



THE ECONOMICS OF  
LAND DEGRADATION



## Les utilisateurs des terres de Kaffrine gagnent à investir dans des pratiques de gestion plus durables



### Exemple du village de Daga Birame (Kaffrine, Sénégal) et sa plateforme d'innovation

Un rapport de l'Initiative ELD dans le cadre  
du projet « Inverser la dégradation des terres  
en Afrique par l'adoption à grande échelle de  
l'agroforesterie »

**Coordinateurs :**

Diaminatou Sanogo, Moussa Sall

**Contributeurs :**

Halimatou Sadyane Ba, Baba Ansoumana Camara, Pierre Maurice Diatta

**Comité de lecture :**

Sidnoma Abdoul Aziz Traoré (CEE-M – Centre d'Economie de l'Environnement de Montpellier, France)

**Éditrices :**

Laure Zakrewski, Silke Schwedes, Emmanuelle Quillérou, Clotilde Meunier

**Concept visuel :**

MediaCompany, Bonn Office

**Mise en page :**

wareform, Berlin

**Crédits photographiques :**

Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA)/ Centre National de Recherches Forestières (CNRF)

**Remerciements :**

Nos remerciements concernent nos partenaires internationaux (ICRAF, CCAFS), nationaux (ANCAR, ANACIM, DEFCCS et les populations de Daga Biram)

**Citation suggérée:**

Sanogo, Diaminatou, Sall, Moussa, Ba, Halimatou Sadyane, Camara, Baba Ansoumana, et Diatta, Pierre Maurice. 2019. Les utilisateurs des terres de Kaffrine gagnent à investir dans des pratiques de gestion plus durables. Exemple du village climato-intelligent de Daga Birame et sa plateforme d'innovation. Un rapport de l'initiative ELD dans le cadre du projet « Inverser la dégradation des terres en Afrique par l'adoption à grande échelle de l'agroforesterie »

Disponible sur [www.eld-initiative.org](http://www.eld-initiative.org)

# **Initiative Économie de la Dégradation des terres (ELD):**

**Les utilisateurs des terres de Kaffrine gagnent à  
investir dans des pratiques de gestion plus durables**

Exemple du village de Daga Birame (Kaffrine, Sénégal)  
et sa plateforme d'innovation

Un rapport de l'Initiative ELD dans le cadre du projet  
« Inverser la dégradation des terres en Afrique par  
l'adoption à grande échelle de l'agroforesterie »

Octobre 2019

[www.eld-initiative.org](http://www.eld-initiative.org)

## Acronymes et abréviations

<b>ANSD</b>	Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
<b>ANACIM</b>	Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie
<b>BMZ</b>	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement)
<b>CCAFS</b>	Research Programme Climate Change, Agriculture and Food Security (Programme de recherche sur le changement climatique, l'agriculture et la sécurité alimentaire)
<b>CNRF</b>	Centre National de Recherches Forestières
<b>CNULCD</b>	Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification
<b>ELD</b>	Économie de la Dégradation des terres
<b>FCFA</b>	Franc de la Communauté financière africaine
<b>GDT</b>	Gestion durable des terres
<b>GIZ</b>	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Agence allemande de coopération internationale pour le développement)
<b>ICRAF</b>	International Center for Research in Agroforestry (Centre Mondial pour l'Agroforesterie)
<b>ISRA</b>	Institut Sénégalais de Recherche Agricole
<b>ODD</b>	Objectifs de développement durable
<b>RNA</b>	Régénération naturelle assistée
<b>TOP-SECAC</b>	Trousse à outils de planification et suivi-évaluation des capacités d'adaptation au changement climatique
<b>TRI</b>	Taux de rentabilité interne
<b>UE</b>	Union européenne
<b>UICN</b>	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
<b>VAN</b>	Valeur actuelle nette

# Table des matières

	Liste des tableaux .....	6
	Liste des figures .....	7
	A PROPOS DE L'INITIATIVE ELD ET DU PROJET « Inverser la dégradation des terres en Afrique par l'adoption à grande échelle de l'agroforesterie » .....	8
	RECOMMANDATIONS .....	10
	Recommandations à l'intention des utilisateurs des terres .....	10
	Recommandations à l'intention du secteur privé .....	10
	Recommandations à l'intention des responsables des orientations politiques/décideurs publics .....	10
	RÉSULTATS SCIENTIFIQUES CLÉS .....	11
<b>Chapitre 1</b>	Introduction : Dégradation des terres et choix de Daga Birame .....	12
<b>Chapitre 2</b>	L'approche 6+1 de l'Initiative « Économie de la Dégradation des terres » .....	16
	Étape 1 : Initialisation.....	17
	Étape 2 : Caractéristiques géographiques et écologiques du village de Daga Birame .....	23
	Étape 3 : Catégories de services écosystémiques .....	24
	Étape 4 : Identification du rôle des services écosystémiques comme moyens de subsistance des communautés et dans le développement économique global .....	27
	Étape 5 : Dynamique de la dégradation des terres .....	31
	Étape 6 : Analyse coût-bénéfice et prise de décision .....	35
<b>Chapitre 3</b>	Étape « 6+1 » : agir ! .....	52
	Recommandations à l'intention des utilisateurs des terres .....	52
	Recommandations à l'intention du secteur privé .....	52
	Recommandations à l'intention des responsables des orientations politiques/décideurs publics .....	52
<b>Chapitre 4</b>	Conclusions .....	53
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	54

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b>	Liste des services écosystémiques à Daga Birame (Assemblée villageoise Daga Birame 2018, ISRA/CNRF) .....	25
<b>Tableau 2 :</b>	Valeurs d'usage direct des services écosystémiques de Daga Birame (Assemblée villageoise Daga Birame 2018) .....	28
<b>Tableau 3 :</b>	Valeur d'usage direct des services d'approvisionnement (Groupe de réflexion de Daga Birame .....	30
<b>Tableau 4 :</b>	Valeur d'usage indirect des services écosystémiques (Assemblée villageoise Daga Birame, Octobre 2018) .....	31
<b>Tableau 5 :</b>	Bilan des mutations spatiales à Daga Birame .....	34
<b>Tableau 6 :</b>	Matériel agricole utilisé .....	37
<b>Tableau 7 :</b>	Coûts des intrants agricoles .....	37
<b>Tableau 8 :</b>	Temps de travail moyen .....	38
<b>Tableau 9 :</b>	Charges d'exploitation selon les scénarios .....	39
<b>Tableau 10 :</b>	Revenus tirés de la production en fonction des scénarios .....	39
<b>Tableau 11 :</b>	Compte d'exploitation de la pratique de la RNA en fonction des scénarios .....	40
<b>Tableau 12 :</b>	Variétés de Ziziphus mauritiana et de Tamarindus indica introduites dans la parcelle de domestication.....	41
<b>Tableau 13 :</b>	Coût d'investissement de la parcelle de domestication .....	41
<b>Tableau 14 :</b>	Prix sur le marché des différentes variétés cultivées .....	42
<b>Tableau 15 :</b>	Production moyenne des différentes variétés .....	42
<b>Tableau 16 :</b>	Revenus moyens tirés de la vente des produits de la parcelle de domestication .....	43
<b>Tableau 17 :</b>	Revenus tirés de la mise en défens en fonction des scénarios .....	45
<b>Tableau 18 :</b>	Flux financier pour la pratique de la RNA .....	45
<b>Tableau 19 :</b>	Flux financier pour la domestication .....	46
<b>Tableau 20 :</b>	Flux financier de la mise en défens .....	47
<b>Tableau 21 :</b>	Analyse économique de la RNA .....	48
<b>Tableau 22 :</b>	Analyse économique de la domestication .....	48

<b>Tableau 23 :</b>	Analyse économique de la mise en défens .....	49
<b>Tableau 24 :</b>	Tableau récapitulatif des VAN et TRI pour les trois technologies .....	49
<b>Tableau 25 :</b>	Variation du taux d'actualisation .....	50
<b>Tableau 26 :</b>	Variation des charges et des revenus .....	51

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b>	Limite administrative de la région de Kaffrine .....	18
<b>Figure 2 :</b>	Localisation du site de Daga Birame (CCAFS 2012) .....	24
<b>Figure 3 :</b>	Occupation des sols à Daga Birame en 2004 (ISRA/CNRF) .....	32
<b>Figure 4 :</b>	Occupation des sols à Daga Birame en 2018 (ISRA/CNRF 2018) .....	33
<b>Figure 5 :</b>	Dynamique de conversion des unités d'occupation des sols à Daga Birame entre 2004 et 2018 (ISRA/CNRF, 2018).....	35

## À propos de l'Initiative ELD et du projet « Inverser la dégradation des terres en Afrique par l'adoption à grande échelle de l'agroforesterie »

La dégradation des sols, la désertification et la sécheresse sont des phénomènes mondiaux qui représentent une menace croissante pour l'avenir de notre environnement. Ils provoquent la perte des services fournis par les écosystèmes terrestres, qui s'avèrent indispensables pour les populations et le développement économique. La production alimentaire, la disponibilité hydrique, la sécurité énergétique et d'autres services fournis par les écosystèmes intacts sont compromis par la perte continue des terres et des sols.

D'ores et déjà, la désertification affecte environ 45 % du continent africain (ELD Initiative 2017), d'où la nécessité impérieuse d'agir. L'inaction face à cette menace pourrait entraîner des conséquences négatives majeures pour les économies et les perspectives de développement dans le long terme.

L'Initiative Économie de la Dégradation des terres (ELD) a été lancée en 2011 par l'Union européenne (UE), le Ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (BMZ) et la Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification (CNULCD). L'Initiative ELD fournit un appui scientifique aux décideurs aux niveaux national et international. S'appuyant elle-même sur un vaste réseau d'experts scientifiques et d'institutions partenaires, elle vise à conduire, à l'échelle mondiale, à une transformation dans la compréhension de la valeur économique des terres productives ainsi qu'à davantage familiariser les parties prenantes aux arguments socioéconomiques, l'objectif étant de promouvoir une gestion plus durable des terres.

L'Initiative ELD offre des outils et méthodes d'évaluation éprouvés qui aident les parties prenantes à évaluer la rentabilité des terres à travers une évaluation économique globale de leur utilisation, et à prendre en compte les résultats de ces évaluations dans le processus décisionnel. La coordination de l'Initiative ELD est assurée par un secrétariat abrité par le projet sectoriel BoDeN de l'Agence

allemande de coopération internationale pour le développement (GIZ) dans les locaux de la GIZ à Bonn, Allemagne.

La dégradation des terres est incluse explicitement dans l'objectif 15 des objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies, adoptés en 2015. L'objectif 15 vise à « préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des sols et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité ».

Les cibles 15.3 et 15.9 visent respectivement à atteindre une neutralité de la dégradation des terres et la prise en compte explicite des écosystèmes dans la planification nationale et locale. Au niveau international, la CNULCD a été nommée en tant qu'agence en charge du suivi de ces cibles. En développant un argumentaire économique, l'Initiative ELD complète le travail du comité scientifique et technique de la Convention.

La dégradation des terres constitue un problème complexe et pernicieux, qui affecte beaucoup de domaines de la vie humaine. Ainsi, elle ne peut pas être simplement résorbée par l'adoption de mesures techniques ou technologiques. La lutte efficace contre la dégradation demande des mesures inclusives qui permettent aussi de réduire la pauvreté (ODD 1), d'améliorer la sécurité alimentaire (ODD 2), la gestion durable de l'eau et l'assainissement (ODD 6), la croissance économique (ODD 8), la consommation et la production durables (ODD 12), l'adaptation aux changements climatiques (ODD 13), et la paix et la justice (ODD 16).

Lancé en 2017, le projet « Inverser la dégradation des terres en Afrique par l'adoption à grande échelle de l'agroforesterie » vise à renforcer les moyens d'existence, la sécurité alimentaire et la résilience face au changement climatique en restaurant les services écosystémiques terrestres. Les pays bénéficiaires de ce projet sont l'Éthiopie,

le Ghana, le Kenya, le Mali, le Niger, le Rwanda, le Sénégal et la Somalie. Il est conjointement mis en œuvre par l'Initiative ELD et le Centre international pour la Recherche en Agroforesterie (ICRAF), sur financement de l'UE, avec un cofinancement du BMZ.

Le rôle de l'Initiative ELD dans le cadre de ce projet est de sensibiliser le public aux menaces et aux opportunités que comportent les différentes options d'utilisation des terres, à travers l'appui à la mise en place et le partage des analyses coût-bénéfice dans chaque pays cible. Parallèlement, elle

renforce également les capacités des institutions et experts nationaux à évaluer les retombées économiques des investissements ciblant la gestion des terres, compte tenu des coûts de la dégradation de celles-ci.

Le présent rapport est développé dans le cadre d'un tel processus national. Il vise à fournir aux décideurs politiques et aux administrateurs des informations scientifiques sur les conséquences économiques de la dégradation des terres et les voies alternatives pour réaliser une croissance économique en milieu rural.

# Recommandations

## Recommandations à l'intention des utilisateurs des terres

Généraliser l'utilisation des pratiques et technologies approuvées au niveau d'autres villages environnants pour renverser les tendances de dégradation dans cette zone.

Développer le concept une personne-un arbre en s'appuyant sur le genre. Un programme peut être lancé par les responsables de la plateforme et en collaboration avec les Eaux et Forêts pour initier des actions telles qu'un homme-un hectare sous RNA (régénération naturelle assistée), une femme-un fruitier, une école-un bocage et un village-une mise en défens afin de développer la conscience collective de l'importance de l'arbre.

Développer de nouveaux métiers/nouvelles chaînes de valeurs au sein du village en rapport avec l'agroforesterie (pépiniériste/producteur de plants, maraîcher de produits issus de l'agriculture biologique/producteur de compost et de légumes issus de l'agriculture biologique) afin que l'offre de services puisse susciter la demande.

## Recommandations à l'intention du secteur privé

Susciter de nouvelles vocations et accompagner l'entreprenariat local avec des business models en relation avec l'exploitation des ressources de manière raisonnée pour maintenir les jeunes dans le village.

Installer des magasins pour faciliter l'acquisition des intrants, du matériel agricole et des semences afin de faciliter la mise en place des technologies proposées.

Établir des contrats (unités de transformation de céréales locales ou de produits forestiers non ligneux) avec un cahier de charge bien défini pour créer des débouchés aux productions et favoriser la possibilité d'investissement sur les facteurs et moyens de production.

## Recommandations à l'intention des responsables des orientations politiques/décideurs publics

Améliorer la communication entre les Eaux et Forêts et les populations locales pour une meilleure prise en charge des ressources.

Permettre aux populations l'exploitation, de manière raisonnée et sous le contrôle des Eaux et Forêt, des produits de la forêt afin de les inciter davantage à la régénération des espèces forestières.

Mettre en place des plans de reverdissement des terroirs avec comme principaux animateurs les services déconcentrés et les populations locales.

## Résultats scientifiques clés

L'analyse et l'évaluation de la rentabilité, effectuées dans le cadre de l'approche ELD, démontrent la rentabilité des trois pratiques de gestion durable des terres (GDT) mises en œuvre dans le village de Daga Birame. La RNA représente la pratique la plus rentable : elle nécessite un investissement initial faible et procure des effets environnementaux dès les premières années de pratique. La domestication est aussi rentable, mais nécessite un investissement plus important en raison du coût d'achat des plants améliorés et de la main d'œuvre nécessaire pour la mise en place de la parcelle. La valeur actuelle nette (VAN) économique pour la mise en défens, en ne prenant pas en compte son exploitation, n'est faible que par rapport à celle de la VAN de la RNA et de la domestication. La mise en œuvre de ces pratiques permet d'aller vers un phénomène de neutralisation de la dégradation des terres du village de Daga Birame.

En résumé :

- Les pratiques de GDT mises en œuvre dans le village de Daga Birame permettent d'aller vers un phénomène de neutralisation de la dégradation des terres.
- La RNA, la domestication de fruitiers forestiers et la mise en défens sont des pratiques rentables.
- Les services écosystémiques du village jouent un rôle important dans l'amélioration des conditions de vie des populations.

### PHOTO 1

**Nouvelles accessions de *Adansonia digitata* introduites dans la parcelle communautaire de domestication**



## Introduction : Dégradation des terres et choix de Daga Birame

La dégradation des terres constitue un obstacle majeur à la production agricole et à la sécurité alimentaire, comme l'est souligné dans le plan national d'investissement agricole et de sécurité alimentaire du Sénégal.

Sa définition varie en fonction des perspectives adoptées. La dégradation des terres est le plus souvent définie par toute forme de détérioration du potentiel naturel des sols qui altère l'intégrité de l'écosystème, soit en réduisant sa productivité écologiquement durable, soit en amoindrissant sa richesse biologique originelle et sa capacité de résistance (FEM 2009). Cela est généralement le fait d'activités humaines, exacerbées par les processus naturels et étroitement liées au changement climatique ainsi qu'à la perte de la biodiversité (CNULCD 2014). Elle est d'envergure internationale et a touché, de 1981 à 2003, près du quart (24%) de la surface de la Terre, ce qui a affecté quelques 1,5 milliards de personnes. Chaque année, près de 12 millions d'ha de terre – presque la taille du Bénin – sont perdus en même temps que le potentiel pour produire 20 millions de tonnes de grains (CNULCD 2012). La Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification (CNULCD) estime que la détérioration des terres affecte jusqu'aux deux tiers des surfaces de terres productives en Afrique (CNULCD 2013) (Jones et al. 2013). De plus, dans le document intitulé *Review Report on Drought and Desertification in Africa*, il est déclaré qu'au moins 485 millions de personnes en Afrique sont affectées, soit 65% de la population africaine (ECA 2007).

La neutralité en termes de dégradation des terres constitue un concept mobilisateur par la communauté internationale face à la dégradation d'écosystèmes. Selon la CNULCD, trois types d'action peuvent limiter la dégradation des terres à savoir : (i) éviter la dégradation et réduire les facteurs de risques dans les terres non dégradées (notamment en adoptant et en intensifiant les pratiques de GDT), (ii) réduire la dégradation des terres (pour celles en voie de dégradation) et (iii) restaurer les terres dégradées.

Au Sénégal, l'agriculture constitue un secteur clé et contribue environ 7,2% au produit intérieur brut du pays (MAER 2015). Une partie importante de la population active (60 à 70%) est tributaire directement ou indirectement des activités agricoles. Le pays comprend 755 532 ménages agricoles, dont 73,8% qui sont situés en milieu rural (ANSD 2014). Les paysans demeurent, dans leur majorité, confrontés à l'insécurité alimentaire et à la pauvreté. En effet, l'étude du Centre de Gestion et d'Économie Rurale a démontré la pauvreté d'environ 57% de la population rurale (CGER 2014).

Depuis les années 1970, le Sénégal fait face à d'importantes mutations climatiques. Les plus perceptibles sont liées au changement climatique au niveau mondial, avec l'élévation des températures et l'augmentation de phénomènes météorologiques extrêmes, tels que la sécheresse, les fortes précipitations entraînant parfois des inondations ou des dégradations considérables du couvert végétal. Le fléau s'est considérablement accentué après les années 1970 sous forme de grande sécheresse. La dégradation des sols a été désignée comme l'un des plus grands défis écologiques du monde (Pender 2009). Les données actuelles révèlent que près de 2/3 des terres arables (Banque mondiale 2009), soit 2,5 millions d'hectares et environ 34% de la superficie du pays (CSE 2011) sont affectés par diverses formes de dégradation, d'origine naturelle (climat, etc.) comme anthropique (pressions) : érosion hydrique ou éolienne, salinisation, perte de production végétale, etc. L'investissement mobilisé par les projets de lutte contre la dégradation des terres au Sénégal représente 643 millions de dollars US, soit environ 321,5 milliards de francs de la Communauté financière africaine (FCFA) (Banque mondiale 2007, cité par INP 2012). La dégradation des terres induit la désorganisation des systèmes de production et la baisse des productions (agricole, pastorale et forestière), ce qui entraîne fondamentalement une perte de revenus des ménages ruraux et la persistance de l'insécurité alimentaire.

Malgré les efforts entrepris par l'État sénégalais et ses partenaires à travers l'allocation de 21% du

coût du programme triennal au secteur primaire (PTIP 2015–2017), l'établissement du programme de soutien aux services agricoles et aux organisations paysannes (PSAOP 1997), l'élaboration d'un code de l'environnement en 2000, la mise sur pied d'un plan national d'adaptation aux changements climatiques (PANA 2006) ainsi que d'une stratégie nationale d'adaptation aux changements climatiques en février 2010, les effets des variabilités climatiques ne cessent d'accentuer la dégradation des terres et par conséquent la vulnérabilité du secteur agricole sénégalais qui souffrait déjà de contraintes économiques, structurelles et organisationnelles fortes (Sall 2015).

Il devient donc urgent de mener des actions visant concomitamment à accroître la capacité adaptative des petits producteurs, nombreux et vulnérables, aux variations climatiques et la dégradation de la capacité productive des terres et ainsi à permettre une atténuation de ces impacts sur leurs revenus.

Au vu de cette situation, toutes les actions de développement doivent être conformes aux dispositions d'atténuation et d'adaptation en intégrant les principes de développement durable dans les politiques nationales et à l'inversement de la tendance notée par rapport à la déperdition de ressources environnementales (MAER 2014).

C'est ainsi que le Sénégal a décidé d'adopter une approche originale : l'agriculture intelligente face au climat. Le concept d'agriculture intelligente face au climat découle de la nécessité d'apporter des solutions novatrices au secteur agricole. Cette approche est globale et vise à promouvoir l'adoption de pratiques plus durables du point de vue environnemental, au-delà du seul aspect climatique. L'approche de l'agriculture intelligente face au climat a ainsi pour objectif d'augmenter, de façon durable, la productivité agricole et les revenus des agriculteurs afin d'atteindre les objectifs nationaux de sécurité alimentaire et de développement, de renforcer la résilience et l'adaptation des systèmes agricoles et alimentaires au changement climatique, d'atténuer les

émissions de gaz à effet de serre et d'augmenter l'absorption du carbone. Grâce à une approche intégrée du développement, l'agriculture intelligente face au climat met l'accent sur les synergies entre la productivité, l'adaptation et l'atténuation ainsi que les co-bénéfices d'ordres environnemental, social et économique tirés de l'adoption de différentes pratiques et technologies agricoles et agroforestières.

C'est dans ce contexte que l'ISRA et ses partenaires ont développé le modèle holistique de village climato-intelligent, où l'accent est mis sur (i) l'utilisation des prévisions et informations climatiques, (ii) le choix de variétés résilientes et de bonnes pratiques d'adaptation au changement climatique, (iii) la pratique de l'agroforesterie, avec des arbres fruitiers et des espèces fourragères à cycle de production court, (iv) la gestion de la RNA par les producteurs, (v) la gestion concertée des espaces sylvo-pastoraux inter-villageois, (vi) la plantation de fruitiers forestiers prioritaires dans les concessions et (vii) la diversification des cultures (maïs, maraîchage/pastèque, légumes) et des sources de revenus, avec la création de petites entreprises forestières et agricoles (fruit de baobab, arachide, aviculture, etc.). Ce modèle holistique inclus donc des pratiques visant à limiter la dégradation des terres et ses impacts sur la communauté villageoise ainsi que des mesures de restauration de l'environnement villageois.

Ce modèle a été appliqué dans le village de Daga Birame (région de Kaffrine) à partir de 2011, avec l'appui financier et technique du gouvernement, notamment le Ministère de l'Élevage et des Productions Animales, le Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural – à travers la Direction Régionale de Développement Rural et l'ISRA, le Ministère du Tourisme et du Transport Aérien, avec l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM) pour la diffusion des informations météorologiques ainsi que les projets, les ONG (World Vision, Agrecol) et les organisations internationales (Centre Mondial pour l'Agroforesterie (ICRAF)- Programme de recherche sur le changement climatique, l'agri-

culture et la sécurité alimentaire (CCFAS) et l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN).

Ainsi, cette étude s'intéresse aux actions mises en œuvre dans le village climato-intelligent de Daga Birame dans la région de Kaffrine. Ce site, bien qu'il n'est pas considéré comme un site prioritaire dans le processus de neutralité de la dégradation des terres, a été choisi, car il constitue une région d'intervention pour les composantes 2 et 3 du projet « Des arbres pour reverdir l'Afrique » par l'ICRAF et World Vision. Il permet donc une complémentarité des interventions du projet sur une même zone, en s'appuyant sur un site qui n'est pas un terrain vierge du point de vue de la recherche. Il présente aussi un modèle de gouvernance villageoise innovant pour le Sahel, avec une population amenée à décider par et pour elle-même des actions de développement à effectuer. Ce modèle de gouvernance n'est pas présent dans les trois autres cas d'étude ELD au Sénégal.

Ainsi, cette étude s'intéresse aux aspects financiers et économiques des mesures de GDT sur la base des technologies développées dans le village de Daga Birame. L'objectif est d'analyser et d'évaluer la rentabilité des différentes technologies mises en place dans le village à travers la proposition de différents scénarii. Le but est de fournir des informations objectives et quantitatives et d'avoir une vision synthétique qui permettrait d'améliorer les prises de décisions quant à l'adoption de ces technologies, en complément des perspectives issues des sciences naturelles déjà établies.

Par une approche globale, se basant sur des valeurs économiques totales, la méthode d'ELD évalue, par rapport au statu quo, le gain additionnel ou le manque à gagner liés à l'adoption de pratiques de GDT. Les résultats permettent de comprendre comment et à quel degré l'instauration de mesures de GDT peut contribuer à accroître la rentabilité des terres à Daga Birame ainsi que d'identifier les blocages possibles à l'adoption de ces pratiques.

Cette étude vise à contribuer à l'élaboration de recommandations politiques, en alimentant un dialogue coordonné par les responsables des orientations politiques et décideurs dans le cadre du processus de prise de décision publique.

## P H O T O 2

Tableau d'indication à l'entrée du Village Climato-Intelligent de Daga Birame



## P H O T O 3

Culture en couloir de *Arachis hypogaea* entre les rangés des accessions de *Tamarindus indica* introduites dans la parcelle communautaire de domestication



## L'approche 6+1 de l'Initiative « Économie de la Dégradation des terres »

La démarche méthodologique nécessaire à l'évaluation économique des technologies mises en place dans le village de Daga Birame a suivi les 6+1 étapes de l'approche ELD (ELD Initiative 2015).

Des données qualitatives et quantitatives sur les services écosystémiques et les technologies de gestion plus durable des terres mises en place dans le village ont été collectées. Trois options d'actions complémentaires ont été évaluées : la pratique de la RNA, la domestication de fruitiers forestiers et la mise en défens de 128 ha pour faciliter leur reforestation.

Afin d'évaluer ces trois technologies, diverses données de sources primaires comme secondaires ont été utilisées. Pour collecter les informations existantes, une revue bibliographique a été menée afin de compiler les résultats de recherches et d'études antérieures dans la zone. Des documents tels que des articles scientifiques, des fiches techniques, des rapports d'études, des mémoires d'étudiants et des rapports annuels ont été consultés. Cette revue a permis de répertorier des données secondaires existantes pertinentes. Par la suite, des enquêtes et groupes de réflexion auprès des ménages agricoles ont permis de collecter des données primaires afin de compléter les données secondaires déjà identifiées. Les données primaires ont été recueillies auprès des producteurs et personnes ressources du village au travers d'enquêtes menées sur le terrain. Des personnes ressources du projet ont été consultées pour estimer les coûts des technologies et compléter, appuyer et/ou confirmer les données du terrain. Il s'est ensuite agi de regrouper et d'organiser les données permettant de décrire les technologies mises en place dans le village, de les modéliser sous forme de scénarios et d'analyser la rentabilité et viabilité économique de chacune de ces technologies.

Des questionnaires individuels et un guide d'entretien ont été spécifiquement conçus pour obtenir des informations adaptées aux objectifs de l'étude (voir Annexe).

La porte d'entrée pour le choix des ménages est la pratique de la technologie. Suite à un recensement des ménages du village, un échantillon de

quarante-cinq ménages a été enquêté. Ainsi, pour chacune des trois technologies considérées, 15 personnes ont été enquêtées avec la possibilité qu'une personne soit enquêtée au plus sur deux technologies ou pratiques différentes. Les questionnaires ont été administrés à des producteurs utilisateurs des technologies ainsi que des producteurs n'ayant pas modifié leurs itinéraires techniques malgré la vulgarisation des technologies développés par le projet. Les données sur les services écosystémiques ont été collectées grâce à un groupe de réflexion regroupant une vingtaine de personnes, constitué de membres de la plateforme d'innovation de Daga Birame (producteurs et de groupements de femmes). Le groupe de réflexion a porté sur l'identification des services écosystémiques, les flux et stocks de service ainsi que leurs valeurs monétaires.

Toutes ces données ont permis d'établir et modéliser trois types de scénarios :

- **Scénario « situation de départ »**, avant l'adoption des trois technologies considérées : point de départ commun aux deux autres types de scénarios envisagés dans cette étude ;
- **Scénario « sans changement technologique »** : projection de la situation de départ dans la durée selon son évolution prévisible, sans aucune utilisation des trois technologies proposées comme alternative (*statu quo* ou *business as usual*) ;
- **Scénario « avec changement technologique »** : situation après la mise en application d'une des trois technologies développées par le projet, impliquant un changement actif de trajectoire technologique. Il existe un scénario avec changement technologique pour chacune des trois technologies considérées.

## P H O T O 4 :

**Groupes de réflexion et enquêtes individuelles à Daga Birame**

À la suite de la collecte des données, l'analyse coût-bénéfice a été effectuée pour les trois technologies. Ainsi, un horizon temporel de l'analyse d'une durée de huit ans a été retenu pour la pratique de la RNA et la domestication de fruitiers forestiers. Un taux d'actualisation de 10%, qui représente le taux en vigueur au niveau de la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (la principale banque qui finance les ménages agricoles au Sénégal) et proche du taux estimé au niveau national de 8–9 %, a été également considéré (Bah et Diop 2015). Ce taux correspond à un taux harmonisé entre les trois autres cas d'étude ELD au Sénégal et quatre cas d'étude ELD au Niger pour faciliter les comparaisons et transferts entre sites et pays d'étude au Sahel.

**Étape 1 : Initialisation**

Cette étude a porté sur trois des technologies adoptées dans le village de Daga Birame, dans la région de Kaffrine : RNA, domestication d'espèces frui-

tières et mise en défens. L'échelle spatiale est limitée aux parcelles concernées par l'adoption de ces technologies au sein du village : 182 ha sous RNA, un ha pour la domestication (parcelle de démonstration) et 128 ha pour la mise en défens. Cette orientation stratégique a été établie afin de compléter les autres études ELD et a été déterminée en lien avec les initiatives prises au niveau local par la plateforme d'innovation de Daga Birame pour son développement économique.

La zone d'étude est le village de Daga Birame, situé dans la région de Kaffrine au Sénégal. Ancien département de la région de Kaolack, la région de Kaffrine est née des réformes administratives de 2008. Kaffrine appartient à la zone centre du Sénégal, au cœur du bassin arachidier. Elle est limitrophe à un État (République de Gambie) et six régions : Diourbel et Louga au nord, Tambacounda à l'est, Kaolack à l'ouest et au sud-ouest, Matam au nord-est et Fatick au nord-ouest. Elle compte quatre départements, neuf arrondissements et 28 communautés rurales.

FIGURE 1 :

**Limite administrative de la région de Kaffrine**



À l'image de la région de Kaffrine, le village de Daga Birame est balayé par l'alizé (en saison sèche) et la mousson (saison des pluies). Le climat est de type sahélo-soudanien (Sarr et al. 2013) avec une pluviométrie très variable autour de  $619,2 \pm 184$  mm (ANACIM 2015). Le relief est plat dans son ensemble et présente une légère pente qui descend du nord au sud. La texture du sol dans le village est de type sablo-argileux, avec des valeurs de densité apparente qui varient de 1,38 à 1,47 g/cm<sup>3</sup> (Egueh 2017).

La population de Kaffrine est passée de 465 671 habitants en 2002 à 632 023 habitants en 2016 (ANSD 2016), dont 49,8% d'hommes et 50,2% de femmes. Près de la moitié de la population régionale, soit 48,8%, a moins de 15 ans et 67,3% ont moins de 25 ans. La pyramide des âges de la région de Kaffrine présente une base large avec un rétrécissement progressif vers le sommet, témoignant ainsi la prédominance des jeunes au sein de la population totale de la région. Cette forme de pyramide (large à la base et étroite au sommet) est caractéristique d'une population à une forte natalité associée à une mortalité tout aussi élevée (ANDS 2016). La superficie de la région est de 11 181 km<sup>2</sup> et sa densité est égale à 50,7 habitants/km<sup>2</sup>.

Les secteurs d'activités dominants dans la région sont l'agriculture, l'élevage, la foresterie, l'artisanat et le commerce. Les statistiques sur les emblavures de Kaffrine montrent que cette région occupe une place de choix dans l'agriculture sénégalaise. Le cheptel est composé principalement de bovins, de petits ruminants, d'équins et de volaille. L'exploitation forestière est interdite, notamment la production de charbon de bois et l'exploitation de bois d'œuvre. En effet, le Sénégal s'est toujours doté d'un cadre juridique organisant et encadrant la gestion des ressources naturelles en général, en particulier des ressources forestières. C'est en 1965 que fut édicté le premier code forestier du Sénégal indépendant, avec l'adoption de la loi N°65-23 du 09 février 1965 et son décret d'application N°65-078 du 10 février 1965. Face aux situations de menace sur les écosystèmes forestiers, l'État du Sénégal a engagé des actions de restauration du milieu naturel, avec une consolidation du dispositif de conservation à travers la révision du code forestier de 1965 et l'adoption d'une nouvelle loi forestière (loi N° 74-46 du 18 juillet 1974 pour la foresterie ; modification du code de la chasse la loi N° 86-04 du 24 janvier 1986 et décret N° 86-844 du 14 juillet 1986, portant application du code de la chasse et de la protection de la faune).

L'artisanat joue un rôle important dans le développement de la région. Les filières les plus représentées sont l'ébénisterie, la poterie, la vannerie, la menuiserie métallique et la teinture. Le commerce permet essentiellement l'écoulement des productions agricoles, en particulier celles de l'arachide et du mil, auprès des centres urbains pour le marché local. Les produits forestiers de cueillette (pain de singe, fruit de jujubier, fruits de tamarinier, etc.) et le bétail occupent une place de choix dans l'échange de marchandises (Bakhom 2012).

Dans la zone du bassin arachidier, notamment à Daga Birame, les modes d'occupation des sols et de gestion des ressources naturelles ont été bouleversés au point d'aller à l'encontre des processus de résilience des écosystèmes (Ba 2015). Les systèmes de production agricoles connaissent une baisse graduelle de la fertilité de leurs sols due à la culture continue suivant une rotation annuelle arachide/céréales sèches (Badiane et al. 2000), au défrichage et/ou au dessouchage des arbustes pour augmenter les superficies agricoles (Diack et al. 2000) (Diédhiou et al. 1999). Cette situation a entraîné l'abandon des systèmes agroforestiers traditionnels intégrés qui intégraient l'arbre, l'animal et les cultures annuelles (Sanogo et al. 2004). Cette perte de fertilité s'est d'autant plus aggravée avec l'exportation de l'intégralité des résidus de récolte hors des champs de culture, ce qui dénude le sol et l'expose ainsi à l'érosion éolienne (Ba 2015). Ceci est un obstacle majeur à la production agricole et à la sécurité alimentaire.

Cette situation a amplifié la vulnérabilité des populations de la commune et engendré un cycle vicieux de pauvreté. Face à cette situation qui prévaut également sur le plan national, l'État sénégalais a mis en œuvre des projets et programmes pour promouvoir l'adaptation aux changements. Malgré ces efforts, la situation de la sécurité alimentaire est toujours précaire, même critique pour la population rurale de Kaffrine. Une des raisons de ces échecs est la faible implication des populations locales et des groupes vulnérables à l'élaboration et la planification des actions de développement ainsi qu'aux prises de décisions.

À la suite de ce constat, le CCAFS a développé des activités de recherche-action en délimitant une zone d'intervention couvrant une cinquantaine de villages sur cinq communautés rurales, dont le village de Daga Birame. Celui-ci a été choisi pour déve-

lopper le concept de village climato-intelligent, qui constitue une approche participative intégrée utilisant les pratiques climatiques et/ou technologies contextuelles améliorées pour accroître durablement la productivité et les revenus, améliorer la résilience des personnes et des écosystèmes et réduire les gaz à effet de serre (Sanogo et al. 2017).

Avec le choix du village de Daga Birame en 2011, un diagnostic a été réalisé à l'aide la trousse à outils de planification et suivi-évaluation des capacités d'adaptation au changement climatique (TOP-SECAC) (Somda et al. 2011) à partir d'une analyse de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation au changement climatique. Cette identification des contraintes et des opportunités a été essentielle pour concevoir le village climato-intelligent de Daga Birame. Compte tenu de la vision villageoise de son avenir, la communauté a identifié un ensemble d'actions à mettre en œuvre pour obtenir les changements souhaités en matière de productivité agricole, de sécurité alimentaire, de génération de revenus, d'amélioration de la résilience et de gestion durable de l'environnement dans le village. Ces actions ont été structurées autour de quatre composantes : (i) services et informations climatiques, (ii) développement de technologies agricoles/pratiques intelligentes face au climat, (iii) planification du développement du village et (iv) connaissances et institutions locales (Sanogo et al. 2016).

À la suite de ce diagnostic, et sur la base des résultats obtenus de la situation de référence, la mise en place d'un cadre de dialogue a été initiée pour permettre une meilleure dynamique organisationnelle autour des activités à développer. Ainsi, la plateforme d'innovation multi-acteurs de Daga Birame a été mise en place comme force motrice et permet aux populations de reprendre le contrôle de leur propre développement. Elle regroupe toutes les couches sociales de la communauté du village, c'est-à-dire les hommes, les femmes, les jeunes, les chefs traditionnels et les groupes marginalisés du village de Daga Birame. Elle est considérée comme l'institution locale de gouvernance qui pilote la mise en œuvre du plan de travail communautaire dans le cadre de la création du village climato-intelligent. La plateforme d'innovation ainsi formée est constituée de 194 agriculteurs, dont 110 femmes du village. Elle regroupe également des acteurs extérieurs tels que les techniciens, le personnel administratif, les élus locaux, les chercheurs et les membres d'as-

sociations et d'organisations locales. Le bureau de la plateforme comprend 17 membres, dont six femmes.

Même s'il n'existe pas encore de plan de développement formel pour le village de Daga Birame (il en existe un pour la commune de Ndiognick), la plateforme a permis à la communauté villageoise de lancer d'importantes initiatives en vue d'assurer le développement local. Par exemple :

- **la protection des baobabs dans le village** : dans le cadre de l'approche des fermes du futur, un voyage d'échange a été organisé en 2014. Les agriculteurs de Daga Birame ont été envoyés à Linguère-Dahra, dans la région de Louga au nord-ouest du Sénégal, dans la zone sylvopastorale. En guise de boisson de bienvenue, du jus de baobab qui provenait de leur propre région, Kaffrine, leur a été servi. Au retour de ce voyage, ils ont décidé d'entreprendre des activités génératrices de revenu avec le fruit du baobab, mais se sont aperçu que, pour le cas spécifique du village, la ressource ne suffisait pas pour une telle entreprise et que les arbres existants n'étaient pas assez bien gérés, car surexploité pour l'alimentation du bétail. Ceci a été préjudiciable dans la mesure où les arbres n'ont pas pu achever leur cycle et n'ont pu se régénérer. Il a alors été décidé de protéger les baobabs, en collaboration avec des partenaires comme l'ISRA/CNRF. Ainsi, chaque arbre de baobab a été marqué et son utilisation, interdite (coupe et élagage). Cette initiative donne des résultats dans la mesure où les femmes disposent à présent de fruits de baobab (pain de signe) en grande quantité pour la transformation ;
- **la création d'une aire protégée (mise en défens)** : au cours de l'exercice de diagnostic initial, les communautés locales ont identifié les vents violents, les inondations, l'érosion et la sécheresse comme principaux risques climatiques pour le village. Elles ont imputé cet état des choses au fait que les ressources naturelles étaient à un stade avancé de dégradation dans le village, ce qui les conduit à rechercher une solution en vue de créer des conditions de régénération et de la conservation de la végétation. Ainsi, les populations ont depuis 2014 opté pour une gestion participative des ressources communautaires, avec la mise en défens de 128 ha de terres où les feux et la coupe de bois sont interdits, mais le pâturage et la collecte des produits forestiers non ligneux, autorisés ;

- **le développement d'activités génératrices de revenus** : comme activités génératrices de revenus (et également aux fins d'autoconsommation), les femmes de Daga Birame ont entrepris deux initiatives majeures que sont le maraîchage et la transformation de fruits de baobab en poudre. Concernant le maraîchage, les femmes se sont organisées en sous-groupes pour la gestion des potagers. Pour exemple, au cours de la campagne 2015, elles ont produit de la pastèque (*Citrullus lanatus*), du gombo (*Abelmoscus esculentus*), de la menthe et du poivron. La transformation de fruits de baobab en poudre a permis de produire un total de 41 kg (82 sacs de 500 grammes) dont la vente a rapporté près de 112 000 FCFA. Les populations locales utilisent la poudre de baobab transformée pour les enfants malnutris (28 sacs de poudre de baobab vendus au niveau local). Pour les femmes, cette activité est bénéfique car elle permet d'occuper celles qui étaient désœuvrées pendant la saison sèche, tout en leur apportant un revenu supplémentaire. Pour démarrer l'activité, elles avaient contracté un emprunt auprès de la plateforme d'innovation qu'elles ont par la suite entièrement remboursé. Puis, elles ont bénéficié d'une formation pour améliorer leurs techniques de transformation et apprendre à tenir une comptabilité.

La plateforme fonctionne par l'intermédiaire de son assemblée générale qui se tient une fois par an, de son conseil d'administration qui siège tous les trois mois ainsi que des réunions de quartier qui se tiennent en cas de besoin spécifique. Elle englobe trois structures qui ont été créées pour répondre à des objectifs bien précis de développement socio-économique du village. Il s'agit :

- du groupement d'intérêt économique, responsable de l'entretien de la parcelle de démonstration, des activités de maraîchage et de la commercialisation des différents produits (fruits forestiers, produits maraîchers, arachide, etc.) ;
- du comité des aires protégées, qui est responsable de la gestion durable des aires protégées et chargé de superviser l'application des règles qui régissent les 128 ha de mise en défens de Daga Birame. Ce comité, responsable de la protection des ressources naturelles, a été officiellement reconnu par les autorités locales (la municipalité de Ndiognick, le bureau de l'environnement et le Préfet) ;

- du comité de promotion des produits forestiers non ligneux, qui est chargé de la transformation, de la valorisation et de la commercialisation des fruits de baobab (poudre de baobab).

La plateforme d'innovation a permis aux femmes d'obtenir des terres pour le maraîchage et la plantation d'arbres fruitiers locaux sur une parcelle de démonstration. Elle a également apporté une contribution au processus d'obtention de l'autorisation de protection et gestion des terres auprès de l'autorité locale, de manière à sécuriser les bénéfices dérivés pour le village. La plateforme sert également de canal pour relayer les informations climatiques aux agriculteurs.

En rappel, dans cette étude ELD, les **technologies ou pratiques retenues** sont : la RNA, la domestication d'arbres fruitiers/forestiers et la mise en défens.

La **RNA** est une approche agroforestière, dont l'objectif est de provoquer ou de stimuler la régénération naturelle d'espèces ligneuses. Elle consiste à protéger les jeunes plants poussant naturellement et à favoriser leur développement dans leur biotope naturel. Selon le type d'arbres concerné, la RNA peut contribuer à la fourniture d'une grande variété de services écosystémiques : nourriture (fruits), fourrage, combustible (bois), eau, séquestration du

carbone, biodiversité, etc. La pratique est peu onéreuse et les effets potentiels sur l'amélioration de l'environnement et des conditions de vie des populations rurales ont été largement documentés et établis dans certains pays comme le Niger. La RNA contribue au maintien et/ou à la restauration de la fertilité du sol et la production renforcée de débris ligneux (participation des arbres issus de la RNA) contribue à renforcer le statut organique du sol des champs (Cissé 1995). Cette technologie permet de pratiquer l'agriculture, tout en assurant la durabilité des arbres.

À Daga Birame, en 2011 lors du diagnostic participatif, seuls 25 producteurs pratiquaient la RNA dans leurs champs comme technologie d'adaptation à la dégradation des terres. Cependant, elle a été retenue par l'assemblée comme une des technologies agroforestières à promouvoir dans le village pour améliorer la fertilité des terres et lutter contre les effets du changement climatique. En 2018, grâce aux actions de promotion de la pratique (sensibilisation, accompagnement), 93 producteurs pratiquaient la RNA dans leurs parcelles de culture d'une superficie moyenne de 2,5 ha et avec des densités d'arbres moyens de 25 pieds/ha. À l'échelle du village de Daga Birame, la superficie des champs sous RNA est de 183 ha selon les chiffres fournis par la plateforme.

#### PHOTO 5 :

#### Champ de culture sous RNA à Daga Birame



La **domestication des arbres** en agroforesterie est définie comme un processus piloté par les paysans qui permet d'exploiter la variabilité intra-spécifique des arbres localement importants afin de satisfaire les besoins des petits agriculteurs, de répondre à la demande du marché en produits forestiers non ligneux (fruits) et d'accroître la diversité de l'environnement agricole (Simons et Leakey 2004).

À la différence de la RNA, la domestication implique de planter des arbres et de les entretenir en vue d'en tirer des produits.

À Daga Birame, la domestication a d'abord débuté par l'identification participative d'espèces prioritaires, qui a permis d'identifier cinq espèces de fruitiers forestiers pour leurs caractéristiques nutritives et économiques. Il s'agit de *Ziziphus mauritiana* (jujubier), *Adansonia digitata* (baobab), *Tamarindus*

*indica* (tamarinier), *Psidium guajava* (goyavier) et *Annona muricata* (carasolier). Les cinq espèces de fruitiers forestiers ont été introduites dans le village dans une parcelle de démonstration communautaire, mais également dans des plantations individuelles appartenant à des femmes grâce au concept une femme-un fruitier.

Dans la parcelle de domestication d'environ un ha, trois variétés greffées de *Ziziphus mauritiana* (ICRAF 08, ICRAF 09, Gola), trois variétés greffées de *Tamarindus indica* (variété sucrée, Niger 309 et TB 3) et une variété greffée de *Adansonia digitata* (Nonokène) sont comparées aux variétés locales. Une commission chargée de la domestication a été mise en place au sein de la plateforme et s'est chargée de la plantation, du suivi et de l'entretien des arbres introduits dans la parcelle. Cette commission se charge également de la commercialisation des produits issus des arbres.

P H O T O 6 :

Parcelle de démonstration de fruitiers forestiers de Daga Birame



Les produits forestiers non ligneux tirés des espèces domestiquées sont essentiellement les fruits. Ils sont prélevés de manière traditionnelle, avec des techniques simples qui occasionnent peu de dommages au milieu. Ces produits jouent un double rôle dans les ménages : comme produits de subsistance (besoins quotidiens ou saisonniers et pour couvrir la demande dans les années de faibles récoltes) et comme produits commercialisables qui contribuent à l'économie familiale.

La **mise en défens** ou création d'aires protégées a été initiée suite à l'exercice de diagnostic initial. Les communautés locales avaient identifié les vents violents, les inondations, l'érosion et la sécheresse

comme principaux risques climatiques pour le village. Elles ont imputé cet état au fait que les ressources naturelles étaient à un stade avancé de dégradation à Daga Birame, ce qui les a conduit à rechercher une solution en vue de créer des conditions de la régénération et de la conservation de la végétation. Ainsi, elles ont opté, depuis 2014, pour une gestion participative des ressources communautaires et ont consenti à protéger une zone d'une superficie de 128 ha. La mise en défens a consisté à établir des règles de gestion communautaire pour protéger cet espace. Ces règles consistent à interdire le feu et la coupe de bois, tout en permettant le pâturage (fourrage herbacé).

#### PHOTO 7 :

#### Mise en défens de Daga Birame



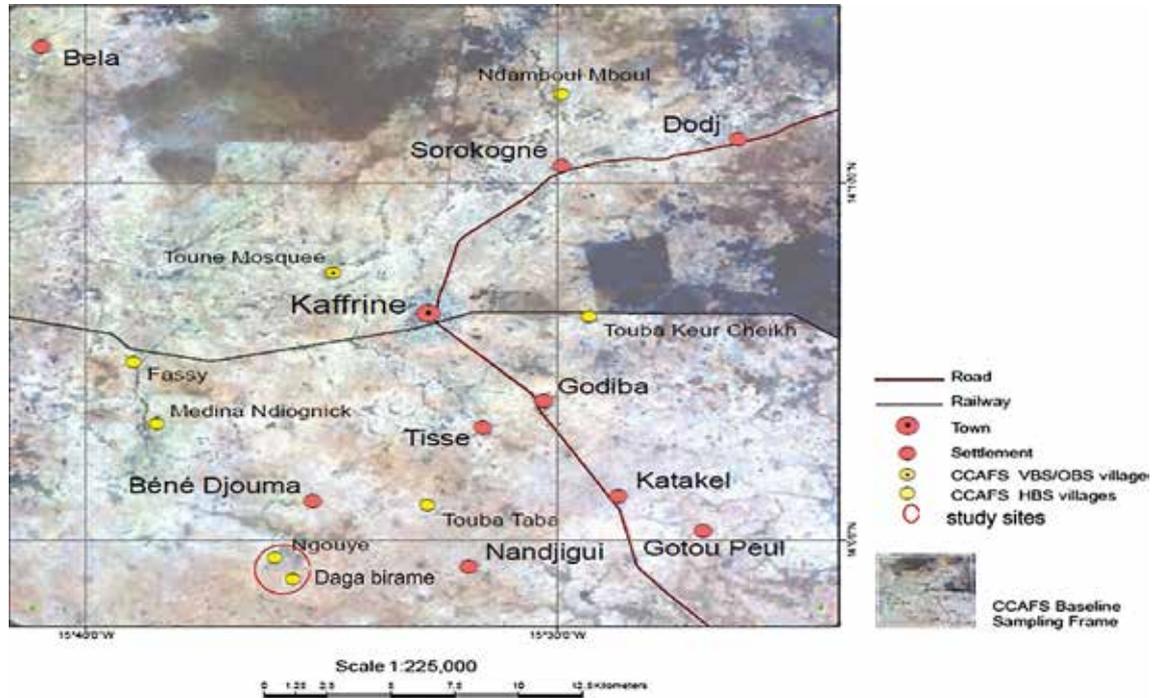
#### Étape 2 : Caractéristiques géographiques et écologiques du village de Daga Birame

Cette étape a pour but de définir les frontières géographiques et écologiques de la zone de Daga Birame. Le village de Daga Birame est situé dans la commune rurale de Ndiognick, région de

Kaffrine, située à 12°06' N de latitude et 15°33' O de longitude (figure 2). La commune de Ndiognick est limitée au nord par la commune de Birkilane et celle de Keur Mboucki, au sud par la commune de Mabo, à l'est par la commune de Kaffrine, de Kahi et Kathiotte et à l'ouest par les communautés rurales de Latmingué et Thiaré.

FIGURE 2 :

Localisation du site de Daga Birame (CCAFS 2012)



Le village se trouve dans le bassin arachidier du Sénégal, sujet à une exploitation intensive des sols et un défrichement important. L'occupation des sols dans le village de Daga Birame a été établie de manière participative avec les habitants du village. La classification a permis de déterminer la présence de savanes arbustives sur une grande superficie. La couverture végétale est caractérisée par la présence importante d'arbustes comme *Nguiera senegalensis* et *Combretum glutinosum*. La strate arborée est dominée par *Adansonia digitata* et *Cordia pinata*, avec la présence d'autres espèces comme *Diospyros mespiliformis* (alome), *Soto sp* (soto), *Tamarindus indica* (dakhar) ou encore *Zyziplus mauritiana* (sidem). Les technologies développées dans le village ont également contribué à modifier le paysage et la récente cartographie a permis d'identifier les différentes formes d'occupation des terres. Les principales catégories de terres identifiées dans le village sont : les zones de culture, la savane arbustive mixte, la savane

arbustive à prédominance *Nguiera senegalensis*, la savane arbustive à prédominance *Combretum glutinosum*, la savane arborée, les zones d'habitation, les zones de régénération ainsi que les zones dégradées.

**Étape 3 : Catégories de services écosystémiques**

Le diagnostic participatif et la consultation des différentes personnes ressources de la zone ont permis d'identifier les différents stocks et flux des services écosystémiques et de les classer dans les quatre catégories de services (services d'approvisionnement, services de régulation, services culturels et services de soutien).

Le tableau 1 fait le point sur les catégories de services écosystémiques présents dans le village climato-intelligent de Daga Birame.

T A B L E A U 1 :

**Liste des services écosystémiques à Daga Birame (Assemblée villageoise Daga Birame 2018, ISRA/CNRF)**

Services écosystémiques	Types	Provenance
<b>Approvisionnement</b>	Produits forestiers non ligneux (fruits, feuilles)	Parcs agroforestiers*
	Bois	Parcs agroforestiers
	Fourrage	Parcs agroforestiers, mise en défens
	Eau	Mare temporaire
	Pharmacopée	Parcs agroforestiers
<b>Régulation</b>	Réduction de la vitesse du vent	Parcs agroforestiers, mise en défens
	Réduction de la force de ruissellement de l'eau	Parcs agroforestiers, mise en défens
	Réduction de l'érosion hydrique et éolienne (brise-vent)	Parcs agroforestiers, mise en défens
	Séquestration du carbone	Parcs agroforestiers, mise en défens
	Adoucissement de la température	Parcs agroforestiers, mise en défens
	Réapparition d'espèces animales et végétales	Mise en défens
<b>Culturels</b>	Esthétique	Mise en défens
	Sentiment d'appartenance au groupe	Mise en défens
<b>Soutien</b>	Fertilisation des terres de cultures	Terres de culture

\*Regroupent l'ensemble des écosystèmes agroforestiers dans le terroir villageois et dont l'accès et l'exploitation des produits sont libres.

Les données collectées sur les services écosystémiques concernent la zone d'influence du village et, au total, 15 services écosystémiques appartenant aux quatre grandes catégories ont été cités par les populations de Daga Birame. L'analyse du tableau 1 montre que les services d'approvisionnement sont les plus importants, suivis des services de régulation et des services culturels.

Les produits forestiers non ligneux, le bois et le fourrage issus des parcs agroforestiers sont essentiellement cités comme services d'approvisionnement, en lien avec les valeurs marchandes qu'ils peuvent procurer. Ces services sont souvent fournis, de façon

séparée, par les espèces autochtones présentes dans les terroirs villageois.

Pour les services d'approvisionnement, les **produits forestiers non ligneux**, issus aussi bien de la parcelle de domestication que du parc agroforestier, occupent une place importante pour la population dans cette catégorie et sont suivis du bois, du fourrage et des parcelles de domestication. Dans le village de Daga Birame, l'introduction de nouvelles variétés de fruitiers forestiers dans une parcelle communautaire à travers le concept une femme-un fruitier a permis un regain d'intérêt pour les produits issus de ces espèces. En plus de ces espèces

introduites, la protection des baobabs présents dans les parcs agroforestiers ainsi que l'accès réglementé aux produits issus de cet arbre ont permis une augmentation de la ressource au niveau du village.

Au cours du groupe de réflexion, les populations ont cité des espèces prioritaires telles que : *Adansonia digitata* (bouye/baobab), *Tamarindus indica* (bakhar/ tamarinier), *Zyziphus mauritiana* (sidem/jjubier), etc. D'autres espèces également présentes dans le terroir ont été citées. Il s'agit de *Cordyla pinata* (dimb) ou encore de *Diospyros mespiliformis* (alom).

Le fruit du baobab (*Adansonia digitata*) possède un potentiel de marché très élevé, car il est écoulé au niveau des marchés de Mabo, Mbour, Sérécounda et Mbrikilane. Il a également un atout de plus comparé aux autres produits forestiers non ligneux, dans la mesure où la population de Daga Birame, et plus particulièrement les femmes, s'y activent déjà en le transformant en poudre. Le circuit de commercialisation est très organisé, car les femmes du village ont mis en œuvre un groupement dénommé Soukhali avec une bonne répartition des tâches.

Les fruits du tamarinier (*Tamarindus indica*) et du jubier (*Zyziphus mauritiana*) sont présents dans la zone et constituent un appoint alimentaire ainsi qu'une source de revenus pour les populations. L'introduction de nouvelles variétés à haute valeur ajoutée dans le village a permis une augmentation de la ressource et des revenus tirés de la commercialisation des produits.

Le dimb (*Cordyla pinata*) est très prisé pour ses fruits utilisés en sauce pour l'alimentation humaine ; la ressource est en quantité importante dans le village. Ces fruits arrivent à maturité en fin de saison sèche, au moment où les stocks de nourriture sont réduits et les populations utilisent donc les produits du dimb comme un aliment de soudure. Les fruits ne sont pas commercialisés dans le village, car la demande n'est pas très importante. Les écorces, racines et feuilles sont aussi utilisées pour la médecine traditionnelle humaine et animale pour traiter les problèmes gastriques ainsi que les asthénies. Pour le bétail, les écorces sont employées comme compléments alimentaires.

Au même titre, *Diospyros mespiliformis* (alom) est une espèce présente dans le village autour des mares et points d'eau en quantité limitée. Ses fruits sont commercialisés dans les marchés voisins ou

utilisés dans l'alimentation des enfants comme compléments.

Lors du groupe de réflexion, les populations ont révélé qu'à part les fruits tirés de ces différentes espèces, le bois est également coupé et utilisé comme bois de chauffe et aussi en bois de service pour la construction des charpentes des cases, dans la réfection des palissades et comme poteaux fourchus pour l'accrochage des poulies au-dessus des puits. Les principales espèces dont le bois est fréquemment prélevé sont *Zyziphus mauritiana* (jubier), *Combretum glutinosum* (ratt) et *Cordyla pinata* (dimb). Selon les habitants de Daga Birame, son utilisation préférentielle de ce dernier comme source d'énergie se justifie essentiellement par sa représentativité en zone de terroir et sa bonne qualité. En outre, l'espèce est utilisée comme bois de service dans la construction. Ce bois est principalement trouvé dans les champs et les parties non protégées de la mise en défens, le prélèvement de bois au niveau de la mise en défens étant formellement interdit.

Le **foufrage** est obtenu au niveau des champs de culture et dans les espaces de mise en défens. Les paysans pratiquent la coupe rase des herbes à l'aide d'une faucille. En fin de saison sèche, certaines essences sont élaguées ou leurs écorces et racines, prélevées pour l'alimentation du bétail.

En termes de **fourniture de produits médicinaux**, des espèces comme le dimb ou le baobab sont très prisées pour leur écorce, leurs racines et leurs feuilles. Ils servent aussi bien à soigner les humains que pour la médecine vétérinaire traditionnelle. *Cassia Sieberiana*, communément appelé sindieme, est aussi très usité et ses racines sont utilisées pour ses utilités aphrodisiaques. Ces propriétés ont entraîné une surexploitation de la ressource qui est maintenant menacée de disparition dans la zone.

D'autres services ont également été cités, comme les services de régulation représentés essentiellement par l'ombrage, la fertilisation des terres et la contribution aux rôles de brise-vent et de séquestration du carbone. Les services culturels ressentis par la population concernent la mise en défens qui constitue pour eux un exemple de réussite, de par l'esthétique et le sentiment d'appartenance qu'elle procure.

Dans les **services de régulation**, la réduction de la vitesse du vent, de la vitesse de ruissellement

de l'eau et de l'érosion hydrique et éolienne ainsi que les effets d'ombrage des arbres qui créent un microclimat, ont été cités. Cependant, dans les champs, l'effet de l'ombrage de certaines espèces, comme le *cordyla pinata*, est peu apprécié : celui-ci a un effet sur les cultures et ceci justifie les élagages fréquents, même si l'effet fertilisant de la litière est reconnu par les paysans. D'ailleurs, son rôle fertilisant dans ce système agroforestier a été assimilé à celui de *Faidherbia albida* dans la zone soudano-sahélienne sénégalaise. Dans cette étude, le rôle de la mise en défens dans la séquestration du carbone a été mentionné par les populations, mais les effets sont difficilement perceptibles et mesurables.

Les **services culturels** mis en exergue sont l'esthétique (pour la mise en défens) et le sentiment d'appartenance. Pour ce dernier, les populations citent la fierté de posséder dans leur village une expérience inédite dans la zone, leur permettant d'accueillir de nombreuses visites qui augmentent la notoriété du village. En effet, l'agriculture durable et respectueuse de l'environnement (utilisation minimale des intrants chimiques) peut attirer des acteurs intéressés par ce type de production, ce qui va favoriser une dynamique économique au sein du village avec la disponibilité de revenus soutenus du fait d'une amélioration des moyens de production.

Différents services écosystémiques ont été identifiés par les populations de Daga Birame et les personnes ressources. Ces différents services sont regroupés autour des services d'approvisionnement (produits forestiers non ligneux, fourrages, produits médicinaux), des services de régulation (pluviométrie, vent, température), des services culturels (esthétique, sentiment d'appartenance) et des services de soutien à travers l'amélioration de la fertilité des terres.

#### **Étape 4 : Identification du rôle des services écosystémiques comme moyens de subsistance des communautés et dans le développement économique global**

Cette étape identifie l'impact des services écosystémiques évalués sur les moyens d'existence des communautés installées dans chaque zone de couverture terrestre et sur le développement

économique global de la zone d'étude. L'évaluation économique dans le cadre de l'Initiative ELD s'appuie sur la classification des services écosystémiques. Il s'agit d'évaluer indépendamment chaque service écosystémique, puis d'ajouter leurs valeurs individuelles afin d'obtenir leur valeur agrégée. La valeur économique totale est la somme de deux principales sources de valeur que les êtres humains tirent de l'environnement, à savoir les valeurs d'usage et les valeurs de non-usage. Les valeurs d'usage ont été décomposées en valeurs d'usage direct et valeurs d'usage indirect.

Afin d'estimer les avantages associés aux actions de gestion des ressources naturelles dans le terroir (protection des baobabs, domestication, mise en défens), les valeurs d'usages direct et indirect ont été déterminées. Les valeurs d'usage direct sont associées à une augmentation de la disponibilité des produits forestiers non ligneux (*Adansonia digitata* (baobab) et *Ziziphus mauritiana* (jujubier)), du fourrage et du bois. Seuls les produits forestiers non ligneux qui ont été ciblés comme espèces prioritaires ont été pris en compte dans cette étude. Les autres espèces n'ont pas fait l'objet d'actions de valorisation au vu de leur faible intérêt socio-économique.

Pour l'analyse, deux situations ont été considérées : (i) une situation de départ (avant la mise en œuvre des pratiques et technologies) et (ii) une situation actuelle avec l'application des technologies. La situation actuelle sans technologie n'a pas été considérée, car les technologies ont été appliquées pour tout le village et aucun groupe n'a pu être constitué pour la situation actuelle sans changement technologique.

Les valeurs d'usage indirect sont associées aux services de régulations (protection des sols, fertilisation des sols, séquestration du carbone). Pour la détermination de ces valeurs, la méthode d'évaluation contingente a été utilisée ; celle-ci consiste en une estimation de la valeur économique des services écosystémiques sur la base de ce que les personnes sont prêtes à payer pour en profiter (consentement à payer). Ainsi, lors de l'assemblée villageoise qui a regroupé une vingtaine de chefs de ménage, il leur a été demandé le montant qu'ils étaient prêts à payer pour profiter des bienfaits des services écosystémiques. Le montant retenu a été validé par l'assemblée.

T A B L E A U 2 :

**Valeurs d'usage direct des services écosystémiques de Daga Birame (Assemblée villageoise Daga Birame 2018)**

Adansonia digitata (bouye)			
	Situation de départ	Situation avec changement technologique	Explication de la variation
<b>Produits récoltés</b>	Fruits, feuilles		
<b>Méthode de récolte</b>	Cueillette		-
<b>Lieu de récolte</b>	Concession/terroirs villageois/ champs de case		
<b>Quantité de fruits récoltée (kg)</b>	150	3 000	Augmentation de la ressource grâce à une convention locale protégeant les baobabs et interdisant leur coupe
<b>Quantité de feuilles récoltée/ concession (sac de 50kg)</b>	0,5	0,5	Les mêmes quantités de feuilles sont utilisées essentiellement pour l'alimentation humaine.
<b>Quantité de fruits consommée (kg)</b>	150	500	Les fruits sont utilisés comme compléments alimentaires pour les enfants.
<b>Quantité de feuilles consommée/concession (sac de 50kg)</b>	0,5	0,5	Les feuilles de baobab sont essentiellement destinées à l'autoconsommation.
<b>Quantité de fruits vendue (kg)</b>	0	2 500	Les produits récoltés sont valorisés et vendus.
Ziziphus mauritiana (seedem)			
	Situation de départ	Situation avec changement technologique	Explication de la variation
<b>Produits récoltés</b>	Fruits/bois	Fruits/bois	-
<b>Méthode de récolte</b>	Ramassage (fruits), élagage (bois)	Ramassage (fruits), élagage (bois)	-
<b>Lieu de récolte</b>	Terroirs villageois	Concession/parcelle de domestication communautaire/ terroirs/champs de culture	Le concept une femme-un fruitier a permis l'introduction de l'espèce dans les concessions et dans les parcelles de cultures.
<b>Quantité de fruits récoltée (kg) dans le village</b>	10	500	Avec le projet, la multiplication de la ressource a permis l'augmentation des quantités de fruits collectés.
<b>Quantité de fruits consommée (kg) dans le village</b>	10	300	60% de la production de fruits de jujubiers sont destinés à la consommation.
<b>Quantité de fruits vendue (kg) dans le village</b>	0	200	40% de la production sont vendus sous forme de sachet de 100g.
<b>Quantité de bois collectée (charrette)</b>	50	25	La ressource est de plus en plus préservée et les coupes de bois sont très réglementées dans le village, ce qui explique la baisse des quantités de bois obtenues au cours des dernières années.

Quantité de bois utilisée (charrette)	50	25	Tout le bois est destiné à l'usage domestique.
Prix unitaire des fruits (FCFA/500g)	0	500	Les fruits issus des variétés améliorées et locaux sont conditionnés dans des sachets avant d'être écoulé.
Quantité de feuilles récoltée (sac de 50kg)	0	0	
Quantité de fruits consommée (kg)	10	10	
<b>Fourrage</b>			
	<b>Situation de départ</b>	<b>Situation avec changement technologique</b>	<b>Explication de la variation</b>
Produits récoltés	Herbacée	Herbacée	
Méthode de récolte	Fauchage/élagage	Fauchage/élagage	-
Lieu de récolte	Champs et terroirs villageois	Partie non protégée de la mise en défens/champs-terroir villageois	La mise en défens a été mise en place en partie pour répondre au besoin en fourrage des populations.
Quantité de fourrage collectée (charrette)	50	100	La mise en défens a entraîné une augmentation du disponible fourrager.
Quantité de fourrage utilisée (charrette)	25	60	
Quantité de fourrage vendue (charrette)	25	40	En période saison sèche, une partie du fourrage prélevée dans la mise en défens est vendue aux éleveurs.
<b>Bois</b>			
	<b>Situation de départ</b>	<b>Situation avec changement technologique</b>	<b>Variation</b>
Produits récoltés	Bois	Bois	
Méthode de récolte	Élagage	Élagage	-
Lieu de récolte	Champs-terroirs villageois	Partie non protégée de la mise en défens/champs-terroir villageois	
Quantité de bois collectée (charrette)	50	25	Les coupes de bois sont désormais très réglementées dans le village.
Quantité de bois utilisée (charrette)	25	25	Tout le bois collecté est destiné à l'autoconsommation.
Quantité de bois vendue (charrette)	25	0	Avant, la moitié du bois collecté était destinée à la vente.

L'estimation économique de la valeur cumulée des services écosystémiques représente 1 975 000 FCFA pour l'ensemble du village de Daga Birame dans une situation actuelle avec changement technologique.

Elle concerne les productions de produits forestiers non ligneux, notamment le baobab et le jujubier qui sont des produits commercialisés ainsi que le bois et le fourrage.

T A B L E A U 3 :

**Valeur d'usage direct des services d'approvisionnement (Groupe de réflexion de Daga Birame)**

Valeur d'usage direct des services d'approvisionnement						
	Situation de départ			Situation actuelle avec changement technologique		
	Quantité	Prix unitaire (FCFA/unité)	Valeur totale (FCFA)	Quantité	Prix unitaire (FCFA/unité)	Valeur totale (FCFA)
Fruits <i>Adansonia digitata</i>	150	300	45 000	3 000	450	1 350 000
Fruits <i>Ziziphus mauritiana</i>	10	300	3 000	500	500	250 000
Bois	50	3 000	150 000	25	3 000	75 000
Fourrage	50	3 000	150 000	100	3 000	300 000
	TOTAL		<b>348 000</b>	TOTAL		<b>1 975 000</b>

Dans les services de régulation, la fertilisation des terres et la réduction de l'érosion constituent les services pour lesquels les populations consentent à payer le plus pour bénéficier des retombées écologiques. En effet, pour la fertilité des terres, chaque ménage se dit prêt à donner en moyenne 20 000 FCFA par an, tout comme pour la stabilisation de l'érosion, pour laquelle ils consentent à donner en moyenne 15 000 FCFA. En effet, selon eux, l'érosion constitue un facteur de dégradation des terres.

Les effets d'ombrage et d'adoucissement de la température dans le terroir sont également très appréciés car les ombrages des arbres peuvent servir de lieu de repos, de restauration et même de stockage temporaire des résidus de culture. L'utilité de l'ombrage est d'autant plus importante que la plupart des activités socio-économiques se

déroulent en zone de terroir. L'adoucissement de la température correspond selon eux aux effets secondaires de la mise en défens. Ainsi, comparativement aux terroirs voisins, les populations de Daga Birame ont constaté une différence de température et même une contribution à l'amélioration de la pluviométrie dans le terroir ; cela est selon eux également dû aux effets de la mise en défens et aux stratégies de reverdissement initiées dans le village.

La mise en défens a également permis la réapparition de certaines espèces animales et végétales et dans l'ensemble du village ; les populations sont donc prêtes à investir en moyenne 10 000 FCFA par ménage pour ce service.

T A B L E A U 4 :

**Valeur d'usage indirect des services écosystémiques (Assemblée villageoise Daga Birame, Octobre 2018)**

Valeur d'usage indirecte	Consentement moyen à payer / ménage (FCFA)	Prix total pour village (FCFA)
Réduction de la vitesse du vent	3 500	311 500
Ombrage/adoucissement de la température	7 500	667 500
Réapparition d'espèces animales et végétales	10 000	890 000
Esthétique	15 000	1 335 000
Sentiment d'appartenance	3 500	311 500
Fertilisation des sols de culture	20 000	1 780 000
Stabilisation des sols et réduction de l'érosion	15 000	1 335 000
<b>TOTAL</b>		<b>6 630 500</b>

L'évaluation de l'impact des services écosystémiques sur les moyens d'existence des populations de Daga Birame a permis de dégager une valeur de 1 975 000 FCFA provenant de la commercialisation des produits du baobab et du jujubier pour la situation avec changement technologique. Pour la situation de départ, la valeur est de 348 000 FCFA, montrant ainsi l'importance de la domestication pour la valeur d'usage direct des services d'approvisionnement. Pour ce qui est de la valeur d'usage indirect des services écosystémiques (régulation, soutien), l'estimation à travers le consentement à payer a montré un niveau de revenus de 6 630 500 FCFA pour la situation avec technologies.

### Étape 5 : Dynamique de la dégradation des terres

Dans le cadre de cette étude, des images Landsat de 2004 et 2018 du village de Daga Birame ont été utilisées afin de déterminer la dynamique de dégradation des terres. Les images ont été complétées par une mission sur le terrain qui a permis la collecte de données, à l'aide d'un récepteur GPS, de point d'échantillonnage pour permettre la classification des images.

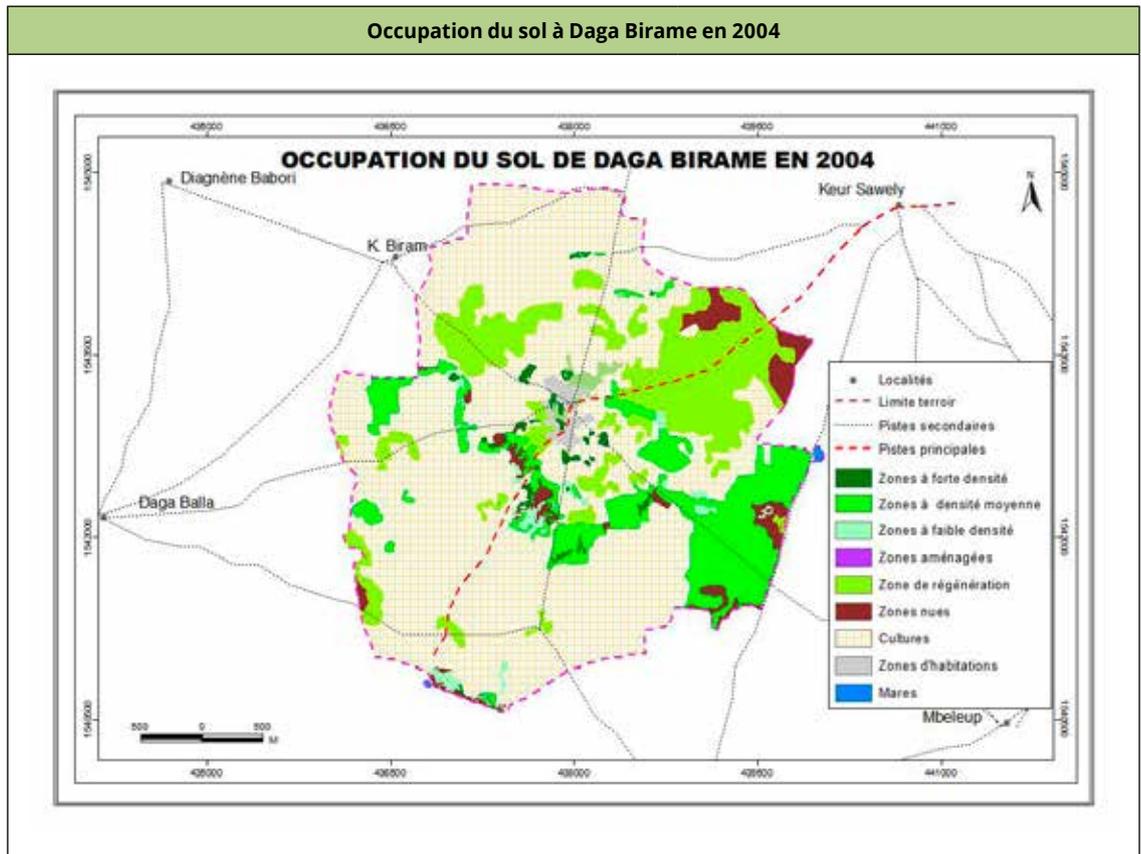
Globalement, les résultats obtenus montrent que le terroir de Daga Birame en 2004 s'étend sur une superficie de 1 168 ha et est couvert par une végétation très éparse. La zone est dominée par les zones de cultures sur 736 ha, soit près 63% de la superficie totale du village. Viennent ensuite les zones à faible et moyenne densité de végétation, avec 163

ha, soit près de 13,9%. Celles-ci dominent les zones à forte densité de végétation, qui ne représentent que 0,9% de l'ensemble du terroir. Les zones nues non exploitées et dénudées de toute végétation occupent une superficie de 44 ha et constituent

des zones dégradées à restaurer. On remarque également une zone de régénération non aménagée, différente de la zone nue sans végétation, où l'on trouve une végétation naturelle sur une superficie de 193 ha, soit 16,5% de l'ensemble du village.

FIGURE 3 :

Occupation des sols à Daga Birame en 2004 (ISRA/CNRF)



Superficie des unités d'occupation des terres à Daga Birame en 2004

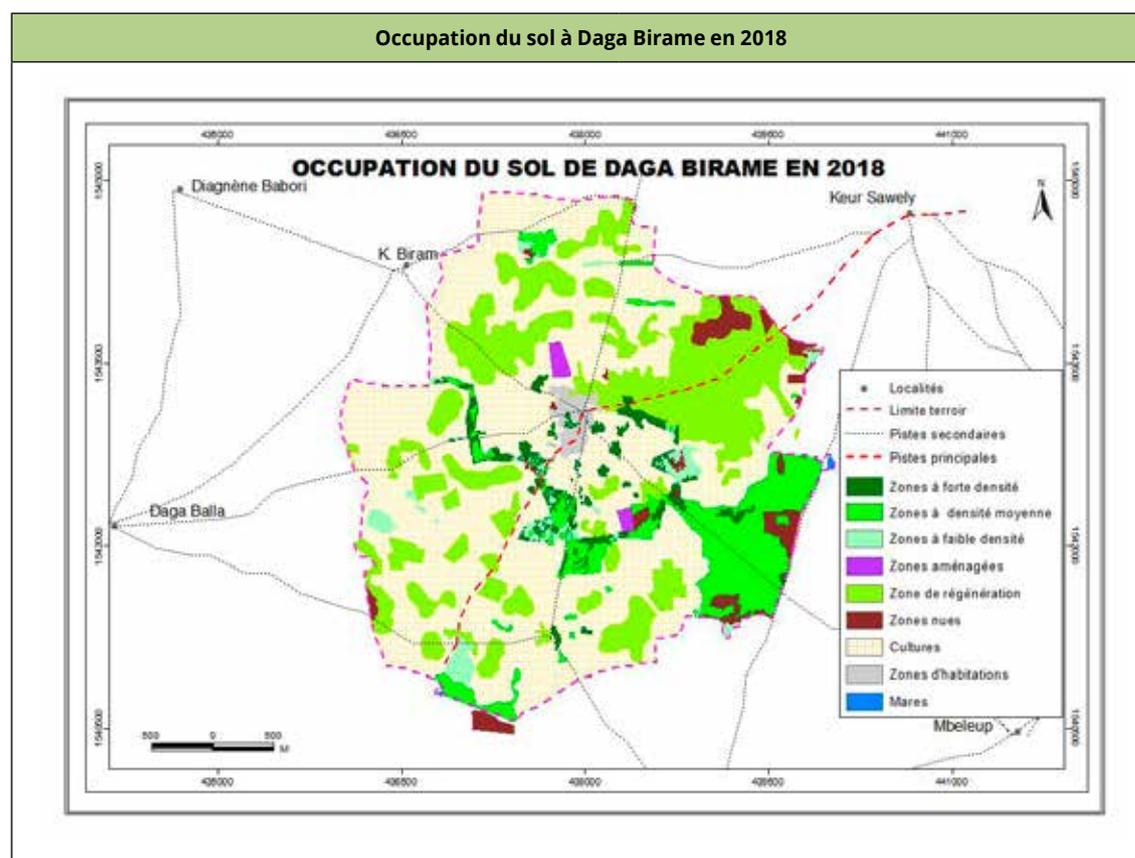
Unités	Superficie en ha
Bois villageois	7
Zones de cultures	736
Mares	1
Zones de régénération	193
Zones aménagées	-
Zones à densité moyenne	145
Zones à faible densité	18
Zones à forte densité	11
Zones d'habitation	13
Zones nues	44
<b>TOTAL</b>	<b>1 168</b>

En 2018, le paysage de Daga Birame est toujours dominé par les zones de cultures. On retrouve les mêmes unités de végétation avec toujours une dominance des terres de culture qui occupent une superficie de 634 ha. Une zone aménagée a été identifiée sur une superficie d'environ six ha et sa localisation correspond à la parcelle de démonstration.

Les zones à faible densité représentent une superficie de 29 ha, soit 2,5%, contre 34 ha pour les zones à forte densité. En 2018, les zones nues s'étendent sur 36 ha pour le terroir. Les zones de régénération tandis que les zones protégées dont la mise en défens constituent une zone protégée de 188 ha, soit 16,1% de la superficie du village.

FIGURE 4 :

Occupation des sols à Daga Birame en 2018 (ISRA/CNRF 2018)



Superficie des unités d'occupation des terres à Daga Birame en 2018

Unités	Superficie en ha
Bois villageois	0
Cultures	634
Mares	1
Zones de régénération	302
Zones aménagées	6
Zones à densité moyenne	112
Zones à faible densité	29
Zones à forte densité	34
Zones d'habitation	15
Zones nues	36
<b>TOTAL</b>	<b>1 168</b>

Le bilan des mutations spatiales dans le village de Daga Birame entre 2004 et 2018 montre des cas de régression, de progression et de stabilité de certaines unités d'occupation des terres. Les progressions observées concernent les zones à faible densité, à forte densité ainsi que les zones de régénération.

Les zones de culture ont connu une dégradation : on remarque une baisse de 102 ha de terres de culture qui ont été abandonnées et en partie converties en zone de régénération. Les zones à forte densité ont également connu une progression : les superficies passent de 11 à 34 ha, soit une augmentation de 23 ha. La même tendance est observée dans les zones à faible densité qui connaissent une hausse de 11 ha. Ces progressions sont faites au détriment de la classe de zone à densité moyenne de végétation, qui a connu une

baisse de 33 ha au cours des 14 dernières années. Cette situation résulte de l'application du code de conduite de la mise en défens, qui avait cédé une partie de ces zones à densité moyenne à des fins d'exploitation pour la satisfaction des besoins des populations en bois de chauffe. Ainsi, on assiste à une conversion d'une partie de ces zones à densité moyenne qui deviennent des zones à densité faible (11 ha) et à densité forte (23 ha) sur les parties régénérées. Les zones d'habitation ont également progressé au cours des dernières années ; cette progression est essentiellement due à l'augmentation de la population du village.

Ces évolutions dénotent une dégradation des zones de culture au profit des zones de régénération, qui est due aux variations climatiques induisant une perte de fertilité des sols et entraînant un abandon de certaines zones qui ne sont plus cultivables.

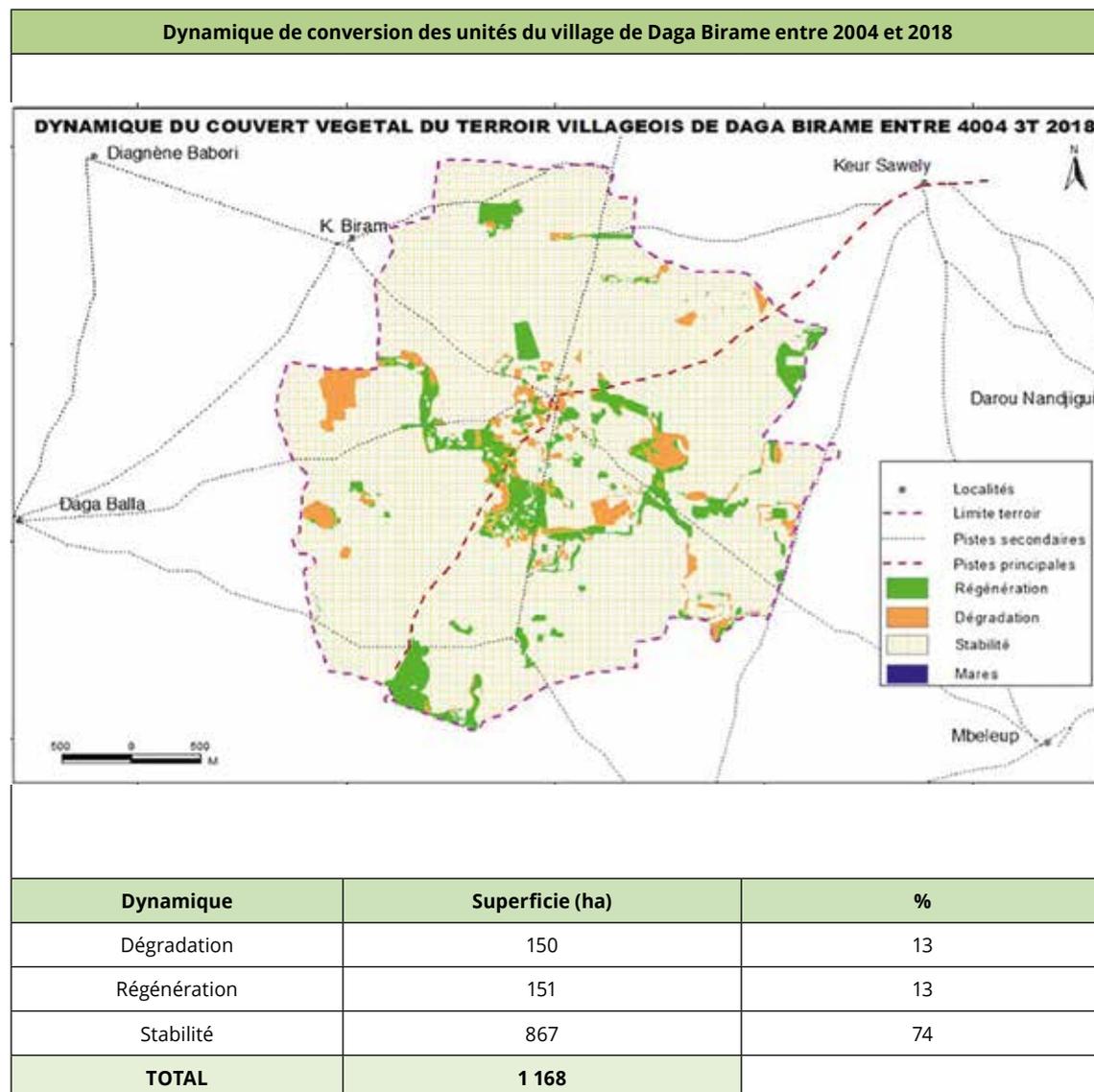
T A B L E A U 5 :

**Bilan des mutations spatiales à Daga Birame**

Unités spatiales	Superficie en ha		Variation	Bilan
	2004	2018		
Bois villageois	7	0	-7	Dégradation
Cultures	736	634	-102	Dégradation
Mares	1	1	0	Stabilité
Zones de régénération	193	302	+109	Régénération
Zones aménagées	-	6	+6	Régénération
Zones à densité moyenne	145	112	-33	Dégradation
Zones à faible densité	18	29	+11	Régénération
Zones à forte densité	11	34	+23	Régénération
Zones d'habitation	13	15	+2	Régénération
Zones nues	44	36	-8	Dégradation

FIGURE 5 :

Dynamique de conversion des unités d'occupation des sols à Daga Birame entre 2004 et 2018 (ISRA/CNRF, 2018)



Globalement, à l'échelle du village de Daga Birame, la dynamique de conversion des différentes unités au cours des 14 dernières années montre un phénomène de neutralisation de la dégradation des terres grâce aux différentes pratiques de régénération mises en place dans le village.

Ainsi, on peut retenir que les technologies et pratiques de GDT proposées à Daga Birame ont permis de neutraliser le processus de dégradation de la végétation ligneuse et de récupérer d'importantes superficies de terres.

### Étape 6 : Analyse coût-bénéfice et prise de décision

L'analyse coûts-bénéfices est une méthode permettant de comparer le flux d'avantages nets produits au fil du temps par des opportunités d'investissement concurrentes (Nelson et al. 1997). Dans notre cas d'étude, plusieurs éléments ont été nécessaires pour l'analyse coût-bénéfice de la pratique de la RNA, de la domestication de fruitiers forestiers et de la mise en défens.

Le matériel inventorié a porté sur l'équipement utilisé dans l'utilisation de la technologie/pratique tout comme les intrants recensés. Les données secondaires collectées ont porté sur la durée de vie des technologies/pratiques et les externalités liées à l'utilisation de la technologie/pratique (en coûts et/ou produits).

Chaque donnée ou information recueillie est exprimée de manière marginale au sens économique du terme. Le caractère marginal des données représente une expression du type coûts par hectare ou prix par kilos. Il est important de préciser que les données collectées sont indicatives et constituent donc des moyennes.

Les coûts liés à la pratique de la RNA et de la domestication sont l'ensemble des dépenses financières liées à l'installation, à l'entretien annuel et au fonctionnement. Trois types de coûts ont été considérés : (i) les coûts d'installation, constitués des charges financières d'installation, de l'investissement pour l'achat de matériel et de la main d'œuvre pour l'installation, (ii) les coûts d'entretien qui concernent la maintenance annuelle (matériel et main d'œuvre), et (iii) les coûts de fonctionnement ou de conduite de la culture sous la technologie (intrants, équipement et outils, main d'œuvre). Les données relatives aux bénéfices, qui sont considérés ici comme les revenus supplémentaires dégagés par la technologie, ont été identifiés comme étant la productivité marginale des cultures.

Concernant l'analyse, l'horizon temporel retenu est de huit ans.

Deux indicateurs économiques ont été calculés pour la pratique de la RNA et la domestication à Daga Birame. Il s'agit de la VAN et du taux de rentabilité interne (TRI). La VAN représente le gain additionnel, exprimé en valeur monétaire présente, avec la technologie par rapport au *statu quo*. Le TRI est le taux d'actualisation pour lequel la VAN est égale à zéro.

### **Technologie 1 : Régénération naturelle assistée**

#### **Description du scénario de référence « situation de départ »**

Il correspond à la situation des producteurs avant l'application de la technologie dans leur parcelle.

Il s'agit d'une forme d'agriculture qui se base sur une défriche totale des champs de culture. Les producteurs ne conservaient aucun arbre dans leur champ. Les rejets étaient systématiquement enlevés et la parcelle était complètement nettoyée avant la mise en place des cultures. Les cultures mises en place étaient le mil et l'arachide, avec des semences et des intrants achetés au marché.

#### **Description du scénario sans changement technologique (évolution de la situation de départ selon les tendances observables, correspondant à la situation prise comme référence)**

Cette situation a été matérialisée par les producteurs qui ont décidé de ne pas appliquer la RNA et qui ont maintenu les mêmes itinéraires techniques sur leur champ de culture sur les mêmes spéculations (mil-arachide). Ces derniers ne font aucune pratique pour améliorer la fertilité de leur champ malgré l'épuisement des sols. C'est-à-dire que les champs sont totalement nettoyés de tout rejet et les semences sont achetées au marché sans spécification particulière sur la durée des cycles et l'adaptation aux conditions climatiques. Les producteurs qui n'appliquent pas la RNA n'ont pas changé leur itinéraire du fait de la simplicité du travail, car l'entretien des arbres dans la parcelle est fastidieux. Cependant, selon les producteurs, l'évolution de la situation sans pratique de la RNA montre une baisse de la fertilité des terres, car aucune action de gestion n'y est appliquée.

#### **Description du scénario avec changement technologique : RNA**

L'analyse concerne les cultures d'arachide et de mil qui sont les spéculations les plus cultivées dans le village. Ainsi, selon les producteurs, pour ces cultures, la pratique de la RNA nécessite peu de technicité et de changement particulier dans l'itinéraire technique de culture. Il s'agit d'épargner et d'entretenir des régénérations naturelles spontanées dans la parcelle de culture à des densités désirées. Selon les producteurs adoptants, la pratique demande juste un temps de travail supplémentaire, mais ne nécessite pas de main d'œuvre additionnelle.

Les itinéraires techniques pour ces deux spéculations sont presque identiques : les adoptants de la RNA font la sélection des souches ou rejets à protéger, coupent des souches ou rejets non sélectionnées et effectuent l'élagage et l'entretien des rejets sélectionnés. Ces pratiques ne nécessitent pas

une main d'œuvre particulière et les opérations se déroulent en même temps que le défrichage et la préparation du sol.

Le tableau 6 recense le matériel agricole utilisé par les ménages à Daga Birame et se compose essentiellement de houes, machettes et daba entre autres.

**T A B L E A U 6 :**

### Matériel agricole utilisé

Outils	Quantité moyenne / ménage	Coûts unitaires	Coût total	Durée d'usage (années)
Machette/couteau	2	1 200	2 400	5
Houe	1	40 000	40 000	20
Daba	2	1 200	2 400	5
Pelle/râteau	1	2 000	2 000	5
Charrue	1	70 000	70 000	20
Charrette	1	115 000	115 000	20
Semoir	1	75 000	75 000	10

Les intrants agricoles incluent des semences améliorées, de l'engrais et des produits phytosanitaires qui sont utilisés pour la culture de l'arachide et du mil. Ils sont achetés dans une boutique

d'intrants à Kaffrine ; ces intrants ne sont pas subventionnés par l'État. Ainsi, ce sont les prix du marché qui sont appliqués dans les différents calculs.

**T A B L E A U 7 :**

### Coûts des intrants agricoles

Produits	Quantité/ha	Coût
Semences (arachide)	100kg	500 FCFA/kg
Semences (mil)	4kg	200 FCFA/kg
Engrais (NPK)*	2 sacs de 50kg (100kg)	11 250 FCFA/sac
Engrais (urée)	2 sacs de 50kg (100kg)	11 250 FCFA/sac
Produits phytosanitaires	2 sachets	1 500 FCFA/sachet

\*NPK se réfère à: azote, phosphore, potassium

Ainsi, les coûts d'investissement moyens s'élèvent à **33 300 FCFA/ha** pour la pratique de la RNA.

Les temps de travail nécessaire pour les activités agricoles en fonction de l'adoption ou non adoption de la RNA par les producteurs ont été comparés (tableau 8). L'analyse du tableau montre

que, pour tout l'itinéraire technique, le temps de travail est le même pour les adoptants et les non adoptants de la RNA, sauf pour la période de récolte. En effet, les producteurs qui pratiquent la RNA travaillent pour cette opération en moyenne trois jours supplémentaires, car la récolte est plus importante.

T A B L E A U 8 :

**Temps de travail moyen**

Étape		Sans RNA	Avec RNA
Coupe ou entretien des souches	Jour/ha		1
Défrichage/prépara-tion du sol	Jours/ha	3	3
Ratissage	Jours/ha	3	3
Semis	Jours/ha	3	3
Grattage	Jours/ha	2	2
Épandage du fumier	Jours/ha	2	2
Récolte	Jours/ha	5	8
Sarclage	Jours/ha	3	3
Binage	Heure/ha	4	4
Attache		2	2
Battage	Jour/ha	3	3
Coût du battage	FCFA/jour	1 500	1 500
Transport	Jours/ha	1	1
Coût du transport	FCFA/jour	1 000	1 000

L'analyse du tableau 9 montre que les coûts d'exploitation diffèrent en fonction des différents *scenarii*. Les charges d'exploitation sont plus élevées chez les producteurs de la situation actuelle qui appliquent la RNA. Les producteurs dans la situation actuelle sans changement technologique présentent les charges les moins importantes, car ils disent n'appliquer ni fertilisation ni traitement phytosanitaire. En effet, au fil du temps, ils ont constaté que la fertilité de ces champs a baissé, ce qui a entraîné une baisse des revenus ; pour cause d'absence de moyens pour l'achat des engrais, ils

cultivent leur champ en minimisant les charges. De plus, ils n'emploient aucune main d'œuvre et se contentent de faire eux-mêmes les travaux. Il s'agit là d'un système de type extensif qui ne maximise pas la productivité à court terme du sol en ne faisant pas appel à des intrants chimiques et des produits phytosanitaires. Ce scénario se caractérise donc par des charges d'exploitation très faibles de l'ordre de 240 222 FCFA par ha, tandis que les autres scénarios ont des coûts d'exploitation de 482 430 FCFA pour la situation actuelle avec RNA et 424 439 FCFA pour la situation de départ.

T A B L E A U 9 :

## Charges d'exploitation selon les scénarios

Coûts d'exploitation des différents scénarios			
Rubriques	Situation de départ	Situation actuelle avec changement technologique	Situation actuelle sans changement technologique
Coûts de préparation du sol/ha	80 612	105 612	66 954
Coûts des semences/ha	47 049	40 691	47 438
Coûts de la fertilisation/ha	30 875	32 700	0
Coûts des traitements phytosanitaires/ha	435	1 050	0
Coûts de la main d'œuvre/ha	10 652	12 919	0
Autres coûts/ha	-	-	-
Coûts d'exploitation/ha	169 776	192 972	114 392
<b>Coûts d'exploitation totaux</b>	<b>424 057</b>	<b>482 431</b>	<b>240 222</b>

Les revenus tirés proviennent du calcul de la vente de l'arachide et du mil, ainsi que de la fane d'arachide. Selon les données collectées, les prix de vente de l'arachide sont souvent sujets à des variations d'une année à l'autre et pour chaque année, le prix officiel du marché a été appliqué. Il en est de même

pour le mil. Globalement, l'analyse du tableau 10 montre que pour les revenus tirés dans les différents types de scénarios, les systèmes de culture pratiquant la RNA (situation actuelle avec changement technologique) donnent les revenus les plus importants.

T A B L E A U 10 :

## Revenus tirés de la production en fonction des scénarios

Revenus tirés de la production en fonction des scénarios			
	Situation de départ	Situation actuelle avec changement technologique : RNA	Situation actuelle sans changement technologique
Production moyenne de mil (kg/ha)	780	1 176	650
Prix de la récolte (FCFA/ha)	114 917	176 400	95 764
Production moyenne d'arachide (kg/ha)	853	1 413	433
Prix de la récolte arachide (FCFA/ha)	170 666	282 640	86 600
Production moyenne de fane d'arachide (sacs/ha)	109	166	47
Prix de la récolte de fane	163 500	249 000	70 500
<b>Revenus (FCFA)</b>	<b>1 122 708</b>	<b>1 770 100</b>	<b>531 015</b>

Les marges brutes pour tous les scénarios sont positives. Cependant, il ressort du tableau 11 que les systèmes actuels ne pratiquant pas la RNA présentent les plus faibles bénéfices, car ils ne consentent à aucun

investissement pour la culture des différentes spéculations. Plus précisément, le bénéfice net tiré de la RNA est de 1 307 507 FCFA contre 195 358 FCFA pour les producteurs qui ne pratiquent pas la RNA.

T A B L E A U 1 1 :

**Compte d'exploitation de la pratique de la RNA en fonction des scénarios**

Compte d'exploitation des différents scénarios			
Rubriques	Situation de départ	Situation avec changement technologique : RNA	Situation sans changement technologique
Investissement	33 300	33 300	-
Revenus bruts moyens	1 122 709	1 770 100	675 495
Coûts variables d'exploitation	424 440	450 493	240 222
<b>Bénéfice net</b>	<b>698 651</b>	<b>1 287 670</b>	<b>290 793</b>
Variation de marge nette par rapport à la situation de référence	-	+84%	-58%

**Technologie 2 : Domestication de fruitiers forestiers**

**Description du scénario de départ**

Avant la mise en place de la parcelle de démonstration, les populations ne menaient aucune activité de promotion des produits du *Ziziphus mauritiana* et de *Tamarindus indica*. La ressource présente dans le village servait à l'autoconsommation et aucun produit n'était commercialisé.

**Description du scénario sans changement technologique (évolution de la situation de départ selon les tendances observables, correspondant à la situation prise comme référence)**

La situation actuelle sans l'introduction de nouvelles variétés dans le village et sans activité de promotion de fruitiers forestiers a été considérée pour ce scénario. Il s'agit d'une évolution sans changement, ni action de la situation de départ.

**Description du scénario actuel avec changement technologique : domestication d'arbres fruitiers et forestiers sur la parcelle de démonstration**

La domestication de fruitiers forestiers a consisté à l'introduction de plusieurs variétés de fruitiers forestiers dans une parcelle de domestication d'un

ha. Les variétés introduites sont des variétés améliorées, qui ont une valeur ajoutée par rapport aux variétés locales.

L'analyse économique a concerné deux espèces : *Ziziphus* et *Tamarindus*. Pour chaque espèce, quatre variétés ont été introduites, dont une locale et non greffé et trois autres greffés et améliorés venant de l'ICRAF Mali. Pour chaque espèce, 100 pieds ont été plantés avec des écartements de 5m\*5m.

T A B L E A U 1 2 :

### Variétés de *Ziziphus mauritiana* et de *Tamarindus indica* introduites dans la parcelle de domestication

Cultivars introduits dans la parcelle de domestication de Daga Birame		
	Nom des cultivars	Nombre de plants
<b>Ziziphus mauritiana</b>	Non greffé (locale)	25
	Gola	25
	ICRAF 08	25
	ICRAF 09	25
<b>Tamarindus indica</b>	TB_3	25
	Niger_309	25
	Sucré	25
	Non greffé (locale)	25

Les coûts de mise en œuvre ont essentiellement concerné l'achat des plants et les coûts relatifs à l'installation de la parcelle de domestication. Pour les plants, les coûts de revient diffèrent en fonction de leur greffe ou non greffe. Concernant l'installation de la parcelle, les principales activités ont consisté en la préparation du terrain (défrichage, nivellement), la trouaison et la plantation des arbres. Pour toutes ces opérations, cinq personnes ont été employées pendant cinq jours à raison de 3 000 FCFA/jour. A Daga Birame, pour la protection des essais, la parcelle de domestication a été incluse dans une grande parcelle de cinq ha entièrement clôturée. Afin de ramener ce coût de la protection

à la domestication, l'achat de protections individuelles des arbres qui revient à 1 000 FCFA a été pris en compte.

En plus de ces coûts d'investissement, pour assurer la survie des nouvelles variétés, les populations se sont engagées volontairement à arroser les plants. Ils ont alors pris deux ânes et une charrette pour le transport de l'eau de la mare à la parcelle de domestication.

L'analyse du tableau 13 portant sur les investissements de la parcelle intègre tous ces éléments et révèle que le coût global s'élève à **650 000 FCFA**.

T A B L E A U 1 3 :

### Coût d'investissement de la parcelle de domestication

Coût d'investissement de la parcelle de domestication			
Désignation	Nombre	Coût unitaire	Coût total
Coût de mécanisation (défrichage, trouaison) (5 personnes*5 jours*3000 FCFA/jour)	25	3 000	75 000
Achats de plants greffés	150	2 000	300 000
Achats de plants non greffés	50	1 500	75 000
Protection des jeunes plants	200	1 000	200 000
<b>TOTAL</b>			<b>650 000</b>

**Analyse de la production moyenne et des revenus des différentes variétés introduites**

Les enquêtes effectuées au niveau des marchés locaux d'écoulement des produits issus de la parcelle de domestication ont permis de répertorier les prix de chaque produit (voir tableau 14). Ceci a permis de constater une différence sur le prix des produits avec une marge plus importante pour les variétés améliorées. *T. indica* var. sucré constitue la variété la plus chère, avec une différence de 850 FCFA comparé à la variété locale non greffé. Pour *Z. mauritiana*, les prix des variétés améliorés sont les mêmes et sont plus élevés que celui de la variété locale.

L'analyse du tableau 15, sur le suivi de la production des différentes variétés, montre que la domestication a permis de raccourcir le cycle de *Ziziphus mauritiana* qui a commencé à fructifier dès la première année de plantation, procurant ainsi des revenus de 71 418 FCFA dès la première année de mise en œuvre de la pratique. Pour *Tamarindus indica* (tamarin), sa production a commencé à partir de la troisième année, avec une amélioration de la production pour les variétés améliorées.

**T A B L E A U 1 4 :**

**Prix sur le marché des différentes variétés cultivées**

Variété	Z. Mauritiana				T. Indica			
	Locale non greffé	Gola	ICRAF 08	ICRAF 09	TB_3	Niger_309	Sucré	Locale Non-greffe
Prix du marché (kg)	400	600	600	600	1 250	900	1 750	900

**T A B L E A U 1 5 :**

**Production moyenne des différentes variétés**

Année	2015	2016	2017	2018
<b>Tamarindus indica (tamarin) (kg)</b>				
Production Tamarindus non greffe	0	0	0	1
Production Tamarindus var. Sucre	0	0	1,34	10,03
Production Tamarindus var. Niger 309	0	0	2,37	21,67
Production Tamarindus var. TB_3	0	0	7,91	39,42
<b>Ziziphus mauritiana (jujubier) (kg)</b>				
Production Ziziphus var. locale (non greffé)	7,77	33,25	40,00	57,5
Production Ziziphus var. gola	44,37	73,75	57,5	112,5
Production Ziziphus var. ICRAF 08	21,97	81,25	62,5	134,25
Production Ziziphus var. ICRAF 09	47,5	48,25	50	100

TABLEAU 16 :

## Revenus moyens tirés de la vente des produits de la parcelle de domestication

Années	2015	2016	2017	2018
<b>Tamarindus indica (tamarin) (kg)</b>				
Revenu Net Tamarindus non greffe	0	0	0	903
Revenu Net Tamarindus var. Sucre	0	0	2 359	17 568
Revenu Tamarindus var. Niger 309	0	0	2 137	19 510
Revenu Net Tamarindus var. TB_3	0	0	9 883	49 275
<b>Total revenu brut Tamarindus</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14 379</b>	<b>87 257</b>
<b>Ziziphus mauritiana (jujubier) (kg)</b>				
Revenu net Ziziphus var. locale (non greffé)	3 108	13 300	16 000	23 000
Revenu net Ziziphus gola	26 627	44 250	34 500	67 500
Revenu net Ziziphus var. ICRAF 08	13 183	48 750	37 500	80 550
Revenu net Ziziphus var. ICRAF 09	28 500	28 950	30 000	60 000
<b>Total revenu brut Ziziphus</b>	<b>71 418</b>	<b>135 250</b>	<b>118 000</b>	<b>231 050</b>

Les résultats de la comparaison des différents scénarios montrent que la pratique de la domestication permet une diversification des sources

de revenus pour les populations. Elle a permis de développer une chaîne de valeur autour du jujubier et du tamarinier à haute valeur ajoutée.

<b>Compte d'exploitation des différents scénarios</b>			
Rubriques	Situation de départ	Situation avec changement technologique en 2018 : domestication	Situation sans changement technologique
<b>Bénéfice net (FCFA)</b>	<b>0</b>	<b>511 250</b>	<b>0</b>

### Technologie 3 : Mise en défens

#### Description de la situation de départ

Avant l'application des lois régissant la pratique, l'espace actuellement occupé par la mise en défens était une zone d'accès libre et constituait un lieu privilégié de coupe de bois et de prélèvement de fourrage. Le diagnostic réalisé au départ a montré que la pression exercée sur cet espace avait entraîné la disparition de certaines espèces ainsi qu'un début de dégradation. Les données pour ce scénario ont concerné les niveaux de prélèvements des produits dans les 128 ha.

#### Description du scénario sans changement technologique (évolution de la situation de départ selon les tendances observables, correspondant à la situation prise comme référence)

Pour la description de ce scénario actuel sans changement technologique, les données collectées ont été prises sur une zone contiguë à la zone mise en défens, mais qui n'est pas régie par les textes et règlements de la zone protégée. En effet, pour permettre à la population de faire des prélèvements pour leur besoin en bois de chauffe et autres produits indispensables au ménage, cette

zone a été consacrée et les coupes y sont autorisées. Elle s'étend sur une superficie d'environ 20 ha et les données fournies (quantité de fourrage et de bois prélevés) ont été ramenées à l'ha puis projetées sur la superficie équivalente à la mise en défens afin d'obtenir une situation actuelle sans changement technologique.

#### **Description du scénario actuel avec changement technologique : mise en défens**

La mise en défens de Daga Birame s'étend sur une superficie de 128 ha. Suite au constat de la dégradation avancée des ressources naturelles à Daga Birame, cette mesure constitue une pratique en vue de créer des conditions de régénération et de conservation de la végétation. La zone protégée a été encadrée par une convention locale de gestion qui interdit les coupes de bois et les feux, tout en permettant le pâturage. L'exploitation de la mise en défens se fera au bout de 10 ans de préservation et consistera à couper 1/10<sup>ème</sup> de la superficie chaque année pour permettre à chaque partie déjà exploitée de régénérer.

#### **Investissement**

En termes d'investissement, aucune dépense n'a été effectuée car l'élaboration de la convention régissant la protection de cet espace a juste nécessité des réunions réunissant les membres de la plateforme, le chef de village et quelques agents des services techniques qui sont également agents d'appui de la plateforme. L'espace a été matérialisé de manière consensuelle et tout le village s'est entendu pour ne pas transgresser les règles au risque de sanction. Les règles sont également appliquées aux transhumants qui sont la plupart du temps responsables de la plupart des coupes anarchiques.

#### **Charges d'exploitation**

Comme pour l'investissement, il n'y a ni charge d'exploitation, ni besoin en fond de roulement. En effet, il n'y a pas de personne chargée uniquement de la surveillance de la mise en défens, car il s'agit d'une activité communautaire et la sensibilisation a permis de conscientiser les populations sur l'importance de la préservation de cet espace.

#### **Produits tirés de la mise en défens**

Les enquêtes ont permis de constater que, dans la mise en défens, le principal produit qu'il est permis d'exploiter est le fourrage. L'espace est d'accès libre pour le bétail et les populations pra-

tiquent également le fauchage du fourrage herbacé qu'ils transportent dans des charrettes. Au bout de quatre années, la quantité de fourrage tirée dans la mise en défens est plus importante. Cependant, ceci n'a pas entraîné une augmentation considérable de la taille du cheptel qui est toujours dominé par des caprins. La disponibilité du fourrage dans cette partie a tout de même permis de réduire les coupes abusives pratiquées par les transhumants sur les baobabs et autres arbres utilitaires.

#### **Revenus tirés de la mise en défens en fonction des scénarios**

L'analyse du tableau 17 montre que la pratique a diminué les prélèvements, ce qui a entraîné une baisse des gains tirés. Avant la mise en défens, les populations exploitaient le bois, ce qui générerait des revenus supplémentaires. Cependant, l'évolution des tendances dans la situation actuelle sans changement technologique montre une réduction des ressources, car, dans cette situation, aucune mesure de gestion n'est mise en œuvre et les ressources se dégradent progressivement.

Pour le prix du carbone, la valeur de huit euros/tonne a été considérée pour l'analyse financière.

T A B L E A U 1 7 :

## Revenus tirés de la mise en défens en fonction des scénarios

Revenus tirés de la mise en défens			
	Situation de départ	Situation avec changement technologique : mise en défens	Situation sans changement technologique
Production de fourrage (charrette)	40	100	34
Revenu issu de la production de fourrage (FCFA/charrette)	120 000	300 000	102 000
Production de bois mort (charrette)	50	-	42
Revenu bois (FCFA/charrette)	150 000	-	126 000
Quantité de carbone produite	0,2	1,4	-
Revenu issu de la production de carbone	995,8	7 337,6	-
<b>Revenus (FCFA)</b>	<b>270 995,8</b>	<b>307 337,6</b>	<b>228 000,0</b>

## Analyse financière

L'analyse du tableau 18 sur les flux financiers de la RNA montre une augmentation progressive des productions d'arachide et de mil et donc une amélioration des revenus. Cependant, en première année, le surplus de bénéfice pour les adoptants de la RNA est négatif et s'élève à 168 500 FCFA. Ceci est dû essentiellement aux frais du surplus d'explo-

tation (augmentation de la main d'œuvre lors de la récolte, utilisation de variétés améliorées) lié à la pratique.

En huit ans de pratique de la RNA, les bénéfices liés à la pratique sont de l'ordre de 1 457 170,95 FCFA, soit un surplus de 1 166 377 FCA.

T A B L E A U 1 8 :

## Flux financier pour la pratique de la RNA

Années	1	2	4	8
<b>Flux entrants</b>				
Revenus bruts	1 122 708,50	1 446 404,25	1 770 100,00	1 770 100
<b>Flux Sortants</b>				
Investissement	33 300	33 300	33 300	33 300
Besoin en fonds de roulement	135 200,96	67 600,48		(202 801,45)
Charges d'exploitation	424 057,14	453 243,82	482 430,50	482 430,50
<b>Bénéfice net avec RNA</b>	530 150,39	892 259,95	1 254 369,50	1 457 170,95
<b>Bénéfice net sans RNA</b>	698 651,36	494 722,33	290 793,30	290 793,30
<b>Surplus bénéfices lié à la RNA</b>	<b>(168 500,96)</b>	397 537,62	963 576,20	1 166 377,65
<b>VAN</b>	<b>1,7 millions FCFA</b>			
<b>TRI</b>	<b>314%</b>			

D'après les analyses, pour un taux d'actualisation de 10%, la VAN estimée est de 1 695 961 FCFA sur huit ans, avec un TRI de 314%. En d'autres termes, un producteur appliquant cette pratique peut se permettre d'emprunter à un taux de 300% sur huit ans pour financer son activité. Donc, la pratique de la RNA est financièrement viable pour une culture d'arachide et de mil dans le village de Daga Birame.

Pour la **domestication**, l'analyse des flux financiers a été effectuée sur une période de huit ans en effectuant une simulation d'évolution des productions des différentes variétés sur les trois années à venir. Sur les trois premières années de mise en œuvre, on observe un bénéfice net négatif pour la domestication. Cette situation est due aux importants coûts d'investissement qu'il faut consentir pour l'installation de la parcelle.

Malgré cela, sur une période de huit ans, on se retrouve avec une VAN > 0 et un TRI supérieur au

taux d'intérêt, ce qui montre que la technologie est viable et rentable pour les utilisateurs des terres du point de vue financier. En effet, pour un taux d'intérêt de 10%, la VAN est estimée à 689 168 FCFA sur huit ans et le TRI à 23%. Donc, pour un investissement total de 650 000 FCFA, elle rapporte à un investisseur un bénéfice net de 689 168 FCFA, avec un taux de 10%, ce qui montre que la technologie est capable de générer des bénéfices.

Cependant, si les investissements ne sont pas subventionnés, il y a nécessité d'accompagner les groupements qui souhaiteraient se lancer dans ce type de pratique, au moins au cours des trois premières années à hauteur de 1 060 951 FCFA pour soutenir le niveau d'investissement.

De plus, il est plus bénéfique d'investir sur les variétés améliorées de *Ziziphus mauritiana* qui produisent plus rapidement et présentent des revenus plus élevés.

**T A B L E A U 1 9 :**

**Flux financier pour la domestication**

Années	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Flux entrants</b>								
Total revenu brut tamarindus	0	0	14 380	87 257	295 675	498 839	706 432	777 075
Total revenu brut ziziphus	71 419	135 250	118 000	231 050	365 575	600 388	771 531	848 684
<b>Total revenu brut domestication</b>	<b>71 419</b>	<b>135 250</b>	<b>132 380</b>	<b>318 307</b>	<b>661 250</b>	<b>1 099 227</b>	<b>1 477 963</b>	<b>1 625 760</b>
<b>Flux sortants</b>								
Investissement	650 000	-	-	-	-	-	-	-
Charges fixes d'exploitation*	450 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000
<b>Bénéfice net de domestication</b>	<b>-1 028 581</b>	<b>-14 750</b>	<b>-17 620</b>	<b>168 307</b>	<b>511 250</b>	<b>949 227</b>	<b>1 327 963</b>	<b>1 475 760</b>
<b>VAN (10%)</b>	<b>1 377 621,50</b>							
<b>TRI</b>	<b>29%</b>							

\*Pour la domestication, les seules charges considérées sont les indemnités fixes octroyées pour la surveillance et l'entretien des plants. Il n'y a eu aucun apport d'engrais, ni de produits phytosanitaires sur les plants introduits.

L'analyse de la **mise en défens** sur une période de huit ans a permis de constater qu'il s'agit d'une pratique rentable pour leurs utilisateurs, avec une VAN positive et un TRI supérieur au taux d'intérêt en vigueur dans les institutions financières. Il faut cependant préciser que l'analyse n'a pas pris en

compte l'exploitation de la mise en défens, qui ne sera faite qu'au bout de 10 ans. Malgré tout, hormis les trois premières années, où les surplus liés à la pratique sont négatifs, des résultats positifs ont été relevés à partir de la quatrième année.

T A B L E A U 2 0 :

### Flux financier de la mise en défens

Années	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Flux entrants</b>								
Revenu carbone	997,3	2 585,2	4 173,1	5 760,9	7 348,8	8 936,6	10 524	12 112,3
Revenu fourrage	150 000	180 000	225 000	270 000	300 000	375 000	450 000	600 000
<b>Flux sortants</b>								
Investissement*	-	-	-	-	-	-	-	-
Charges d'exploitation*	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Bénéfice net de la mise en défens</b>	<b>150 997</b>	<b>182 585</b>	<b>229 173</b>	<b>275 761</b>	<b>307 349</b>	<b>383 937</b>	<b>460 524</b>	<b>612 112</b>
<b>Bénéfice net sans mise en défens</b>	<b>270 997</b>	<b>258 696</b>	<b>246 485</b>	<b>237 338</b>	<b>228 236</b>	<b>216 165</b>	<b>195 115</b>	<b>174 080</b>
<b>Surplus de bénéfice lié à la pratique</b>	<b>-120 000</b>	<b>-76 110</b>	<b>-17 312</b>	38 422	79 113	167 772	265 410	438 032
<b>VAN (10%) (FCFA)</b>	<b>325 612,14</b>							
<b>TRI (%)</b>	<b>33%</b>							

\*La mise en défens telle que pratiquée à Daga Birame n'a nécessité aucun investissement ni charge. En effet, il s'agit d'un espace laissé en régénération et il n'y aucune rémunération ni charge d'exploitation liées à la technologie.

### Analyse économique

Pour l'analyse économique, les salaires de la main d'œuvre ont été multipliés par 0,6 et les produits importés, par 0,98. Pour les produits importés, il s'agit des plants des variétés améliorées de *Ziziphus mauritiana* et de *Tamarindus indica* qui ont été achetés au Mali.

Les tableaux 21, 22 et 23 résument les conclusions pour une analyse économique pour trois technologies/pratiques mises en œuvre dans le village de Daga Birame. Les conclusions sont similaires que pour l'analyse financière. La RNA représente la pratique la plus rentable ; de plus, elle ne nécessite pas

d'investissement initial important, tout en procurant des effets dès les premières années de pratique. En effet, on remarque une augmentation des rendements et des revenus.

La domestication, quant à elle, est également économique viable, mais demande un investissement plus important en raison du coût d'achat des plants améliorés et de la main d'œuvre pour la mise en place de la parcelle.

La valeur de la VAN économique pour la mise en défens est faible par rapport à la valeur de la VAN de la RNA et de la domestication.

T A B L E A U 2 1 :

## Analyse économique de la RNA

Années	1	2	3	4
<b>Flux entrants</b>				
Revenus bruts	1 122 708	1 446 404	1 770 100	1 770 100
<b>Flux sortants</b>				
Investissement	33 300	33 300	33 300	33 300
Besoin en fonds de roulement	128 741	64 370		(193 112)
Charges d'exploitation	424 057	453 243	482 430	482 430
<b>Bénéfice net avec RNA</b>	<b>536 609</b>	<b>901 949</b>	<b>1 267 288</b>	<b>1 460 400</b>
<b>Bénéfice net sans RNA</b>	<b>698 651</b>	<b>494 722</b>	<b>290 793</b>	<b>290 793</b>
<b>Surplus de bénéfices lié à la RNA</b>	<b>(162 041)</b>	<b>407 226</b>	<b>976 495</b>	<b>1 169 607</b>
<b>VAN</b>	<b>1 721 753 FCFA</b>			
<b>TRI</b>	<b>330%</b>			

T A B L E A U 2 2 :

## Analyse économique de la domestication

Années	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Flux entrants</b>								
Total du revenu brut tamarindus	0	0	14 380	87 257	295 675	498 839	706 432	777 075
Total du revenu brut ziziphus	71 419	135 250	118 000	231 050	365 575	600 388	771 531	848 684
<b>Total du revenu brut domestication</b>	<b>71 419</b>	<b>135 250</b>	<b>132 380</b>	<b>318 307</b>	<b>661 250</b>	<b>1 099 227</b>	<b>1 477 963</b>	<b>1 625 760</b>
<b>Flux sortants</b>								
Investissement	638 000							
Charges d'exploitation	270 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000
<b>Bénéfice net de la domestication</b>	<b>(836 581)</b>	<b>(45 250)</b>	<b>(42 380)</b>	<b>228 307</b>	<b>571 250</b>	<b>1 009 227</b>	<b>1 387 963</b>	<b>1 535 760</b>
<b>VAN (10%)</b>	<b>1 817 717</b>							
<b>TRI</b>	<b>39%</b>							

T A B L E A U 2 3 :

## Analyse économique de la mise en défens

Années	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Flux entrants</b>								
Revenu du carbone	997,3	2 585,2	4 173,1	5 760,9	7 348,8	8 936,6	10 524	12 112,3
Revenu du fourrage	150 000	180 000	225 000	270 000	300 000	375 000	450 000	600 000
<b>Flux sortants</b>								
Investissement	0	0	0	0	0	0	0	0
Charges d'exploitation	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Bénéfice net de la mise en défens</b>	<b>150 997</b>	<b>182 585</b>	<b>229 173</b>	<b>275 761</b>	<b>307 349</b>	<b>383 937</b>	<b>460 524</b>	<b>612 112</b>
<b>Bénéfice net sans mise en défens</b>	<b>270 997</b>	<b>258 696</b>	<b>246 485</b>	<b>237 338</b>	<b>228 236</b>	<b>216 165</b>	<b>195 115</b>	<b>174 080</b>
Surplus de bénéfice lié à la pratique	-120 000	-76 110	-17 312	38 422	79 113	167 772	265 410	438 032
<b>VAN (10%) (FCFA)</b>	<b>325 612,14</b>							
<b>TRI (%)</b>	<b>33%</b>							

T A B L E A U 2 4 :

## Tableau récapitulatif des VAN et TRI pour les trois technologies

		RNA	Domestication	Mise en défens
Analyse financière	VAN à 10% (FCFA)	1 695 961	1 377 621	325 612
	TRI (%)	314	29	33
Analyse économique	VAN à 10% (FCFA)	1 721 753	1 817 717	325 612
	TRI (%)	330	39	33

**Analyse de sensibilité**

Elle a consisté à faire varier plusieurs paramètres pour déterminer leur impact sur la VAN et le TRI. Ainsi, on a simulé une augmentation des charges de 50% ainsi qu'une baisse des rendements de l'ordre de 50%.

La VAN pour la RNA devient négative pour un taux d'actualisation de 1 000%. Les incitations financières pour l'adoption du changement technologique RNA peuvent être jugées suffisantes par des bailleurs de fonds, mais pas par des populations locales ayant une préférence quasi absolue pour le présent. Les instruments économiques classiques (taxes, subventions, quotas transférables et normes/standardisation) ne seront d'aucune utilité dans ce cas pour promouvoir l'adoption de

la RNA dans le long terme. L'adoption de la RNA ne pourra se faire qu'au prix d'une sensibilisation des populations visant à réduire leur préférence pour le présent. Le peu de surfaces concernées et le faible coût d'adoption seront peut-être suffisants pour que quelques précurseurs adoptent la RNA sur des parcelles dont ils jouissent en exclusivité, avec espoir que leurs voisins suivront lorsqu'ils verront les bénéfices se matérialiser pour ces précurseurs.

L'analyse de sensibilité pour la **domestication** montre que la pratique est viable jusqu'à un taux de 25%. Au-delà, la VAN est négative et la pratique n'est plus rentable. Il en est de même pour la mise en défens qui reste quand même rentable jusqu'à un taux d'actualisation de 50%.

T A B L E A U 2 5 :

**Variation du taux d'actualisation**

	Taux d'actualisation	1%	10%	50%	100%	1 000%
<b>RNA</b>	VAN financière (FCFA)	2 278 975	1 695 961	580 249	208 479	-11 229
	VAN économique (FCFA)	2 310 512	1 721 753	593 327	215 948	-10 551
<b>Domestication</b>	VAN financière (FCFA)	3 093 887	1 377 621	-378 288	-462 714	-93 627
	VAN économique (FCFA)	3 671 799	1 806 808	-182 970	-342 948	-76 718
<b>Mise en défens</b>	VAN financière (FCFA)	712 087	325 612	-53 594	-69 911	-11 547
	VAN économique (FCFA)	712 087	325 612	-53 594	-69 911	-11 547

L'augmentation de 50% du prix des intrants agricoles (semences, engrais, produits phytosanitaires) pour la pratique de la RNA montre une légère réduction de la rentabilité, même si elle reste viable financièrement. Cependant, une baisse de 50% sur les rendements du mil et de l'arachide provoque une baisse importante, passant de 1 695 995 FCFA pour un taux d'actualisation de 10% à 60 786 FCFA pour le même taux.

Lorsque les rendements des variétés de Ziziphus et de Tamarindus baissent de 50% pour la domestication,

la pratique n'est plus rentable et la VAN est négative pour un taux d'actualisation de 10%. Dans le cas où le prix des intrants (prix des plants) augmente de 50%, la VAN et le TRI baissent, tout en restant des pratiques viables financièrement dans ce cas de figure.

Concernant la mise en défens, la situation de l'augmentation du prix des intrants n'a pas pu être considérée, car aucun intrant ne rentre dans la mise en œuvre de cette pratique. Lorsque les quantités de produits (fourrage et carbone) baissent de 50%, la pratique n'est ni rentable ni viable.

T A B L E A U 2 6 :

## Variation des charges et des revenus

Augmentation de 50% du prix des intrants						
		1%	10%	50%	100%	1000%
RNA	VAN (FCFA)	2 172 451	1 602 214	521 714	170 249	-15 860
	TRI	239%				
Domestication	VAN (FCFA)	2 574 085	900 348	-728 288	-725 140	-141 355
	TRI	20%				
Baisse de 50% des rendements/production						
RNA	VAN (FCFA)	135 633	60 786,11	-53 490	-68 098	-15 611
	TRI	23%				
Domestication	VAN (FCFA)	502 770	-143 126	-649 958	-543 564	-97 495
	TRI	7%				
Mise en défens	VAN (FCFA)	-520 340	-463 455	-268 197	-164 221	-19 262
	TRI (%)	-26				

Les trois technologies ont montré de résultats encourageants dans l'ensemble. Pour la RNA, à part la première année où il faut faire face à des charges importantes, l'activité a des résultats positifs sur le long terme avec une gestion durable de la fertilité des sols et une productivité soutenue des cultures pratiquées. Quant à la domestication, les mêmes tendances que la RNA ont été constatées, avec un revenu négatif pour les premières années du fait des charges d'installation importantes, mais qui s'équilibre et devient positif au-delà de la troisième année. La mise en défens produit aussi des revenus positifs au-delà de la troisième année, montrant ainsi qu'elle peut générer des ressources. En outre, elle permet d'augmenter la biodiversité végétale et animale, mais aussi favorise l'installation d'un microclimat dans la zone, surtout lors de la période de grande chaleur. Pour l'analyse économique, les conclusions vont dans le même sens que l'analyse financière : la RNA représente la pratique la plus rentable ; la domestication est aussi rentable, mais elle demande un investissement important pour son installation. C'est avec la mise en défens que l'on obtient les VAN les plus faibles. Pour l'analyse de sensibilité, seule la RNA donne des résultats positifs au-delà d'une variation de plus de 50% du prix des intrants et du rendement.

## 03

## 3. Étape « 6+1 » : Agir !

La partie suivante du rapport introduit des solutions au travers de recommandations adressées aussi bien aux utilisateurs des terres qu'au secteur privé ainsi qu'aux décideurs publics.

#### Recommandations à l'intention des utilisateurs des terres

**Généraliser l'utilisation des pratiques et technologies approuvées** au niveau d'autres villages environnants pour renverser les tendances de dégradation dans cette zone.

**Développer le concept une personne-un arbre en s'appuyant sur le genre.** Un programme peut être lancé par les responsables de la plateforme et en collaboration avec les Eaux et Forêts pour initier des actions telles qu'un homme-un hectare sous RNA, une femme-un fruitier, une école-un bocage et un village-une mise en défens afin de développer la conscience collective de l'importance de l'arbre.

**Développer de nouveaux métiers/nouvelles chaînes de valeurs au sein du village en rapport avec l'agroforesterie** (pépiniériste/producteur de plants, maraîcher de produits issus de l'agriculture biologique/producteur de compost et de légumes issus de l'agriculture biologique) afin que l'offre de services puisse susciter la demande.

#### Recommandations à l'intention du secteur privé

**Susciter de nouvelles vocations et accompagner l'entrepreneuriat local** avec des *business models* en relation avec l'exploitation des ressources de manière raisonnée pour maintenir les jeunes dans le village.

**Installer des magasins pour faciliter l'acquisition des intrants, du matériel agricole et des semences** afin de faciliter la mise en place des technologies proposées.

**Établir des contrats** (unités de transformation de céréales locales ou de produits forestiers non ligneux) avec un cahier de charge bien défini pour créer des débouchés aux productions et favoriser

la possibilité d'investissement sur les facteurs et moyens de production.

#### Recommandations à l'intention des responsables des orientations politiques/décideurs publics

**Améliorer la communication entre les Eaux et Forêts et les populations locales** pour une meilleure prise en charge des ressources.

**Permettre aux populations l'exploitation, de manière raisonnée et sous le contrôle des Eaux et Forêt, des produits de la forêt** afin de les inciter davantage à la régénération des espèces forestières.

**Mettre en place des plans de reverdissement des terroirs** avec comme principaux animateurs les services déconcentrés et les populations locales.

## 4. Conclusions

L'analyse et l'évaluation de la rentabilité, effectuées dans le cadre de l'approche ELD, démontre la rentabilité des trois pratiques de GDT mises en œuvre dans le village de Daga Birame. La RNA représente la pratique la plus rentable : elle nécessite un investissement initial faible et procure des effets environnementaux dès les premières années de pratique. La domestication est aussi rentable, mais nécessite un investissement plus important en raison du coût d'achat des plants améliorés et de la main d'œuvre nécessaire pour la mise en place de la parcelle. La valeur de la VAN économique pour la mise en défens, en ne prenant pas en compte son exploitation, n'est faible que par rapport à celle de la VAN de la RNA et de la domestication. La mise en œuvre de ces pratiques permet d'aller vers un phénomène de neutralisation de la dégradation des terres du village de Daga Birame.

Les recommandations phares de l'étude portent sur la généralisation de l'utilisation des pratiques et technologies approuvées au niveau d'autres villages environnants pour renverser les tendances de dégradation dans cette région, pour développer la conscience collective de l'importance de l'arbre à travers des actions de responsabilisation communautaires orientées vers la création de nouveaux métiers ou de nouvelles chaînes, accompagnée par le secteur privé. Ce dernier doit accompagner l'acquisition des intrants, du matériel agricole et des semences afin de faciliter la mise en place des technologies proposées ainsi qu'établir des contrats de marché avec un cahier de charge bien défini pour créer des débouchés aux productions et favoriser la possibilité d'investissement sur les facteurs et moyens de production.

### PHOTO 8

**Culture en couloir de *Arachis hypogaea* entre les rangés des accessions de *Adansonia digitata* introduites dans la parcelle communautaire de domestication**



## Références bibliographiques

- ANSD. 2014. *Recensement Général de la Population et de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Élevage. (RGPHAE) 2013. Rapport définitif.*
- ANSD. 2016. *Situation Economique et Sociale de la Région de Kaffrine.*
- ASPRODEB et IPAR. 2007. *Dimensions structurelles de la libération pour l'agriculture et le développement rural. Programme RuralStruc-Phase I.*
- Ba, Marième Fall. 2015. *Les Bois Rameaux Fragmentés (BRF) de Guiera senegalensis J. F. Gmel et de Piliostigma reticulatum (DC) Hochst dans la fertilisation des sols du bassin arachidier du Sénégal.* Dakar : Université Cheikh Anta Diop.
- Badiane, Aminata Niane, Madiagne Diagne, Abdou Fall, Adama Faye, Moustapha Kébé, Mamadou Khouma et Modou Sène. 2000. *Gestion et transformation de la matière organique : Synthèse des travaux de recherches menés au Sénégal depuis 1945.* Dakar : ISRA.
- Bah, Mamadou et Mouhamadou Bamba Diop. 2015. *Détermination d'un taux d'actualisation des projets d'investissement public au Sénégal. Planning paper N° 1. Direction Générale de la Planification et des Politiques Economiques.* Dakar : Direction de la planification du MEFP.
- Bakhoum, Charles. 2012. *Diversité et capacités de régénération naturelle du peuplement ligneux dans les systèmes agraires du Bassin arachidier en zone Soudano-sahélienne (région de Kaffrine, Sénégal).* Dakar : Université Cheikh Anta Diop.
- Banque mondiale. 2009. *Project appraisal document on a proposed grant from the global environment facility trust fund in the amount of us \$4.8 million to the republic of Senegal for a sustainable land management project.*
- Banque mondiale. 2019. *World Development Indicators.* Consulté le 21 octobre 2019. <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NV.AGR.TOTL.ZS>.
- CGER-Vallée. 2014. *Analyse Économique-Les Exploitations Agricoles Familiales du Sénégal.* [http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/AE\\_No1\\_Exploitation\\_Agricole.pdf](http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/AE_No1_Exploitation_Agricole.pdf).
- Cissé, M. I. 1995. *Les Parcs Agroforestiers du Mali. Etat des Connaissances et Perspectives pour leur Amélioration. Rapport de Consultation.* Nairobi : AFRENA/ICRAF.
- CSE. 2011. *Land Degradation Assessment (LADA). Rapport national.*
- Diack, Mateugue, Marie Sene, Aminata Niane Badiane, Malaïny Diatta et Richard P. Dick. 2000. « Decomposition of a native shrub, *Piliostigma reticulatum*, litter in soils of semi-arid Senegal. » *Arid Soil Research and Rehabilitation* 14 : 205–218. <https://doi.org/10.1080/089030600406626>.
- Diédhiou, Ibrahima, Malaïny Diatta et Macoumba Diouf. 2000. « Influence de la densité de plantation de deux acacias sur l'alimentation hydrique du sorgho (*Sorghum bicolor*) : zone semi-aride du Sénégal. » Dans *La jachère en Afrique Tropicale. Rôles, Aménagement, Alternatives*, vol.1, édité par Christian Floret et Roger Pontanier, 648–655. Paris : John Libbey Eurotext.
- Economic Commission for Africa. 2007. *Africa Review Report on Drought and Desertification in Africa.* Addis Ababa : United Nations Economic and Social Council.
- Egueh, M. W. 2017. *Contribution à l'évaluation du potentiel de stockage du carbone dans les sols : cas du village climato-intelligent de Daga Birame, Kaffrine, Sénégal.* Dakar : Université Cheikh Anta Diop.
- ELD Initiative. 2015. *Initiative ELD : Guide d'utilisation. L'approche 6 étapes +1 pour évaluer la dimension économique de la gestion des terres.* Bonn : GIZ. [https://www.eld-initiative.org/fileadmin/pdf/ELD-UserGuide\\_fr\\_04\\_300dpi\\_screen.pdf](https://www.eld-initiative.org/fileadmin/pdf/ELD-UserGuide_fr_04_300dpi_screen.pdf).
- ELD Initiative. 2017. *Fact sheet. The costs of land degradation and benefits of sustainable land management in Africa.*
- Fonds pour l'environnement mondial. 2009. *Investir dans la gestion responsable des sols : l'action du FEM face à la dégradation des sols et à la désertification dans le monde.*
- Förch, Wiebke, Koert Sijmons, Ianetta Mutie, Joyce Kiplimo, Laura Cramer, Patricia M. Kristjanson, Philip K. Thornton, Maren A. O. Radeny, Abdoulaye S. Moussa et Gopal Datt Bhatta. 2013. *Core Sites in the CCAFS Regions: East Africa, West Africa and South Asia, Version 3.* Copenhagen : CGIAR (CCFAS). <https://ccafs.cgiar.org/publications/ccafs-site-portfolio-core-sites-ccafs-regions-east-africa-west-africa-and-south-asia#Xa2CXnduLRM>.
- Jones, Arwyn, H. Breuning-Madsen, M. Brossard, A. Dampha, J. Deckers, O. Dewitte, T. Gallali, S. Hallett, Robert Jones, M. Kilasara, P. Le Roux, E. Micheli, Luca Montanarella, O. Spaargaren,

- L. Thiombiano, E. Van Ranst, M. Yemefack et Robert Zougmore. 2013. *Soil Atlas of Africa*. Luxembourg : European Commission.
- Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural. 2014. *Programme d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise (PRACAS)*.
- Ministère de l'Économie, des Finances et du Plan. 2014. *Programme Triennal d'Investissements Publics (PTIP) 2015–2017*.
- Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature. 2006. *Plan d'Action National pour l'Adaptation au Changement Climatique*.
- Nelson, R.A., R.A. Cramb, K.M. Menz et M.A. Mamicpic. 1997. « Cost-benefit analysis of alternative forms of hedgerow intercropping in the Philippine uplands. » *Agroforestry Systems* 39 (3) : 241–262.
- Pender, John. 2009. *The World Food Crisis, Land Degradation, and Sustainable Land Management: Linkages, Opportunities, and Constraints*. Terrafrica et GTZ.
- Sall, Moussa. 2015. *Les exploitations agricoles familiales face aux risques agricoles et climatiques : stratégies développées et assurances agricoles*. Toulouse : Université Toulouse le Mirail - Toulouse II.
- Sanogo, Diaminatou, Baba Ansoumana Camara, Mouhamadou Diop, Ousmane N'Diaye, Cathérine Ky-Dembélé, Jules Bayala, Sidzabda Djibril Dayamba, Robert Zougmore, Mathieu Ouedraogo et Samuel T. Partey. 2016. *Mise en place d'un Village Intelligent face au Climat pour la réduction des risques climatiques et de l'insécurité alimentaire à Daga-Birame, Sénégal. Guide de visite de terrain pour la Réunion du Comité Scientifique Indépendant du CCAFS*. Copenhague : CGIAR (CCAFS). <https://cgispace.cgiar.org/rest/bitstreams/109993/retrieve>.
- Sanogo, Diaminatou, Badiane Yacine Ndour, Moussa Sall, Katim Toure, Mouhamadou Diop, Baba Ansoumana Camara, Ousmane N'Diaye et Djibril Thiam. 2017. « Participatory diagnosis and development of climate change adaptive capacity in the groundnut basin of Senegal: building a climate-smart village model. » *Agriculture & Food Security* 6 (1). <http://doi.org/10.1186/s40066-017-0091-y>.
- Sarr, Oumar, Amy Bakhom, Sékouna Diatta et Léonard E. Akpo. 2013. « L'arbre en milieu soudano-sahélien dans le bassin arachidier (Centre-Sénégal). » *Journal of Applied Biosciences* 61 : 4515–4529.
- Simons, A.J. et R.R.B. Leakey. 2004. « Tree domestication in tropical agroforestry. » *Agroforestry Systems* 61 : 167–181.
- Somda, Jacques, Aliou Faye et Hubert N'Djafa Ouaga. 2011. *Trousse à outil de planification et suivi-évaluation des capacités d'adaptation au changement climatique (TOP-SECAC). Manuel et Guide d'utilisation*. Niamey : Centre Régional AGRHYMET.
- UNCCD. 2012. *Desertification: A Visual Synthesis*.
- UNCCD. 2013. *Background Document: The Economics of Desertification, Land Degradation and Drought: Methodologies and Analysis for Decision-Making*.
- UNCCD. 2014. *Land Degradation Neutrality: Resilience at local, national and regional levels*.



Pour plus d'informations et feedback, veuillez contacter :

Secrétariat de l'Initiative ELD  
info@eld-initiative.org  
Mark Schauer  
c/o Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
Friedrich-Ebert-Allee 36  
53113 Bonn, Germany

Co-financé par l'Union européenne (UE) et le Ministère Fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (BMZ)

Les résultats et recommandations dans ce document représentent l'avis de l'auteur. Ils ne peuvent pas être considérés comme reflétant le point de vue de l'Initiative ELD, la GIZ, le BMZ ou l'Union européenne.

[www.eld-initiative.org](http://www.eld-initiative.org)

