L'agroforesterie est l'utilisation des terres où des ligneux pérennes 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 (FAO, 2010). Son objectif est de maximiser la production de biomasse dans l'espace et dans le temps afin d'améliorer la fertilité du sol. Les arbres sont plantés dans les champs cultivables et les pâturages et sont choisis en raison de leur utilité générale, fournissant des produits multiples tels que du fourrage, des fruits, du bois d'œuvre, du bois de chauffage, des produits médicinaux, etc. Ce système convient à tous les reliefs et les pentes. Il n'y a aucune limitation majeure pour le type de sol nécessaire à la technologie, qui est adaptée à une large gamme de sols (Zomer

et al. 2009). Cette pratique a de nombreux avantages qui peuvent être classés en quatre catégories à savoir les services économiques, environnementaux, sociaux et culturels. (Bellefontaine et al., 2001 ; Gold et al., 2000). Le potentiel de séquestration du carbone de cette pratique est estimé à 0,3 -6,5 tonnes/ha/an.

### **2.3.1. Le reboisement**

Il s'agit des plantations d'espèces ligneuses dans les champs, le long des diguettes, le reboisement sous forme de bois de village, de haies vives autour des périmètres maraîchers et aussi de brises vent. On parle de reforestation lorsque le but est de reconstituer une forêt dégradée et d'afforestation quand il s'agit d'une zone dénudée. Sa mise en œuvre nécessite la production de plants et leur plantation sur les sites choisis suivant un bon choix des espèces en fonction des besoins et des techniques de plantation appropriées (MEDD, 2011). Cette pratique peut être largement améliorée en association avec des demi-lunes, le Zaï forestier et la réalisation de pare-feu autour de la zone reboisée (UICN,2012). Les principales espèces utilisées sont entre autres : *Acacia nilotica*, *Faidherbia albida*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia macrostachya*, *Leuceana leucocephala*, *Ziziphus mauritiana*, *Parkia biglobosa*, *Parkinsonia aculeata*, *Bauhinia rufescens*, *Magifera indica*, *Prosopis juliflora*, etc (SPONG, 2012). L'objectif de cette pratique est de restaurer les terres agricoles et des écosystèmes forestiers pour favoriser le maintien de l'équilibre écologique et améliorer la fertilité des sols. Cette pratique a pour avantage de réduire la dégradation des terres et l'érosion des sols, favoriser l'infiltration de l'eau et la création de microclimats (Hailu et Campbell., 2015). Elle permet une augmentation moyenne de la production de 13% (UICN,2012). Cette pratique enregistre de meilleurs résultats sous un climat soudanienne et soudano-sahélienne si toute fois elle est bien entretenue.

### **2.3.2. Les haies vives**

Une haie vive est une structure linéaire associant arbre, arbustes et arbrisseaux autour d'un champ très généralement. En fonction des objectifs on note plusieurs types de haies vives à savoir la haie-vive de délimitation, antiérosive et défensive. Cette pratique permet (i) d'assurer la protection des parcelles et des cultures contre les animaux, (ii) protéger le sol contre les effets de l'érosion éolienne et hydrique, (iii) créer un microclimat favorable aux cultures, (iv) fournir des produits forestiers ligneux et non ligneux et (v) augmenter le taux de la matière organique pour le sol (ProSol, 2019). Cette pratique s'adapte à toutes les variantes de climat soudanien et sahélien.

### 2.3.3. Bandes enherbées

Les bandes enherbées sont des barrières biologiques jouant les mêmes rôles que les cordons pierreux dans le contrôle du ruissellement et de l'érosion des sols avec l'avantage supplémentaire de produire de la paille ou du fourrage pour le producteur (UICN, 2012). Elle a pour objectif de mettre en place des barrières antiérosives vertes qui puissent constituer des compléments ou des alternatives dans les zones où les carrières de moellons ne sont pas disponibles pour la réalisation des cordons pierreux et produire de la paille ou du fourrage pour le producteur (Zougmoré et al., 2004). Elles constituent une technologie adaptée pour l'amélioration de



l'alimentation hydrique des cultures par la réduction de la force de l'eau d'inondation et l'atténuation des effets de la sécheresse sur la productivité des sols.

Généralement la pratique s'effectue en zone soudano-sahélienne caractérisée par une pluviométrie annuelle moyenne de l'ordre de 600 à 700mm. La mise en place des bandes enherbées intervient en saison pluvieuse entre les mois de juillet et août. Les types de sols propices à sa mise en place sont variables : sablonneux, argileux, limoneux (Diouf et al., 2014).

Les espèces couramment utilisées dans le cas de l'installation des bandes enherbées sont *Andropogon gayanus*, *Andropogon ascinodis*, *Cymbopogon ascinodis*, *Vetiveria zizanioides*, etc. L'installation des bandes enherbées se fait suivant les courbes de niveau. Le nombre de lignes par bande varie de 1 à 4. Les graines ou les éclats de souches sont plantés en quinconce. Les écartements sont de 10 cm entre les lignes et de 20-30 cm entre les plants sur une même ligne. Les bandes enherbées réduisent le ruissellement de 51 % et l'érosion de 34 %, augmentent significativement des rendements en combinaison avec les amendements organiques et luttent contre l'érosion éolienne et hydrique (Diouf et al., 2014). Elles se pratiquent sous tous les climats pour et sous tous les types de sols à l'exception des sols indurés superficiels qui ne favorisent pas l'enracinement.

### 2.3.4. Brise-vent

Le brise-vent est une plantation d'arbre au travers du vent pour réduire sa vitesse. Pratiquement, on distingue deux grands types de brise-vent : les brise-vent inertes, communément appelés brise-vent

artificiels, et les brise-vent vivants appelés aussi haies brise-vent ou brise-vent naturels. Leur hauteur confère une protection sur une plus grande distance. Cette pratique a pour objectif la protection des sols, les cultures, les animaux d'élevage et les bâtiments de ferme (MEDD,2011). En termes d'avantage, les brise-vents agissent sur deux facteurs qui influencent grandement l'érosion éolienne notamment la vitesse du vent et la teneur en eau du sol. Cette technique est pratiquée dans les zones à pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 1000-1500 mm avec une extension géographique possible et adaptée à plusieurs reliefs (UICN,2012).

### **2.3.5. Culture en couloir**

Les cultures en couloirs ou en allée (alley cropping) consistent à cultiver les plantes vivrières entre des haies d'arbres, généralement des légumineuses espacées de 4 à 6m qui sont fréquemment coupées pour éviter un ombrage sur les cultures associées et dont la biomasse ainsi prélevée est soit épandue soit enfouie dans le sol (FAO, 2010). La culture en couloirs offre une opportunité de la gestion durable des sols (Kouadio et al., 2014). L'objectif de cette pratique est d'augmenter le taux de matière organique du sol et les capacités de stockage du carbone, de lutter contre l'érosion éolienne et hydrique et donc la dégradation physique et chimiques des sols et de fournir des produits forestiers ligneux et non-ligneux diversifiés.

### **2.3.6. Régénération naturelle assistée (RNA)**

La RNA est une technique d'agroforesterie qui consiste à protéger et gérer les repousses naturelles que produisent les souches d'arbres et arbustes dans les champs (MEDD, 2011). Des ensemencements par semis directs peuvent également être opérés pour permettre d'enrichir la biodiversité. (Dia et Duponnois, 2012).

Son objectif est de diversifier les productions agrosylvopastorales, accroître la productivité des champs, reconstituer le couvert végétal, lutter contre la désertification, améliorer la fertilité des sols cultivés, produire du bois d'énergie, de service et d'œuvre et des produits forestiers non ligneux, protéger les terres contre l'érosion hydrique et/ou éolienne et améliorer les revenus des populations (TerrAfrica, 2011). Elle contribue à la capacité de séquestration du carbone et ainsi à l'atténuation du changement climatique. Cette technique entraîne souvent une amélioration de la biodiversité à partir des espèces locales adaptées aux conditions du milieu en voie de disparition du fait de la pression de prélèvement exercés sur elles. Elle peut réduire aussi la dépendance aux pesticides (Dia et Duponnois., 2012). Elle se pratique bien en zone semi-aride avec une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 400 et 600mm.

### **2.3.7. Le bocage**

Le bocage se définit comme un paysage rural de prairies et/ou de champs entourés de haies vives et de bois. Il s'agit de périmètres bocagers au sein desquels se pratiquent de manière intégrée les différentes activités agricoles (agriculture, foresterie, pâturage rationnel, lutte contre les feux de brousse...). Une rotation culturale est pratiquée incluant une jachère pâturée avec une clôture (SPONG, 2012). L'objectif premier du bocage est la maîtrise de l'eau par des aménagements de diguettes, de mares et de haies vives afin d'atténuer l'action érosive des eaux de pluie et de maintenir la biodiversité d'un milieu extrêmement fragile. Les principaux avantages sont l'intégration d'activités agro-sylvo-pastorales, l'atténuation des problèmes fonciers et la production agricole soutenue (SPONG, 2012). Il se pratique sous climat Sahélien et Soudanien.

## **2.4. Cultures associées et rotation**

### **2.4.1. Jachère améliorée**

C'est un système rotatif dans lequel des espèces d'arbres ou d'arbustes judicieusement choisies sont utilisées comme espèces de jachère en rotation avec les cultures dans le but d'améliorer la fertilité du sol ou de produire des biens économiques (UICN, 2012 ; World Agroforestry, 2022).

Le principe de la jachère améliorée consiste à planter en association avec les cultures vivrières des espèces d'arbres ou d'arbustes améliorants qui sont généralement des légumineuses à croissance rapide. L'objectif de cette pratique est de reconstituer rapidement la fertilité des sols, réduire la durée de la jachère, lutter contre l'érosion éolienne et hydrique et fournir des produits forestiers ligneux et non-ligneux (World Agroforestry, 2022). Cette pratique a de nombreux avantages notamment la conservation de l'humidité des sols, l'amélioration de la fertilité des sols en réduisant l'érosion éolienne et de la biodiversité à partir des espèces locales adaptées aux conditions du milieu en voie de disparition du fait de la pression de prélèvement exercés sur elles. Cette technique se pratique bien sous un climat sahélien et soudanien.

### **2.4.2. Les semences adaptées**

L'utilisation de semences améliorées consiste à adapter le cycle des semences aux conditions des zones écologiques. Au Sénégal des variétés de mil de qualité avec de bonnes pratiques agronomiques (BPA) pour une meilleure résilience du système sont développées (Faye et al. 2019). Cette pratique consiste à la création de variétés adaptées aux conditions des zones écologiques. Cette pratique permet de s'adapter à la baisse continue du nombre de jour de pluie et de la quantité d'eau (Okuyama et al. 2017). En termes d'avantage,

elle permet d'améliorer la résistance des cultures aux maladies, augmenter les rendements agricoles, s'adapter aux conditions climatiques extrêmes et réduire le cycle de production. Cette pratique s'applique dans toutes les variantes de climat de la zone.

### **2.4.3. Jardins polyvalents villageois**

Ce sont généralement des activités de maraîchage et de production fruitière, développées. Ces jardins polyvalents impliquent la mise à disposition de terres d'exploitation sécurisées, par les responsables des communes (AGRIDATA, 2013). Son objectif est d'apporter une contribution significative en termes de sécurité alimentaire. A l'échelle familiale, on parle de jardin super potager qui est un mode de culture intensive et écologique qui peut produire jusqu'à une tonne et demie de légumes par an sur une superficie de 60 m<sup>2</sup> (MEDD, 2011).

### **2.4.4. Rotation de cultures**

Cette pratique implique la culture de spéculations dont la profondeur d'enracinement efficace est différente dans un système de rotation bien défini sur le même terrain. Le type de spéculation cultivée dans le domaine continue de changer au fil des saisons et des années, car cela repose sur le principe selon lequel les besoins en éléments nutritifs et en humidité du sol varient selon les spéculations (AGRIDATA, 2014). Son objectif est d'améliorer les caractéristiques physico-chimiques du sol en vue de favoriser l'infiltration de l'eau, réduire le ruissellement, l'érosion et le compactage du sol, restaurer la fertilité des sols à travers des apports en matière organique et lutter contre l'infestation au Striga (AGRIDATA, 2014).

### **2.4.5. Association arboriculture-maraîchage**

La pratique du maraichage associé à l'arboriculture est une technologie intégrée de production agricole et sylvicole. Cette pratique est une forme de maraichage qui associe l'arbre au potager. Elle consiste à installer un périmètre maraicher et y planter des espèces fruitières comme le manguier, le baobab, le goyavier, le Moringa, etc.

Le microclimat créé par la présence des espèces ligneuses favorise la croissance des cultures maraichères (SPONG, 2012). Cette pratique permet à la fois de réaliser des récoltes issues du maraichage et d'obtenir des produits issus du parc arboré. Elle permet aussi de s'adapter à des conditions agricoles désastreuses en hivernage, telles que la perte ou l'insuffisance de la production agricole en cas d'inondation ou de sécheresse (SPONG, 2012). Les climats soudaniens et sahéliens sont propices à cette pratique. Les types géomorphologiques les plus indiqués sont les bas-fonds (SPONG, 2012).

## **2.5. Traitement phytosanitaire par l'usage du biopesticide de neem**

Elle se fait à partir des extraits de Neem. Les solutions sont préparées à base des graines de Neem séchées (25 à 50 g de graines séchées pour 1 litre d'eau) ou à partir des feuilles de Neem bouillies (1 kg de feuilles de Neem fraîches pour 5 litres d'eau). Après filtration des extraits préparés la veille, on ajoute du savon liquide comme agent adhésif à raison de 1 ml par litre. Il faut environ 80 kg de feuilles pour traiter un hectare. Cette pratique permet le traitement des pestes sans faire recours aux produits de synthèse. Elle se pratique dans les zones avec une pluviométrie annuelle comprise entre 400 et 1200mm.

## **2.6. Stabulation du bétail (embouche)**

C'est l'intensification de la production animale (embouche) associée à la collecte du fumier d'étable des animaux. Les animaux en embouche sont stabulés en permanence où toute l'alimentation est apportée et le fumier collecté et traité (SPONG, 2012).



Son objectif est de prévenir et/ou atténuer la dégradation des ressources naturelles (sols, pâturage) par la mise en enclos ou la contention des animaux et de générer des revenus tout en améliorant la fertilité des sols (SP-CONEDD, 2010). Elle permet d'améliorer la fertilité des sols par l'apport de fumure organique, une meilleure intégration agriculture/élevage, la conservation de l'humidité, la restauration des nutriments au sol, l'optimisation des avantages comparatifs de l'élevage et l'agriculture ainsi que la génération de revenus pour l'exploitation (SP-CONEDD, 2010). Elle se pratique en zones soudanienne et sahélienne.

## **2.7. La rizipisciculture**

C'est une intégration de la riziculture et de la pisciculture pour la production simultanée du riz et du poisson sur la même parcelle ou la production du riz et du poisson selon un système de rotation, où une récolte de riz est suivie d'une récolte de poisson, ou la production du riz et du poisson sur des parcelles adjacentes (Mortillaro, 2018).

Dans ce système d'intégration, les sous-produits de l'une des exploitations sont utilisés comme intrants pour l'autre. Elle a pour objectifs, d'améliorer la fertilité des sols à travers les déjections des poissons, de restaurer et/ou de maintenir la fertilité des sols à travers les diguettes à aménager et de contribuer à l'atténuation des effets liés au changement climatique par la pratique de la pisciculture intégrée à l'agriculture irriguée avec maîtrise d'eau (Aldin et Carl., 2004). Elle offre de nombreux avantages sur le plan environnemental, bioécologique, agronomique et économique (FAO, 2012). Au niveau de la production rizicole le rendement moyen en riz dans les parcelles de rizipisciculture augmente. Elle est beaucoup pratiquée dans la zone soudanienne sur un sol de rizière avec une bonne capacité de rétention d'eau (sol argileux de préférence) (Aldin et Carl., 2004).

## **2.8. Le séchage et la cuisson solaire des aliments**

Le séchage solaire des denrées alimentaires permet leur conservation pendant une période plus au moins longue (FAO, 2010). Le processus de séchage demande de bonnes conditions d'hygiène des équipements et corporelles des personnes qui vont manipuler les produits.

Les principales opérations pratiques consistent en (i) la réception de la matière première (ii) le pesage de la matière première (iii) au triage (iv) au trempage, lavage et rinçage (v) au parage et à l'épluchage s'il y a lieu (vi) au découpage (vii) la mise en claie dans le séchoir (viii) le remplissage du séchoir (ix) le pesage des produits restant et des déchets de transformation (x) le suivi du processus de séchage (xi) le triage du produit séché (xii) le conditionnement et stockage du produit séché (CEAS, 2009). Son objectif est de conserver des produits périssables en période d'abondance et de les utiliser en période de pénurie (CEAS, 2009). En termes d'avantage, le séchage est une source d'activité économique et améliore également la qualité de l'alimentation. Les produits locaux tels que les fruits et légumes ont une valeur ajoutée avec le séchage, le coût de séchage est réduit et encourage la plantation de vergers ou de protection des espèces locales (MEDD, 2011). La cuisson solaire des aliments permet de réduire le temps d'occupation de la ménagère avec plus de confort (CEAS, 2009). Cette technique se pratique sous tous les climats

Les principales opérations pratiques consistent en (i) la réception de la matière première (ii) le pesage de la matière première (iii) au triage (iv) au trempage, lavage et rinçage (v) au parage et à l'épluchage s'il y a lieu (vi) au découpage (vii) la mise en claie dans le séchoir (viii) le remplissage du séchoir (ix) le pesage des produits restant et des déchets de transformation (x) le suivi du processus de séchage (xi) le triage du produit séché (xii) le conditionnement et stockage du produit séché (CEAS, 2009). Son objectif est de conserver des produits périssables en période d'abondance et de les utiliser en période de pénurie (CEAS, 2009). En termes d'avantage, le séchage est une source d'activité économique et améliore également la

qualité de l'alimentation. Les produits locaux tels que les fruits et légumes ont une valeur ajoutée avec le séchage, le coût de séchage est réduit et encourage la plantation de vergers ou de protection des espèces locales (MEDD, 2011). La cuisson solaire des aliments permet de réduire le temps d'occupation de la ménagère avec plus de confort (CEAS, 2009). Cette technique se pratique sous tous les climats.

### **3. Comparaison des technologies**

Les tableaux présentés dans cette section mettent en relief de façon schématique, les ressemblances et dissemblances existants entre les différentes technologies et pratiques étudiées exposées dans la section précédente. Les critères de comparaison incluent d'une part la capacité de la technologie à s'adapter au changement climatique, les effets et impacts au plan agronomique, les effets et impacts agronomiques et les impacts socio-économiques. Ces critères sont évalués suivant une échelle d'importance de l'impact positif de la technologie.

**Tableau 1:** Comparaison 1 des technologies

Technologies	Critère de comparaison																
	Résilience à des conditions extrêmes de sécheresse	Résilience à la variabilité des précipitations	Réduction des risques de pertes de production	Améliore la fertilité du sol	Réduit les risques de resemis ;	Permet de produire sur des terres dégradées	Qualité de l'eau améliorée	Humidité du sol augmentée et évaporation diminuée	Taux de matière organique du sol augmenté	Augmentation du nombre d'espèces bénéfiques	Couverture du sol améliorée	Diminution du risque d'échec de production	Revenus agricoles augmentés	Amélioration de la situation des groupes économiques défavorisés	Amélioration de la sécurité alimentaire / autosuffisance	Réduire l'émission de gaz à effet de serre/élimination du carbone de l'atmosphère	Resilience aux augmentation de temperature et de taux d'évaporation
AGRICULTURE DE CONSERVATION	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LES DIGUETTES EN CORDONS PIERREUX	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LE ZAÏ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
AGROFORESTERIE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
AMENAGEMENT DES BAS –FONDS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
BIOCHAR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
COMPOSTAGE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
CULTURE EN COULOIR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
DEMI-LUNES	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
JACHERE AMELIOREE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
<i>Légende:</i> ● Très Importante    ● Importance moyenne    ● Moins importante    ● Non applicable																	

**Tableau 2:** Comparaison 1 des technologies (Suite)

Technologies	Critère de comparaison																	
	Résilience à des conditions extrêmes de sécheresse	Résilience à la variabilité des précipitations	Réduction des risques de pertes de production	Améliore la fertilité du sol	Réduit les risques de resemis ;	Permet de produire sur des terres dégradées	Qualité de l'eau améliorée	Humidité du sol augmentée et évaporation diminuée	Taux de matière organique du sol augmenté	Augmentation du nombre d'espèces bénéfiques	Couverture du sol améliorée	Diminution du risque d'échec de production	Revenus agricoles augmentés	Amélioration de la situation des groupes économiques défavorisés	Amélioration de la sécurité alimentaire / autosuffisance	Réduire l'émission de gaz à effet de serre/élimination du carbone de l'atmosphère	Resilience aux augmentation de temperature et de taux d'évaporation	
LABOUR EN COURBES DE NIVEAU	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
RÉGÉNÉRATION NATURELLE ASSISTÉE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
LA REFORESTATION/AFFORESTATION	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
LES SEMENCES ADAPTEES	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
LABOUR A PLAT ET CLOISONNE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
PARCS AGROFORESTIERS	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
ROTATION DE CULTURES	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
ENFOUISSEMENT DES RESIDUS DE RECOLTES	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
MICRODOSE	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
STABULATION DU BÉTAIL (EMBOUCHE)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
<i>Légende: Très Importante</i>		●	<i>Importance moyenne</i>					●	<i>Moins importante</i>					●	<i>Non applicable</i>			●



# Références

AGRIDATA, 2013. Bonnes pratiques d'aménagement durable des terres – Aménagement des bas-fonds, Décembre 12, 2013. <https://itc.agridata.bf/2013/12/12/amenagement-des-bas-fonds/>

AGRIDATA, 2014. Bonnes pratiques de conservation des eaux et des sols : Rotation des cultures , Janvier, 2014. <https://itc.agridata.bf/2014/01/01/rotation-des-cultures/>

Aldin, H., Carl, Y. 2004. La pisciculture à la ferme. Agrodok 21. Fondation Agromisa, Wageningen, 73p.

Allaire, S. E. et Lange S., 2013. Le Biochar dans les milieux poreux : une solution miracle en environnement. 10p

Bayen, P., Traoré, S., Bognounou, F., Kaiser, D., et Thiombiano, A. 2012. Effet du zaï amélioré sur la productivité du sorgho en zone sahélienne. VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement 11, 3.

Bellefontaine R., Petit S., Pain-Orcet M., Deleporte P. et Bertault J. G., 2001. Les arbres hors forêt : vers une meilleure prise en compte. Cahier FAO Conservation 35. FAO, Rome, Italie, 197p.

CEAS, 2009. Rapport d'Activités 2008, CEAS Burkina.

CILSS, 2010. Capitalisation des actions d'amélioration durable de la fertilité des sols pour l'aide à la décision au Burkina Faso (FERSOL), Ouagadougou, 75 p.

CNRST/INERA, 2001. Recueil de fiches techniques. Première édition. [www.inera.bf](http://www.inera.bf)

Dia, A. et Duponnois, R., 2012. Le projet majeur africain de la grande muraille verte : concepts et mise en œuvre. IRD, 442p.

Djenontin, J. A., Amidou M. et Baco N. M., 2003. Valorisation des résidus de récolte dans l'exploitation agricole du nord du Bénin. Production de fumier et enfouissement des résidus de récolte pour la gestion de la fertilité des sols. In : Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux : actes du colloque international, 25 - 27 février 2003, Montpellier, France. Dugué Patrick (ed.), Jouve Philippe (ed.). CNEARC-UMR SAGERT, ENGREF, CIRAD. Montpellier : CIRAD, 1 Cd-Rom ISBN 2-9520603-0-4 Colloque international sur l'organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux, Montpellier, France, 25 Février 2003/27 Février 2003.

Dorlöchter-Sulser, S. and Nill, D. 2012. Bonnes pratiques de conservation des eaux et des sols, Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Bonn and Eschborn, Germany

Diouf, B., Lo H M., Dieye, B., Sane, O. et Sarr, O F., 2014. Pour une agriculture intelligente face au changement climatique au Sénégal: Recueil de bonnes pratiques d'adaptation et d'atténuation, 181p.

- Dugué, P., Jouve, Ph., (éds.), 2003. Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux. Actes du colloque international, 25-27 février 2003, Montpellier, France. Umr Sagert, Cnearc.
- Fatondji, D., 2014. Personal communication on the sizes of the agricultural zaï used in studies at ICRISAT, Niamey. ICRISAT, Niamey, Niger.
- FAO, 2010. Evaluation des ressources forestières mondiales. Département des forêts. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Viale delle Terme di Caracalla 00153 Rome, Italie. 12 p.
- FAO, 2012. Fiche d'information : La fertilisation localisée au semis des cultures ou microdose 3p.
- Faye, A., Sine, B., Chopart ; J-L, Grondin, A., Lucas, M., Diedhiou, A.G. et al. 2019. Development of a model estimating root length density from root impacts on a soil profile in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br). Application to measure root system response to water stress in field condition PLoS ONE 14(7): e0214182. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214182>
- Glaser, B., Lehman, J., et Zech, W., 2002. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal - a review. *Biology and Fertility of Soils* 35, 219-230.
- Gold, M.A., Rietveld, W.J., Garrett, H.E. et Fisher F., 2000. « Agroforestry nomenclature, Concepts and practices for the USA », dans *North American agroforestry: an integrated science and practice*. pp. 32-63.
- Kagamèbga, W.F., Thiombiano, A., Traoré, S., Zougmore, R., Boussim, J.I., 2011. Survival and growth responses of *Jatropha curcas* L. to three restoration techniques on degraded soils in Burkina Faso. *Annals of Forestry Research*, 54, 171- 184
- Kambou, A.K.K., Bayala, B.S., 2020. Catalogue de fiches techniques des mesures d'amélioration de la fertilité des sols, 77p.
- Kouadio, KKH., Ettien, DB., Bakayoko, S., Soro, D., Girardin, O., 2014. Etude de la culture en couloirs de manioc à base de *Gliricidia sepium* en Côte d'Ivoire. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 10(3).
- MEDA N. B., 2011. Etude comparative des systèmes d'irrigation goutte à goutte et d'aspersion sur la production de *Moringa oleifera* dans la commune de dano. Mémoire de Master, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso.
- MEDD, 2011. Des bonnes pratiques de gestion durable des terres au Burkina Faso. CPP Nov. 2011
- MEE (Ministère de l'Environnement et de l'Eau), 2001. Manuel de foresterie villageoise, 67p.
- Mortillaro J., M., 2018. La rizipisciculture : un modèle agroécologique innovant et efficient. <https://www.researchgate.net/publication/349009729>.
- Misra, R V., 2005. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole, 48p.
- Okuyama Y., Maruyama A., Takagaki M. et Kikuchi M., 2017. Technical efficiency and production potential of selected cereal crops in Senegal. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. Vol. 118 No. 2 (2017) 187-197.

Ouédraogo, M., Houessionon, P., Sall, M., Sanogo, D., Tougiani, A. et Dembélé, S., 2020. Technologies et pratiques agricoles prometteuses pour le développement de chaînes de valeur climo-intelligentes au Mali, Niger et Sénégal, 19p.

Roose, E., Dugue P. et Rodriguez, L., 1992. La GCES, une nouvelle stratégie de lutte antiérosive appliquée à l'aménagement de terroir en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Bois et Forêts des Tropiques, 233: 49-61p.

Savadogo, M., Somda, J., Seynou, O., Zabré et S. et Nianogo, A J., 2011. Catalogue de bonnes pratiques d'adaptation aux risques climatiques au burkina faso, 62p.

SER, 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Version 2. Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group.

SP-CONEDD, 2010. Etude sur les meilleures pratiques de gestion durable des terres.

SPONG, 2012. Fiches techniques des bonnes pratiques de gestion durable des terres, d'adaptation aux changements climatiques et de conservation de la biodiversité, 113p.

TerrAfrica, 2011. La pratique de la gestion durable des terres « Directives et bonnes pratiques pour l'Afrique subsaharienne », 252p.

UICN, 2009. Capitalisation des informations sur les pratiques d'adaptation aux changements climatiques au Burkina Faso ; 138p.

UICN, 2012. Catalogue des bonnes pratiques aux risques climatiques au Burkina Faso. UICN ed2 2012

Weigel, J., 1995. Agroforesterie pratique à l'usage des agents de terrain en Afrique tropicale sèche, 194p.

World agroforestry 2022. Sur les Jachères Améliorées. Gestion de la fertilité du sol à travers les techniques de jachères améliorées (consulté le 21 juin 2022), 10p.

Zomer, R. Trabucco, A. Coe, R. et Place, F., 2009. Trees on Farm: Analysis of Global Extent and Geographical Patterns of Agroforestry. ICRAF Working Paper no. 89. Nairobi, Kenya: World Agroforestry Centre. 60p.

Zougmoré, R., Ouattara, K., Mando, A., et Ouattara, B., 2004. Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. Science et changements planétaires/Sécheresse, 15(1), 41-48.



**AICCRA**  
Accelerating Impacts of CGIAR  
Climate Research for Africa



## About AICCRA

Accelerating Impacts of CGIAR Climate Research for Africa (AICCRA) is a project that helps deliver a climate-smart African future driven by science and innovation in agriculture.

It is led by the Alliance of Bioversity International and CIAT and supported by a grant from the International Development Association (IDA) of the World Bank.

Discover more at [aiccra.cgiar.org](http://aiccra.cgiar.org)

