



THE ECONOMICS OF
LAND DEGRADATION



Évaluation économique des pratiques de gestion durable des terres à Maradi, Niger



Régénération naturelle assistée, demi-lunes et tassa/zaï

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 »



Coordinateur :

Jangorzo Salifou Nouhou

Contributeurs :

Yahaya Garba Ali, Souley Chitou Gagéré, Moussa Boukari, Abou Soufianou Satta, Diouf Abdoulaye, Laminou Manzo Ousmane, Assoumane Oumarou, Abdou Dadé Aboubacar, Fatchima Djibrilla, Sami Mari Ousmane, Laminou Issoufou Sadi

Revue scientifique :

Nicola Favretto, Université de Leeds (Royaume-Uni)

Éditrices :

Emmanuelle Quillérou, Laure Zakrewski, Silke Schwedes, Clotilde Meunier

Concept visuel :

MediaCompany, Bonn Office

Mise en page :

warenform, Berlin

Citation suggérée:

Jangorzo Salifou Nouhou, Yahaya Garba Ali, Souley Chitou Gagéré, Moussa Boukari, Abou Soufianou Satta, Diouf Abdoulaye, Laminou Manzo Ousmane, Abdou Dadé Aboubacar, Sami Mari Ousmane, Laminou Issoufou Sadi, Fatchima Djibrilla, Assoumane Oumarou, 2019. Évaluation économique des pratiques de gestion durable des terres à Maradi, Niger : Régénération naturelle assistée, demi-lunes et tassa/zaï. 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

Initiative Économie de la Dégradation des terres (ELD):

Évaluation économique des pratiques de gestion durable des terres à Maradi, Niger

Évaluation économique des pratiques de gestion durable des terres à Maradi, Niger: Régénération naturelle assistée, demi-lunes agricoles et tassa/zai

Une étude de l'Initiative ELD menée 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

Acronymes et abréviations

ACB	Analyse coût-bénéfice
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (Ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement)
BNA	Bénéfice net additionnel
CNULCD	Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification
ELD	Économie de la dégradation des terres
FCFA	Franc de la Communauté financière africaine
Fe	Fer
GDT	Gestion durable des terres
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Agence allemande de coopération internationale pour le développement)
HIMO	Haute intensité de main d'œuvre
ICRAF	Centre International pour la Recherche en Agroforesterie
ODD	Objectifs de développement durable
ONG	Organisation non gouvernementale
PAM	Programme Alimentaire Mondial
PFNL	Produits forestiers non ligneux
pH	Potentiel en hydrogène
RNA	Régénération naturelle assistée
TRI	Taux de rendement interne
UE	Union européenne
VAN	Valeur actualisée nette

Table des matières

	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 ».....	7
	Résultats scientifiques clés	9
	Recommandations	11
	À l'intention des utilisateurs des terres	11
	À l'intention du secteur privé	11
	À l'intention des responsables des orientations politiques/décideurs publics.....	11
Chapitre 1	Introduction	12
Chapitre 2	Démarche du processus de recherche	14
	2.1. L'approche 6+1 de l'Initiative ELD : du diagnostic général à l'évaluation économique	14
	2.2. Étape 1 : Initialisation	15
	2.3. Étape 2 : Caractéristiques géographiques/écologiques dans la région de Maradi.....	23
	2.4. Étape 3 : Catégories de services écosystémiques	26
	2.5. Étape 4 : Identification du rôle des services écosystémiques comme moyens de subsistance des communautés et dans le développement économique global ..	28
	2.6. Étape 5 : Dynamique de la dégradation des terres.....	30
	2.7. Étape 6 : Analyse coût-bénéfice de l'adoption des demi-lunes, de la régénération naturelle assistée et des tassa par les agriculteurs et prise de décision	32
Chapitre 3	Étape 6 +1 : Agir !	50
	Tassa tels que mis en place à Koonna	50
	Tassa mis en place suivant les normes techniques idéales	50
Chapitre 4	Conclusions	52
	Références bibliographiques.....	53

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Résumé des résultats économiques selon différents horizons de planification	10
Tableau 2 :	Caractéristiques sociodémographiques des exploitants dans les sites d'étude.	23
Tableau 3 :	Services écosystémiques sur les sites d'études mesurés et estimés lors des enquêtes ...	27
Tableau 4 :	Services écosystémiques et leurs méthodes d'évaluation	29
Tableau 5 :	Outils agricoles et leur utilisation	34
Tableau 6 :	Prix du marché des produits	35
Tableau 7 :	Volatilité des prix en année de sécheresse	47
Tableau 8 :	Analyse de sensibilité sur les indicateurs de viabilité financière et économique et prise de décision associée dans l'adoption des pratiques de régénération naturelle assistée, demi-lunes et Tassa	48

Liste des figures

Figure 1 :	Différents types de sols rencontrés dans la région de Maradi (Sadda 2018)	16
Figure 2 :	Mil cultivé dans des demi-lunes à Karangiya en 2018 (Gagéré)	17
Figure 3 :	Position du site d'étude (village de Karangiya) dans le département de Guidan-Roundji (Gagéré 2018)	19
Figure 4 :	Photo de tassa réalisées à Koono (a) montrant les dimensions et l'apport de fumier ; (b) photo montrant que la terre a déjà commencé à combler certaines tassa du fait de mauvais choix du sol (ONG Karkara 2018)	20
Figure 5 :	Photos de terres traitées en tassa, l'une une culture de mil (a) et l'autre, de sorgho (b) dans le terroir de Koono (Nouhou 2018)	20
Figure 6 :	Carte de l'occupation du sol de la commune urbaine de Guidan Roundji (Sadda 2018)	24
Figure 7 :	Carte de l'occupation du sol de la commune rurale d'Adjekoria en 2017 (Sadda 2018) ..	25
Figure 8 :	Spatialisation des unités d'occupation du sol dans la commune rurale de Koono (Sadda 2018)	25
Figure 9 :	Interprétation du pH du sol vis-à-vis de l'activité biologique et de l'assimilabilité des nutriments (Nouhou 2019)	31
Figure 10 :	Simulation de l'évolution des rendements des principales spéculations en fonction du temps selon le modèle de tassa de Karkara (a) et idéal (b)	39
Figure 11 :	Évolution du bénéfice net additionnel de la pratique de la régénération naturelle assistée par rapport à une situation sans régénération naturelle assistée à Malam Kaka sur 20 ans (non actualisé)	40
Figure 12 :	Évolution du bénéfice net additionnel de la pratique des demi-lunes par rapport à une situation sans demi-lunes à Karangiya sur huit ans (non actualisé)	41
Figure 13 :	Évolution sur 8 ans du bénéfice net additionnel financier de la pratique des tassa par rapport à une situation sans investissement à Koono (non actualisé)	43
Figure 14 :	Évolution sur 20 ans du bénéfice net additionnel économique de la pratique de la régénération naturelle assistée par rapport à une situation sans investissement à Malam Kaka	44
Figure 15 :	Évolution des bénéfices nets additionnels de la pratique des demi-lunes sur quatre ans et huit ans à Karangiya	45
Figure 16 :	Évolution sur huit ans (a) et quatre ans (b) du bénéfice net additionnel économique de la pratique des tassa par rapport à une situation sans investissement à Koono selon les deux scénarios	46

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.

Résultats scientifiques clés

De la pratique de la régénération naturelle assistée (RNA)

La pratique de la RNA joue un rôle agroécologique certain. Suite à l'introduction de la RNA à Malam Kaka, i) les rendements de la majorité des spéculations cultivées ont augmenté, ii) l'utilisation des produits phytosanitaires a fortement baissé et iii) le recours aux engrais chimiques a aussi diminué (comparativement à une situation sans la pratique de la RNA).

La pratique de la RNA est financièrement et économiquement rentable. Avec la RNA, quasiment toutes les charges de l'exploitation ont baissé alors que les produits ont considérablement augmenté, ce qui a permis d'engranger un bénéfice financier et économique positif sur 20 ans. Pour un investissement de départ inférieur à 7 676 francs de la Communauté financière africaine (FCFA) par ha à Malam Kaka, la pratique de la RNA dégage une valeur actualisée nette (VAN) économique et financière supérieure à 300 %, plus élevée que son coût d'opportunité fixé à 10 %.

La RNA a joué un rôle environnemental et social évident à Malam Kaka. Les producteurs reconnaissent que, de 2013 à 2018, la pratique de la RNA a permis de réduire l'érosion, d'augmenter la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol et d'augmenter la capacité de séquestration de CO₂. Ils sont prêts à consentir à des charges pour améliorer ces services. L'accroissement des services a permis d'augmenter les productions et les revenus des producteurs qui pratiquent la RNA, ce qui a contribué à améliorer leurs conditions de vie.

De la pratique des demi-lunes

La pratique des demi-lunes est rentable financièrement mais le cash-for-work joue un rôle important dans cette rentabilité. Sur un horizon de planification de huit ans, un ha dégradé et traité en demi-lunes dégage une VAN financière de 43 878 FCFA pour un taux d'actualisation de 10 %. Si l'on enlève les paiements de cash-for-work, la VAN devient négative pour tous les taux d'actualisation, ce qui rend cet investissement non intéressant.

Les demi-lunes ont joué un rôle environnemental et social évident à Karanguiya. Les producteurs reconnaissent que, de 2013 à 2018, la pratique des demi-lunes a permis de réduire l'érosion, d'augmenter la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol et d'augmenter la capacité de séquestration de CO₂. Ils sont prêts à consentir des charges pour améliorer ces services.

De la pratique des tassa/zaï

Les tassa apportent une plus-value aux utilisateurs des terres : la valeur économique des services écosystémiques tirée de la pratique culturale avec utilisation de tassa est plus élevée que celle sans tassa. La nature des services écosystémiques ne change pas, mais la quantité de ces services est, dans la plupart des cas, plus élevée lorsque des tassa sont mis en place. Par conséquent, à Koonaa, le revenu brut total annuel d'un producteur qui effectue des tassa est nettement plus élevé que celui d'un producteur qui n'en effectue pas.

Les charges de l'exploitation sont plus élevées avec les tassa. Les postes de dépense sont à peu près les mêmes, si ce n'est que les utilisateurs des tassa sont prêts à consentir à plus d'effort en faveur de l'amélioration des terres (profil particulier). Aussi, le temps de travail (trouaison en saison sèche) et la quantité d'intrants (engrais et fumier) utilisés sont plus élevés lorsque l'on pratique les tassa. À la fin de la campagne, les charges de l'exploitation avec tassa à Koonaa sont plus élevées que celles sans tassa. Il faut donc que les utilisateurs des terres puissent supporter l'investissement initial.

D'un point de vue financier, la rentabilité de la pratique des tassa sur les deux horizons de planification (quatre et huit ans) est mitigée. En effet, selon le modèle de Karkara, les VAN sont négatives même lorsque la préférence pour le présent est forte (taux d'actualisation de 1000 %). En revanche, les VAN financières sont positives pour tous les taux d'actualisation selon le modèle idéal (tableau 1) ; mais le montant de cette VAN baisse si l'investissement de bailleurs sous forme de cash-for-work n'est pas pris en compte. Cela signifie que, sans cet investissement, le revenu des producteurs baisse, ce qui risque de compromettre la durabilité de cette pratique.

T A B L E A U 1 :

Résumé des résultats économiques selon différents horizons de planification (quatre, huit et 20 ans) ; taux de préférence au présent exprimé par la population : 1 265 %, 276 % et 1 576 % respectivement pour les demi-lunes, la RNA et les tassa

Mesure de gestion durable des terres (GDT)	Tassa/zaï (tel que mis en place à Koona, pendant un an seulement)		Tassa/zaï (selon prescriptions techniques, tous les ans sur quatre ans)		Demi-lunes agricoles		RNA
	4 ans	8 ans	4 ans	8 ans	4 ans	8 ans	20 ans
Analyse financière							
VAN (FCFA) à 10 %	-213 341	-25 284	-1 526	1 889	5 018	-52 967	505 915
Taux de rendement interne (TRI)	574 %	94 %	51 %	19 %	7 %	26 %	Non calculable
Analyse économique							
VAN (FCFA) à 10 %	-259 064	-74 927	-18 302	-36 991	-172 745	-320 616	431 379
TRI	7 242 %	Non calculable	Non calculable	11 %	Non calculable	Non calculable	Non calculable

Recommandations

À l'intention des utilisateurs des terres

Les ouvrages de gestion durable des terres (GDT) sont d'une technicité souvent simple et pourtant très utile. Les bénéficiaires ont reconnu que ces ouvrages permettent d'accroître la productivité des terres. L'appropriation par les producteurs de ces technologies devrait permettre leur **mise à échelle** et, ainsi, de restaurer une quantité importante de terres dégradées moyennant une protection souvent assurée par un comité local de gestion.

Malgré leur évidente efficacité, les ouvrages de GDT méritent d'être entretenus pour **optimiser leur performance**. Le respect des normes techniques et scientifiques des ouvrages de GDT par les maîtres d'œuvre permettra une exploitation durable des terres restaurées.

À l'intention du secteur privé

Les avantages économiques et financiers des ouvrages de GDT ne sont plus à démontrer, puisque tous semblent être rentables. **L'analyse de la chaîne de valeur** autour de ces pratiques devrait permettre d'identifier les services marchands pouvant faire l'objet de valorisation.

Le retour sur investissement relativement sûr et élevé des pratiques de la RNA peut notamment constituer une incitation, pour le secteur privé et en particulier les banques, à assouplir les règles **d'accès au crédit pour les jeunes entrepreneurs** qui désirent se lancer dans ce business.

Compte tenu des incertitudes qui entourent les pratiques de GDT et de la pauvreté qui gangrène le milieu rural, la **mise en relation entre les investisseurs, les compagnies d'assurance et de crédit et les entreprises privées du secteur de GDT** constituera une garantie qui incitera le secteur privé à investir davantage dans ces pratiques.

À l'intention des responsables des orientations politiques/décideurs publics

Le volet économique des ouvrages de récupération de terres n'est pas un obstacle, puisque toutes les pratiques se sont avérées rentables. **Si les décideurs publics clarifient les rôles entre les acteurs, cela rendra la gouvernance des ressources naturelles plus efficace.**

Des problèmes politiques au niveau local et de rétention d'information de la part de certains agents publics entravent les pratiques. Si les décideurs publics **améliorent la gouvernance** locale en matière de GDT et mettent en place une **sensibilisation ciblée des agents de développement** au niveau des services déconcentrés de l'État, cela permettra : i) aux populations locales de s'investir davantage dans la sauvegarde des sites restaurés/réhabilités et ii) aux agents publics de comprendre le caractère public des données générées sur les pratiques de GDT.

Les producteurs sont motivés à entreprendre, parfois de leur propre chef, des travaux de GDT. Dans le cas de la RNA, par exemple, l'arbre épargné n'appartient pas au propriétaire du champ, mais à l'État ; ainsi, si le propriétaire utilise cet arbre, il risque de recevoir une amende. Si les décideurs publics **revoient le mode de gouvernance des espaces restaurés** (sécurisation foncière, comité de gestion), cela améliorera le contexte des pratiques de GDT en mettant en place des règles de gouvernance adaptées.

Introduction

La dégradation des terres est un phénomène planétaire. La superficie des terres dégradées ne cesse d'augmenter depuis plusieurs décennies. Selon l'Initiative « Économie de la dégradation des terres » (ELD), près de 52 % des terres mondiales utilisées à des fins agricoles sont modérément ou gravement touchées par la dégradation des terres et des sols (ELD Initiative 2016). En Afrique, les pays les plus touchés par ce phénomène sont, dans l'ordre de la gravité, le Burkina Faso, le Sénégal et le Togo, le Cameroun et le Niger (FAO 2014 ; ELD Initiative 2015b).

Afin de faire face à ce problème, les gouvernements nationaux, les instances internationales et autres partenaires ont élaboré des stratégies en matière de GDT : ces stratégies prévoient la promotion de techniques de conservation des eaux et des sols ainsi que de défense et de restauration des sols qui se sont montrées efficaces dans la lutte contre la dégradation des terres. Ces techniques de conservation des eaux et des sols sont perçues comme l'ensemble des techniques qui, lors de la mise en valeur des ressources naturelles, tendent à maintenir (et si possible augmenter) les potentialités de production. Les sols et l'eau constituent les éléments fondamentaux de ces potentialités, ceux-ci pouvant agir comme un rempart à l'érosion hydrique (Kinane 2002).

Ces techniques sont utilisées dans la quasi-totalité du territoire national du Niger, où le principal moteur de la croissance économique demeure le secteur rural (SDR 2003). Composé principalement par l'agriculture et contribuant à 43 % du produit intérieur brut (INS-Niger 2018), ce secteur est confronté à d'énormes problèmes environnementaux. Plus de 80 % de la population nigérienne (Yahaya 2015) tire ses moyens de subsistance du secteur primaire (agriculture, élevage, exploitation des ressources forestières et foncières, etc.) ; cela accentue le besoin de la réhabilitation de terres dégradées et d'une bonne gestion des ressources foncières. En effet, les populations, déjà exposées à la pauvreté et à l'insécurité alimentaire, sont souvent confrontées à une dégradation croissante des terres qu'elles exploitent. Jadis, la pratique de la jachère constituait le principal remède à la restauration des terres dégradées. De nos jours, au regard des pressions démographique et foncière qui s'intensifient de manière constante, celle-ci n'est plus

envisageable en tant que solution systémique. Les champs agricoles sont de plus en plus balayés et lessivés par le phénomène de l'érosion, aussi bien éolienne et hydrique, qui est l'une des causes principales de la dégradation des terres agricoles au Niger. Cette érosion rend les sols vulnérables, avec comme conséquence une importante baisse de fertilité des terrains ; ceux-ci deviennent de plus en plus dénudés, encroûtés et non propices à l'agriculture.

Comme pour le cas de nombreux défis environnementaux, il est souvent perçu comme plus facile d'atténuer les dommages de l'érosion que de résoudre les problèmes techniques et surtout les conflits sociaux et sociétaux associés à ce phénomène. Lorsque la dégradation des terres devient une réalité, réparer ses impacts est un processus qui peut être lent et coûteux (CNULCD 2011). Les États, en collaboration avec des organismes internationaux tels que l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, l'OXFAM (Action contre La Faim), le PAM (Programme Alimentaire Mondial), la Banque Mondiale et la GIZ, interviennent dans les régions affectées en restaurant des milliers d'ha de terres dégradées chaque année. Ces investissements ont fait l'objet d'évaluations techniques mais n'ont pas été traités du point de vue des sciences sociales (Pender et Ndjeunga 2008 ; Botoni and Reij 2009).

Ce rapport vise donc à capitaliser les connaissances issues des sciences naturelles sur les terres dégradées et restaurées afin de mener une évaluation complémentaire d'une perspective économique, en appliquant une analyse coût-bénéfice (ACB). Cette étude permet d'estimer la rentabilité des mesures de gestion durable et la structure des incitations économiques nécessaire à leur adoption par rapport aux pratiques actuelles. L'étude sert de support pour identifier les voies et moyens de leur promotion/diffusion à une plus large échelle qui pourraient être explorés. L'ACB consiste à comparer dans la durée les bénéfices générés par une action donnée et son coût de mise en œuvre. Elle peut apporter un éclairage important sur la pertinence économique de ladite action (CEPRI 2011). Elle constitue également un outil d'aide à la décision, ou du moins un outil d'aide à la réflexion dans le cadre du processus de prise de décision.

L'objectif général de cette étude est d'étudier la rentabilité économique de certains investissements dans la GDT qui ont été réalisés à Maradi au Niger à l'aide d'une ACB. Plus spécifiquement, il s'agit de :

- déterminer les facteurs de la dégradation des terres et déterminer la diversité des investissements pour la GDT à Maradi ;
- inventorier et monétariser les services écosystémiques tirés de ces investissements par les populations bénéficiaires et la société/communauté, ainsi que ceux que celles-ci tirent de la situation de référence, qui est basée sur les pratiques actuelles ;
- faire une ACB des investissements réalisés par rapport aux pratiques actuelles pour en dégager la plus-value.

Pour ce faire, les questions de recherche suivantes ont été posées :

- Quelle est la diversité des ouvrages de GDT réalisés à Maradi ?
- Quelles sont les différents services écosystémiques qu'offrent les ouvrages de GDT ?
- Les investissements de GDT donnent-ils un avantage économique aux utilisateurs des terres par rapport à leurs pratiques existantes ?

Pour répondre à ces questions, les hypothèses suivantes ont été émises:

- les investissements dans les ouvrages de GDT (RNA, demi-lunes et tassa) contribuent de façon significative à inverser la tendance de la dégradation des terres ;
- les investissements dans la RNA, les demi-lunes et les tassa sont économiquement rentables.

Fruit de cette réflexion, le présent document est organisé selon l'approche 6+1 d'Initiative ELD et structuré selon le contexte et les objectifs de l'étude (introduction), la démarche méthodologique (parties 2, 3 et 4) incluant un diagnostic, les résultats

de l'évaluation économique et les recommandations d'actions qui peuvent en être tirées pour une meilleure prise de décision dans l'engagement en faveur d'activités de la lutte contre la dégradation des terres.

Démarche du processus de recherche

L'évaluation économique compare une situation avec GDT à une situation de référence, correspondant à ce qui aurait été observé si les mesures de GDT n'avaient pas été adoptées. La situation de référence a été établie à partir d'observations de populations qui n'ont pas bénéficié d'aménagements pour la conservation des eaux et des sols. La situation avec GDT a été établie à partir d'observations de populations bénéficiaires des aménagements. Selon l'hypothèse formulée, la divergence entre les populations bénéficiaires et non bénéficiaires est uniquement liée à l'aménagement. Les bénéficiaires comme non bénéficiaires présentent exactement les mêmes caractéristiques (socio-économiques, psychologiques, en termes de ressources, etc.) et les mêmes évolutions dans le temps.

Pour la réalisation de cette étude, des missions ont été conduites dans les villages et dans les champs des bénéficiaires. Afin de pouvoir comparer les situations avec et sans aménagement, les mêmes travaux ont été conduits auprès des non bénéficiaires des pratiques GDT.

Les travaux sur le terrain ont été réalisés en cinq missions de septembre à novembre 2018 :

- **première mission** : après avoir sensibilisé les populations au sujet de l'étude lors d'une mission préalable, l'équipe a conduit une enquête afin d'identifier les producteurs et leurs champs. Un premier questionnaire administré a permis de connaître i) le type de spéculature cultivée par chaque producteur, ii) le type d'assolement pratiqué, iii) les noms des variétés, iv) la position du champ par rapport au village et v) le genre. Une première exploitation de ces données a permis d'identifier des groupes de producteurs ;
- **seconde mission** : une fois les producteurs identifiés, des carrés de rendement ont été placés dans leurs champs ; après avoir assuré leur consentement à cette activité, ils ont été chargés de récolter les produits de ces carrés séparément. Trois placettes de 100 m² ont été placées dans chaque champ afin de rendre les données plus exploitables statistiquement. Pour l'étude de la végétation ligneuse couverte par la pratique de la RNA, trois carrés de rendement sup-

plémentaires (en plus des carrés de rendement décrits ci-dessus) de 2500 m² ont été placés dans chaque champ afin de relever le diamètre à la hauteur de 1,3 m, la taille, l'âge et le diamètre du houppier de la strate ligneuse (arborée) ;

- **troisième mission** : une troisième mission a été consacrée à la collecte de données socio-économiques. Ces données sont relatives aux pratiques agricoles des producteurs avec les coûts associés, les services écosystémiques qu'ils tirent du milieu suite à l'introduction des tassa et les prix affectés par les producteurs à certains de ces services. Trois guides d'entretien ont été élaborés à cette fin, dont un à l'attention de l'assemblée villageoise et deux autres pour les conversations individuelles. Ces guides ont été implémentés dans l'application SurveyXact et les données, collectées à l'aide des tablettes ;
- **quatrième mission** : une quatrième mission de collecte de données dans les carrés de rendement placés dans les champs des producteurs a été conduite au moment des récoltes. Le rendement (exprimé en kg de graines de mil, de sorgho et de niébé, en tiges de mil et de sorgho ainsi qu'en fanes et gousses de niébé) a été noté ;
- **cinquième mission** : une cinquième mission de restitution a été conduite, avec pour objectif la communication des résultats de l'étude aux producteurs et la connexion de ces résultats avec le thème développé lors de la campagne de sensibilisation. Cet atelier de restitution a regroupé toutes les parties prenantes locales intervenant dans les questions de lutte contre la dégradation des terres dans le terroir (population locale, municipalité, organisations non gouvernementales (ONG) et associations, leaders d'opinion, etc.).

2.1. L'approche 6+1 de l'Initiative ELD : du diagnostic général à l'évaluation économique

L'approche 6+1 est un processus d'évaluation économique structuré et détaillé qui a pour but de fournir des informations pertinentes aux décideurs politiques (ELD 2015c). Elle est la démarche d'analyse

adoptée par l'Initiative ELD pour aider les utilisateurs à se servir d'une approche scientifique dans la préparation d'analyses coût-bénéfice visant à étayer les processus décisionnels (ELD 2015a). Elle permet l'établissement d'un diagnostic capitalisant les connaissances déjà établies et la mise en place d'une analyse économique complémentaire. La présente étude suit la structure des 6+1 étapes clés suivantes :

- **1. Définition participative du cadre d'étude entre les différentes parties prenantes :** cette étape a été réalisée lors d'une mission de diagnostic dans les villages de Koono, Malam Kaka et Karangiya. Les villages ont été choisis sur la base du résultat de diagnostic et de cartographie. Une étude bibliographique préalable a permis de combler certaines informations manquantes ;
- **2. Caractéristiques géographiques et écologiques du terroir des villages de Koono, Malam Kaka et Karangiya :** il s'agissait d'établir une situation de référence sur la base de la cartographie, ce qui a permis d'étudier le phénomène de la dégradation des terres dans le terroir. Dans ce cadre, une carte d'occupation de sol a été établie et une cartographie de la limite spatiale des terroirs a été réalisée ;
- **3. Identification et description succincte des services écosystémiques (d'approvisionnement, de régulation, culturels et si pertinent de soutien) :** ici, les différents services rendus par les différents écosystèmes mis en évidence ont été identifiés et quantifiés grâce à des outils d'évaluation élaborés. Ainsi, il a été évalué à quel degré ces services sont des moyens de subsistance ou d'existence ;
- **4. Évaluation économique des services écosystémiques préalablement identifiés et quantifiés :** il s'agissait ici d'attribuer des valeurs économiques ou financières aux différents services en se basant sur les différentes méthodes existantes (prix de marché, consentement à payer, coût de transport, etc.) ;
- **5. Étude de la dynamique de la dégradation des terres dans les terroirs de Koono, Malam Kaka et Karangiya.** Il s'agit de décrire succinctement les facteurs de dégradation des terres, les pressions et les impacts engendrés par celle-ci

ainsi que d'élaborer des modèles et des scénarios d'évolution ;

- **6. ACB lors de laquelle des comparaisons économiques sont réalisées entre des situations avec et sans investissements :** des scénarios ont été élaborés afin d'évaluer les tendances économiques sur la base des connaissances acquises des pratiques de GDT dans les terroirs ;
- **6+1. Recommandations pour l'action/prise de décision par les décideurs** en vue de les inciter à investir davantage dans les travaux de lutte contre la dégradation des terres.

2.2. Étape 1 : Initialisation

Cette étude a été conduite sur trois sites. Un des sites est situé dans le village de Karanguiya, commune urbaine de Guidan-Roumdji, le second dans le village de Malam Kaka commune rurale de Adje Koriya et le troisième dans le village de Koono, commune rurale de Koono. Trois pratiques différentes ont été évaluées notamment la pratique des demi-lunes agricoles à Karangiya, celle de la RNA à Malam Kaka et les *tassa/zai* à Koono.

2.2.1. Pratique de la régénération naturelle assistée (Malam Kaka)

La RNA est une technique agroforestière mise en place pour récupérer des terres dégradées (Chazdon & Guariguata 2016) qui consiste à entretenir des plants et des racines émergées naturellement dans les champs des paysans (Reij et Garity 2016).

Elle se fait en protégeant des arbres et arbustes (arbres utiles et à usage multiple) dans les champs, soit à travers le repérage, la sauvegarde des jeunes plants poussant naturellement dans les champs (protection de la régénération naturelle) ou au moyen de la sélection des jeunes sujets de souches bourgeonnantes au cours des travaux de préparation de sol (défrichage amélioré) avec une densité acceptable d'arbres : en général et idéalement entre 25 arbres/ha (avec un écartement de 20 m*20 m) et 400 arbres/ha (avec un écartement de cinq m*cinq m) dans le champ en fonction des espèces ligneuses et de leur état phrénologique.

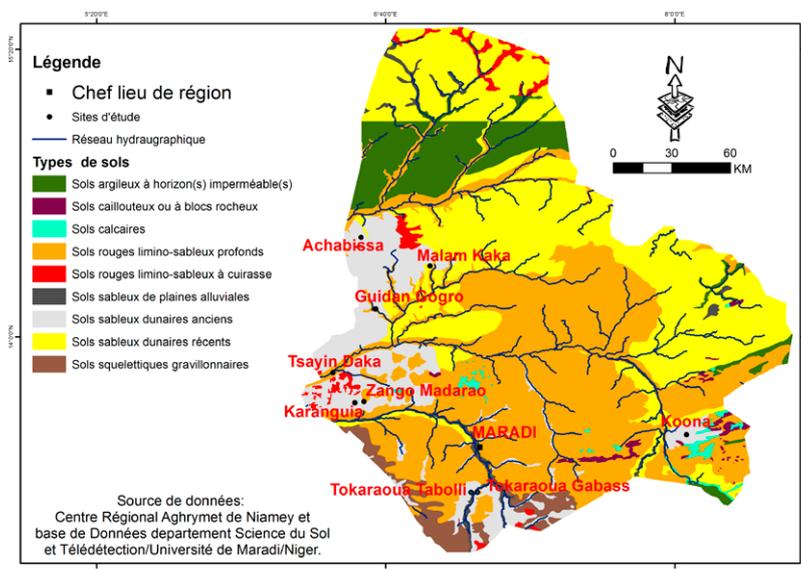
La RNA est adaptée au climat sahélo-soudanien et aux sols (souvent superficiels) avec une faible fertilité et un taux de matière organique stable faible. Elle est adaptée aux zones à pluviométrie moyenne annuelle entre 400 et 600 mm et principalement au relief des plaines, plateaux, vallée, bas-fonds, aux pentes faibles à moyennes et aux zones agricoles fortement peuplées avec une densité de populations de 11 à 20 habitants/km².

La RNA possède un coût d'investissement faible : 7 500 FCFA à l'ha, y compris l'encadrement, dont 1 500 FCFA pour le coût matériel (un daba/une hache) et 6 000 FCFA pour le coût des travaux de défrichage (deux h/j par ha) ; elle est donc une technique d'agroforesterie simple, maîtrisée et appropriée par les producteurs et diffusable à grande échelle. Elle intègre l'utilisation des plantes ligneuses pérennes et/ou les animaux pour diversifier les bénéfices et les services, incluant une meilleure utilisation des ressources de l'eau et des sols, des multiples combustibles, des ressources alimentaires et fourragères ainsi que de l'habitat pour les espèces associées.

Le village de Malam Kaka se trouve dans la commune de Adje Korya à la limite de Sabon Machi, situé à 13°99527778' de latitude est et 7°209166667' de longitude est. Les sols sont de trois types, mais majoritairement sableux (figure 1), ce qui explique leur forte sensibilité à l'érosion éolienne. La disparition progressive de la végétation a laissé place à un relief atténué et dénudé, ce qui a fait apparaître des sols encroûtés et des glacis. Malam Kaka se trouve dans la partie la plus peuplée de la région de Maradi (département de Dakoro), mais avec la densité la plus faible (24 habitants/km²). La population du village est estimée à environ 1 000 habitants, mais elle était de 847 habitants en 2012 (INS 2012) et composée essentiellement d'agriculteurs et d'éleveurs. Les principales activités économiques sont l'agriculture, l'élevage et le commerce.

FIGURE 1 :

Différents types de sols rencontrés dans la région de Maradi (Sadda 2018)



Grâce à son avantage sur la pratique de l'élevage, cette zone alimente tout le sud de la région de Maradi, y compris le nord Nigéria, en bétail. La taille moyenne des exploitations est la plus élevée de la région, quel que soit le sexe du producteur. En effet, un homme a en moyenne 7,6 ha de terre, contre 3,1 ha pour une femme (Direction Régionale du Plan 2007). Ceci démontre que les terres cultivées et cultivables sont encore disponibles dans cette zone et que le problème d'accès des femmes aux terres est relatif. Une femme à Malam Kaka aura en moyenne plus de terre qu'un homme du département voisin de Madarounfa. Ceci a une conséquence importante sur le revenu des ménages et son niveau de pauvreté. Le taux de couverture sanitaire est assez élevé (72 %) mais le ratio en personnel de santé reste faible : il est d'un médecin pour une population comprise entre 200 000 et 400 000 habitants.

On observe une végétation constituée de deux strates : une strate ligneuse majoritairement dans les champs et une strate herbacée dans les aires et couloirs pastoraux. Mais à la faveur des pluies tardives, on rencontre une importante couverture herbacée dans les champs. Le mode de conduite de culture (faible amendement et exportation de résidus de culture) et l'exploitation abusive des ressources naturelles ont conduit à la dégradation continue des sols (disparition de la couverture végétale, érosion éolienne). Pour inverser cette tendance, la RNA a été introduite dans le village de Malam Kaka en 2013.

2.2.2. Pratique des demi-lunes agricoles (Karangiya)

La demi-lune est un ouvrage de conservation des eaux et du sol en forme d'un demi-cercle creusé perpendiculairement au sens d'écoulement des eaux de pluies et entouré d'une levée de terres appelée lunette ou bourrelet. Elle permet de ralentir la vitesse d'écoulement des eaux de pluie, de capter les eaux de ruissellement et d'augmenter la quantité d'eau disponible pour les cultures (deux à trois fois la hauteur de pluie tombée sur une surface estimée à 16 m²). Ainsi, la pratique de la demi-lune réduit l'érosion, favorise la sédimentation de terre et de matières organiques ainsi que l'installation de la végétation naturelle et des arbres plantés et permet donc d'augmenter les rendements et la production agro-sylvo-pastorale.

Orienté perpendiculairement au sens d'écoulement des eaux de pluies et installé le long des courbes de niveau, l'ouvrage respecte les normes techniques suivantes : i) diamètre : quatre m, ii) profondeur : 0,20 à 0,30 m, iii) écartement : quatre m*quatre m, iv) largeur ados : 0,40 m, v) hauteur ados : 0,40 m et vi) diamètre en bourrelet et cuvette : 0,20 m. Matérialisées à l'aide d'un niveau à eau, les demi-lunes sont disposées en quinconce suivant les courbes de niveau. Elles sont utilisées pour l'aménagement des terres de glaciis ou des plateaux à pentes de 0 à 7% et restent donc sensibles à la dégradation liée aux eaux de pluies et aux animaux ; c'est pourquoi il convient de les revêtir avec des pierres (figure 2).

FIGURE 2 :

Mil cultivé dans des demi-lunes à Karangiya en 2018 (Gagéré)



De type ouvert, amélioré ou fermé, elles sont utilisées, sur sols limoneux-sableux, pour les aménagements sylvo-agricoles (apport de fumure et semis de 15 à 20 poquets de mil ou sorgho sur une surface cultivée de 6,28 m²) ; sur sols rocaillieux, elles sont à but sylvopastoral (ensemencement et plantation d'un arbre forestier par ouvrage).

D'un coût d'investissement moyen de 114 000 FCFA/ha¹, il s'agit d'un ouvrage à confection simple, permettant un labour localisé et une bonne conservation de l'humidité. La technique est facilement maîtrisable par le producteur et permet la restauration des capacités productives des terres dégradées, l'amélioration de la production agricole et des revenus des producteurs.

Introduite au Niger dans les années 1970 à l'initiative de la mission catholique de Tahoua, les rendements de cette pratique étaient alors de 600 à 700 kg à l'ha aménagé en demi-lunes (en moyenne 313 ouvrages par hectare) et peuvent de nos jours atteindre les 850 kg de sorgho à l'ha grâce à l'utilisation du fumier.

Le village de Karanguiya a été créé en 1868, avec une population d'environ 1300 habitants (INS 2012) répartie dans 160 ménages. Ce site, qui relève de la commune de Guidan Roumdji, est situé à 7 km du chef-lieu de ladite commune et est localisé entre 6°62612' de longitude est et 13°66491' de latitude nord (figure 3). Le climat est de type sahélo-soudanien et le relief est relativement homogène, marqué par une succession de plaines entrecoupées de quelques petits plateaux. La plaine alluviale de Goulbi Maradi caractérise le relief dans la partie sud de la commune. Les sols dans la commune de Guidan Roumdji sont classés selon trois types de formations édaphiques :

- les sols argilo-sableux de couleur noire, fertiles pour l'agriculture, sont localisés dans la partie sud ;
- les sols limoneux de la vallée de Goulbi sont localisés dans les abords des points d'eau ; ils sont très

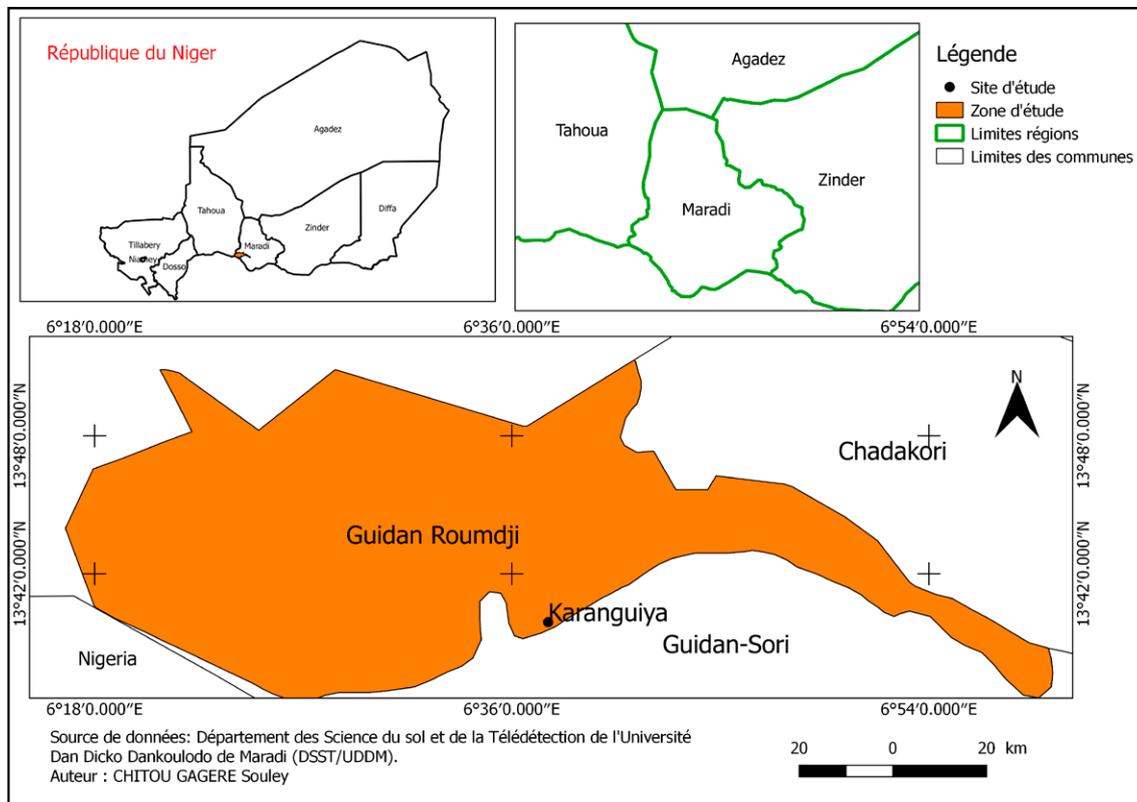
fertiles et constituent l'essentiel du potentiel propice à la culture de contre saison ;

- les sols sableux, que l'on trouve surtout dans la partie nord, sont les plus dominants et de faible fertilité. Ils sont soumis à une forte dégradation du fait, d'une part, de leur exploitation agricole et d'autre part, de l'importante érosion éolienne et hydrique observée dans la zone. Ils constituent le terrain de prédilection des cultures telles que le mil, l'arachide et le niébé.

¹ 9 000 FCFA pour le matériel (constitué de niveau à eau, de corde, de pioches, de pelles, de piquets en bois, etc.) et 105 000 FCFA pour la main d'œuvre sous forme de cash-for-work (argent contre travail) fourni par les projets (Ministère du développement agricole, Manuel du PAC).

FIGURE 3 :

Position du site d'étude (village de Karanguiya) dans le département de Guidan-Roundji (Gagéré 2018)



On observe une végétation constituée de deux strates : une strate ligneuse arbustive formée en majorité de Mimosaceae, Caesalpiniaceae et Combretaceae ainsi qu'une strate herbacée représentée par les Leguminosae-Caesalpinioideae (Garba et al. 2017). Les principales activités des populations sont l'agriculture, l'élevage, le commerce et, dans une moindre mesure, la pêche. Cependant, l'exode rural reste une activité importante durant la saison sèche pour la plupart des jeunes.

L'agriculture est caractérisée par la faiblesse des rendements, qui s'explique par la dégradation des terres causée par les facteurs climatiques (pluies insuffisantes, irrégulières et mal réparties dans l'espace et dans le temps, ainsi que des vents fréquents et forts) et anthropiques (surexploitation des terres, défrichement des terres forestières à des fins agricoles). D'importants investissements financiers et humains ont été consentis dans cette commune pour la mise au point et la diffusion des bonnes pratiques de GDT à travers la RNA, les banquettes, les demi-lunes, les fixations des dunes, les zaï ou tassa, les tranchées et les bandes pare-feu.

2.2.3. Pratique des tassa (Koonaa)

Les tassa (en langue hausa), encore appelées zaï (en langue mossi), correspondent à un savoir paysan utilisé comme technique de récupération de terres dégradées dans les zones sahéennes du Niger et du Burkina Faso. Elle a été découverte par les agents de développement et modernisée afin de la rendre plus efficace. Les tassa se composent de trous de semis, creusés perpendiculairement à la pente et en quinconce, d'environ 30 à 40 cm de diamètre et de 10 à 15 cm de profondeur. La distance entre les trous est de 70 à 80 cm, ce qui donne à peu près 10 000 trous par hectare. Les tassa sont réalisées juste après la saison de pluie (de préférence pendant que le sol est humide) sur des terres de glaciaire où la pluviométrie est faible. Dans chaque tassa, on apporte quelques grammes de fumier ou de compost pour relancer l'activité biologique des sols qui a quasiment disparu (figure 4). Le coût moyen d'investissement d'un ha traité avec des tassa est de 52 200 FCFA, dont 15 200 FCFA pour le petit matériel et intrant (fumier) et 37 000 FCFA au titre de la main d'œuvre pour la confection des ouvrages (Ministère du développement agricole, Manuel du PAC).

F I G U R E 4 :

Photo de tassa réalisées à Koono (a) montrant les dimensions et l'apport de fumier ; (b) photo montrant que la terre a déjà commencé à combler certaines tassa du fait de mauvais choix du sol (ONG Karkara 2018)



À Koono, les tassa ont été faites exclusivement pour cultiver le mil ou le sorgho en monoculture ; toutes les autres spéculations en association n'ont pas été concernées. La densité moyenne est de 7 442 trous à

l'ha pour le mil. Un seul producteur a fait des tassa pour le sorgho à une densité de 8 116 trous à l'ha (figure 5).

F I G U R E 5 :

Photos de terres traitées en tassa, l'une une culture de mil (a) et l'autre, de sorgho (b) dans le terroir de Koono (Nouhou 2018)



Les travaux ont été faits collectivement sous forme de cash-for-work par 153 personnes dans les champs individuels. Ils passent d'un champ à un autre jusqu'à couvrir les champs de tous les bénéficiaires, ce qui a permis de récupérer au total 32,26 ha. La taille moyenne de terre récupérée pour chaque producteur est de 0,765 ha pour une superficie moyenne des champs de 1,3 ha par producteur.

La pratique de tassa à Koono a débuté en 2015 avec l'aide de l'ONG Karkara, qui a depuis toujours travaillé avec les mêmes bénéficiaires. Depuis 2015, chaque producteur bénéficie de tassa, mais change

de champs chaque année. Le choix des terres à récupérer n'est basé sur aucune étude pédologique, il répond juste au critère de bénéficiaire. L'objectif de l'opération est de créer une source de revenu pour les producteurs vulnérables à travers le cash-for-work, afin d'éviter de leur donner de l'argent comptant sans contrepartie.

L'opération de cash-for-work est issue d'un changement de paradigme dans la conduite d'aide publique au développement. Dans le passé, les partenaires au développement donnaient soit de l'argent comptant, soit de la nourriture aux popu-

lations vulnérables pour les aider à sortir du joug de la pauvreté. Cependant, il a été constaté un changement de comportement de la population qui est aux antipodes des objectifs visés : celle-ci s'est mise à attendre l'aide (une sorte d'assistanat) au lieu de se prendre en charge elle-même. C'est pour cela que le système de cash-for-work a été introduit. Dans le domaine de l'environnement, il consiste à faire travailler et rémunérer les populations à travers la récupération de terres dégradées. Malheureusement, cette opération a fait croire aux populations que les activités de récupération de terres sont la responsabilité de l'État, des projets et des ONG ; ainsi, la population n'est pas disposée à effectuer la récupération des terres par elle-même, y compris les producteurs sur leurs propres terres. Cette opération a donc créé une dépendance de la population vis-à-vis des fonds d'investissement, ce qui n'est pas favorable à la mise en échelle des pratiques de GDT en général.

L'implantation des ouvrages n'a pas respecté les normes techniques prévues (écartement entre trous, qualité du sol, etc.), de même que le choix des bénéficiaires a été fait au hasard. En effet, à part le producteur qui a semé le sorgho, les champs de chaque bénéficiaire concerné par la présente étude sont situés sur des sols sableux. Or, les tassa sont fortement déconseillées sur des terres sableuses, car elles se combrent rapidement sous l'action de vent. Ceci est ressorti dans les réponses des producteurs (99%), qui ont confirmé que leurs champs où les tassa ont été faites sont situés sur jigawa (appellation locale d'un sol à texture sableuse). Les sols traités sont certes dégradés (lessivés, baisse de fertilité), mais aucun encroûtement a été observé. Les sols, faisant face au problème d'érosion éolienne, ont plutôt une structure particulière, ce qui au fur et à mesure pourrait conduire à un encroûtement.

Le site de Koono se situe à 13°32'41" nord et 8°03'17" est et se trouve à l'est de Maradi, à 15 km de Gazaoua. En 2016, la population de Koono était estimée à 14 888 habitants, dont 7 350 hommes et 7 538 femmes. Cette population est très jeune, avec environ 46,2% de moins de 15 ans. Le nombre de ménages est de 1994, dont 1713 ménages agricoles (Direction Régionale du Plan 2007). Le site de Koono a été choisi pour son accessibilité et la présence d'un partenaire (ONG) mettant en œuvre la pratique des tassa depuis trois années successives, cette pratique étant encore peu développée sur les autres sites. En effet, sur la base d'un travail de recensement effec-

tué par la Direction Générale de Suivi Écologique, aucun autre partenaire n'a financé les tassa de 2011 à 2017.

Historiquement, ce territoire est caractérisé par l'agriculture, qui occupe une place primordiale pour les populations. La saison des pluies s'étend de mai à octobre et la température moyenne maximale varie de 30°C (en janvier) à 41°C (en avril). Les conditions géomorphologiques permettent de distinguer principalement trois types de sols différenciés par les matériaux d'origine. C'est ainsi qu'on distingue les sols sableux dunaires anciens, les sols rouges limono-sableux profonds et les sols calcaires. La végétation naturelle est constituée de steppe arbustive à arborée sur des dunes fixées. L'agriculture est essentiellement pluviale, avec le mil, le sorgho et le niébé comme principales cultures. L'élevage constitue la seconde activité de la population et se pratique sous trois formes, à savoir la transhumance (élevage extensif), l'élevage sédentaire traditionnel et l'élevage amélioré (embouche).

2.2.4. Données biophysiques

Deux catégories de producteurs ont été choisies de manière aléatoire dans le village, en prenant en compte autant que possible les différences entre les hommes et les femmes. Pour cause du faible nombre de femmes qui disposent de leur propre terre, le choix des femmes dans l'échantillon n'a pas été facilité. Au total, 20 producteurs ont été sélectionnés dont 10 bénéficiaires de pratiques de GDT (RNA) et 10 non bénéficiaires.

Dans chaque champ, trois carrés de rendement ont été posés au hasard. Le carré de rendement est de type agricole (céréale), c'est-à-dire que les placettes sont de 100 m² (10 m*10 m). Dans chaque carré de rendement, les différentes biomasses (graines et fourrages) des principales spéculations (mil, sorgho, niébé) ont été calculées et extrapolées à l'ha, puis comparées lors de traitement des données. Ensuite, la distance entre les poquets et lignes des différentes spéculations à l'intérieur de chaque carré de rendement a été mesurée afin d'estimer la densité de chaque spéculations.

Une spécificité de l'étude auprès des bénéficiaires de RNA a été la pose de trois autres carrés (2 500 m² chacun) de mesure dendrométrique dans chaque champ. Dans chaque carré, les différentes espèces ligneuses ont été dénombrées et plusieurs

paramètres ont été mesurés ces arbres : la densité, le diamètre à la hauteur de 1,3 m, la hauteur des arbres et les deux diamètres du houppier. La densité des arbres a été mesurée en comptant le nombre d'arbres dans le carré et en extrapolant à l'hectare, leur diamètre a été mesuré à l'aide d'un compas forestier, leur hauteur a été mesurée en utilisant la croix de bûcheron et le diamètre du houppier, à l'aide d'un mètre ruban.

La quantité de biomasse contenue dans les arbres a été estimée à partir des paramètres dendrométriques mesurés sur le terrain. Il s'agit du diamètre à la hauteur de 1,3 m, la hauteur de l'arbre. Les modèles présents dans la littérature s'appliquent le plus souvent à des espèces bien déterminées ; or, dans notre cas, le site affiche un parc arboré de composition plurispécifique. Néanmoins, un modèle assez générique, qui prend en compte cette particularité, a été utilisé pour cette étude. Il s'agit de l'équation de Mbow (2009), qui a une probabilité de prédiction de 95 % et un biais de -0,8. L'équation s'écrit de la manière suivante :

$$Y_{\text{arbres}} = 0,229 * Dbh^{2,237}$$

Avec :

- Y_{arbres} : la biomasse contenue dans les arbres ;
- Dbh (Diameter at breast height) : le diamètre à la hauteur de 1,3 m du sol.

Quant à la biomasse dans le sol, celle-ci a été estimée à partir d'une autre équation allométrique, établie au Kenya par Kuyah et al. (2012). Cette équation surestime la biomasse de 14 %. L'équation s'écrit de la manière suivante :

$$Y_{\text{sol}} = 0.49 * X^{0.923}$$

Avec :

- Y_{sol} : la biomasse dans le sol ;
- X : la biomasse aérienne.

Pour estimer la quantité de carbone séquestrée dans la biomasse végétale, la relation internationalement admise, qui stipule qu'il y a 50 % de carbone dans la biomasse sèche végétale, a été utilisée.

2.2.5. Données socioéconomiques

Les données socioéconomiques ont été collectées du trois au 12 novembre 2018, puis complétée par une seconde enquête du 30 novembre au deux décembre 2018. Ces données ont servi à établir les comptes d'exploitation et à produire la base pour une ACB. Trois guides d'entretien ont été nécessaires pour cette phase de collecte : un pour un groupe de réflexion et deux questionnaires individuels, dont l'un a permis de renseigner les informations sur les pratiques agricoles et l'autre a permis d'estimer la nature et la quantité de services écosystémiques que procure chaque producteur.

La majorité des enquêtés à Malam Kaka sont de sexe masculin (66 %) contre 34 % de femmes. En moyenne, il y a cinq femmes par ménage, dont 65 % de moins de 18 ans, 21 % ayant entre 18 et 30 ans, 8 % ayant entre 30 et 40 ans et 6 % ayant plus de 40 ans. L'âge moyen de l'enquêté est de 41 ans (± 12) ans, avec une charge familiale de 11 (\pm cinq) individus par ménage. En moyenne, dans un ménage, 23 % des personnes ont un âge inférieur à 18 ans, 13 % ont entre 18 et 30 ans, 10 % ont entre 30 et 40 ans et 51 % ont plus de 40 ans (tableau 2). Quant au niveau d'études, aucun des enquêtés n'a fréquenté l'école. En revanche, tous (100 %) ont fréquenté l'école coranique. Les enfants de moins de 15 ans sont les plus nombreux et représentent 45 % de la population totale au sein des ménages enquêtés.

T A B L E A U 2 :

Caractéristiques sociodémographiques des exploitants dans les sites d'étude

Enquêté	Malam Kaka (%)	Karangiya(%)	Koona(%)
Age moyen (année)	41	37	48
Homme	66	62	72
Femme	34	38	28
Niveau d'études	-	-	-
École coranique	100	50	64
Scolarisé	0	21	20
Non scolarisé	100	29	16
Charge familiale moyenne	11	7	10
0 à 18 ans	60	58	50
18 à 30 ans	23	26	30
30 à 40 ans	10	16	20
Plus de 40 ans	8	0	20
Enfant de moins de 15 ans	45	58	40

Cette même tendance s'observe dans les deux autres villages (Karangiya et Koona) mais avec une légère variabilité. En effet, on observe la présence de personnes scolarisées (21% et 20% respectivement à Karangiya et Koona), mais le nombre de personnes ayant fréquenté l'école coranique a diminué.

Dans les trois villages, ce sont surtout les hommes qui sont responsables de l'activité agricole (chef d'exploitation), alors que les femmes sont surtout ménagères. Certaines femmes disposent de beaucoup de terres, mais cela ne les empêche pas d'aider en premier lieu leur mari dans les travaux champêtres. Selon les résultats de l'enquête, le plus souvent, c'est après s'être occupées du champ de son mari que la femme s'occupe de son propre champ. Malgré la grande disponibilité de terres pour les hommes tout comme pour les femmes, le niveau de pauvreté à Malam Kaka est élevé.

Bilan de l'étape d'initialisation

Les sites étudiés font face à des problèmes environnementaux et sociaux (pauvreté, dégradation des terres, pression foncière, démographie), à l'image de ce qui se passe à l'échelle du Niger.

La portée de cette étude inclut trois types de GDT (demi-lunes, RNA et tassa/zaï). L'étude s'intéresse

à des producteurs types de la zone de Maradi pour chacun des trois types de GDT. L'échelle spatiale de l'étude est donc la région de Maradi, en se concentrant sur trois villages représentatifs des pratiques de la région. Cette région et les aménagements considérés ont été choisis et validés en consultation avec des représentants des Ministères en février et avril 2018. Il s'agit de cibler des pratiques spécifiques de Maradi afin de pouvoir comparer leur rentabilité avec d'autres régions du Niger.

Les pratiques des tassa et des demi-lunes sont introduites principalement pour lutter contre la pauvreté sous forme de cash-for-work, et, parfois avec une importance moindre, inverser la tendance à la dégradation des terres. La RNA est une pratique agroforestière qui a un faible coût (<8000 FCFA par ha) et qui est donc facilement appropriable par les producteurs.

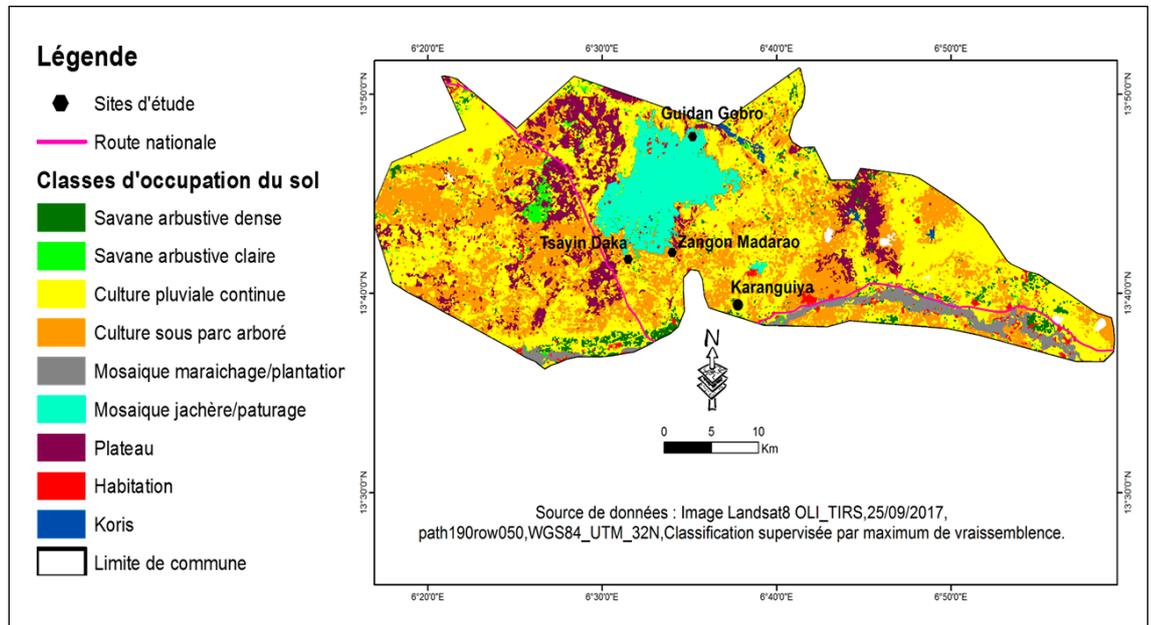
2.3. Étape 2 : Caractéristiques géographiques/écologiques dans la région de Maradi

La superficie totale de la commune de Guidan Roumdji est estimée à 1138132,7 ha, soit 113813 km². Neuf classes d'occupation du sol ont été identifiées suite à la classification supervisée appliquée sur l'image satellitaire utilisée dans cette étude (figure 6). Il

s'agit notamment des classes : « savane arbustive dense », « savane arbustive claire », « culture sous parc arboré », « culture pluviale continue », « mosaïque maraîchage/plantations », « Koris », « mosaïque jachère/pâturage », « plateau » et « habitation ».

FIGURE 6 :

Carte de l'occupation du sol de la commune urbaine de Guidan Roudji (Sadda 2018)

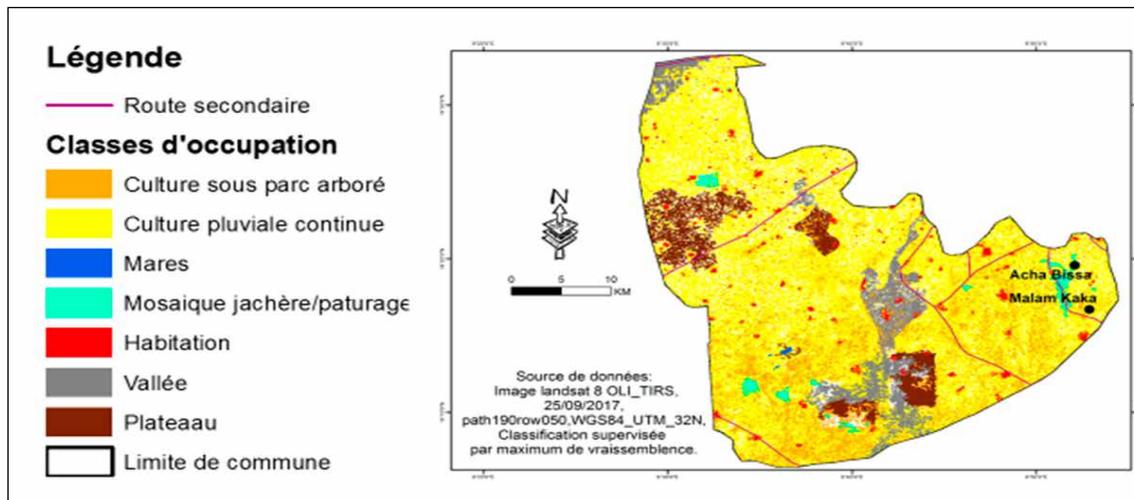


L'analyse de la carte d'occupation du sol montre une couverture végétale assez importante, avec respectivement 106 270 ha et 109 373 ha occupés par les classes relatives à la « savane arbustive dense » et la « savane arbustive claire » (soit au total 216 km² de la superficie globale du secteur étudié). Les classes de cultures (« sous parc arboré » et « pluviale continue ») occupent quant à elles 379 331 ha de la superficie totale (soit 379 km²). La « mosaïque jachère/pâturage » occupe 189 940 ha, tandis que la « mosaïque maraîchage/plantation » couvre 61 903 ha. Quant aux plateaux, ils occupent à cette date une superficie de l'ordre 156 361 ha. Les proportions occupées par les « Koris » et les habitations humaines représentent respectivement 25 622 ha et 108 332 ha.

La superficie totale de la commune rurale d'Adjekorya est estimée à 1 105 342 ha, soit 1 105 km². Sept classes d'occupation du sol ont été identifiées suite à la classification supervisée appliquée sur l'image satellitaire utilisée dans cette étude (figure 7). Il s'agit notamment des classes suivantes : « culture sous parc arboré », « culture pluviale continue », « vallée », « mares », « mosaïque jachère/pâturage », « plateau » et « habitation ».

FIGURE 7 :

Carte de l'occupation du sol de la commune rurale d'Adjekoria en 2017 (Sadda 2018)

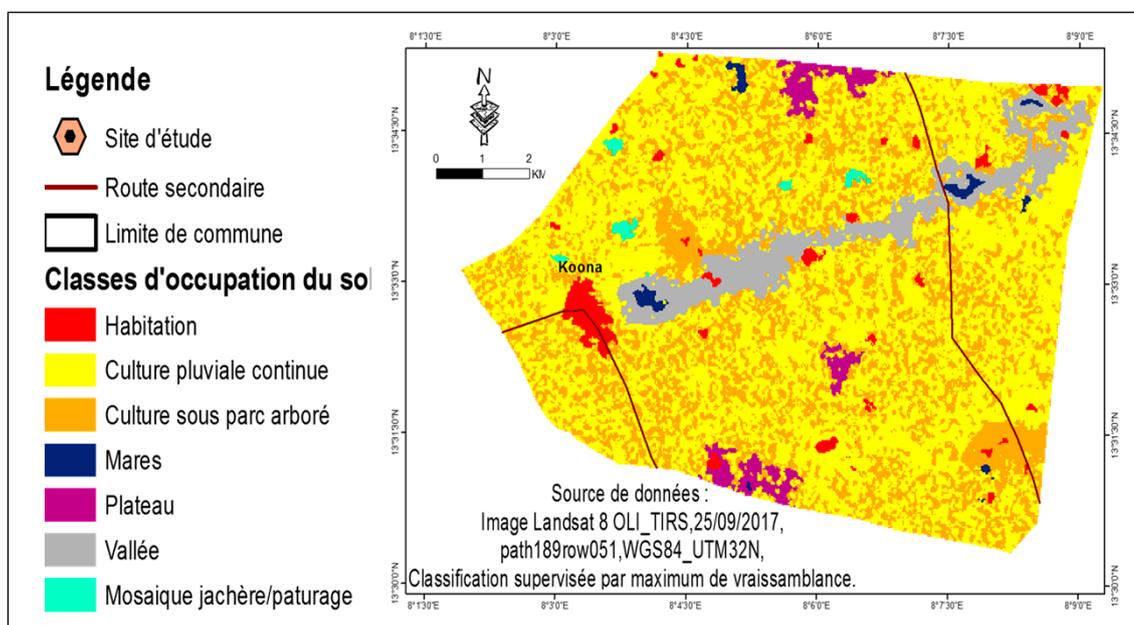


L'analyse de la carte d'occupation du sol montre que les classes relatives aux activités anthropiques (« cultures sous parc arboré », « culture pluviale continue » et « vallée ») enregistraient en 2017 600 331 ha (soit 600 km²) de la superficie totale de la commune. Les classes relatives aux cultures (« sous parc arboré », « pluviale continue » et « mosaïque maraîchage/plantations ») occupaient quant à elles 570 115 ha de la superficie totale (soit 570 km²). La « mosaïque jachère/pâturage » occupait 361 335 ha et les mares couvraient 93 552 ha. Quant aux plateaux et habitations humaines, ils occupaient respectivement 52 722 ha et 81 602 ha.

Avec une superficie de 312 km², la commune de Koonaa est subdivisée en sept classes d'occupation du sol, qui ont été identifiées suite à la classification supervisée appliquée sur l'image satellitaire utilisée dans cette étude (figure 8). Les classes de cultures « sous parc arborée » et « pluviale continue » occupent les plus grandes parties de la vaste étendue de surface de la commune, avec respectivement 8 521 ha et 8 522 ha, suivie ensuite de certaines classes telles que le « plateau » (3 916 ha), la « vallée » (1 904 ha), les points d'eau (3 743 ha), quelques mosaïques « jachère/pâturage » (753 ha) et la zone d'habitation (3 857 ha).

FIGURE 8 :

Spatialisation des unités d'occupation du sol dans la commune rurale de Koonaa (Sadda 2018)



L'état d'occupation du sol confirme que la commune est une zone agricole avec une dominance des classes de cultures pluviales. La « culture pluviale continue » est un type de culture qui dépend entièrement des précipitations pour son approvisionnement en eau et qui est donc caractérisé par l'absence de pratiques d'irrigation. La culture pluviale se pratique généralement en période hivernale (de mai à octobre), avec comme spéculations principales le mil, le sorgho, le niébé et l'arachide. C'est la composante ligneuse qui différencie la culture pluviale de la culture sous parc arboré. En effet, la culture sous parc arboré favorise la préservation et le développement des ligneux dans les champs agricoles (souvent sous cultures pluviales). Le principal avantage de ce genre d'association systématique est que les arbres enrichissent le sol en azote (grâce à des mycorhizes racinaires) et le protègent contre l'érosion (FAO 1987). Les arbres sont d'une grande importance pour le maintien de la productivité des sols, et les agriculteurs l'ont bien compris. C'est pourquoi la plus grande partie de l'occupation du sol relève de la culture sous parc arboré.

La classe d'habitation concerne tous les villages et groupements qui se trouvent dans la commune.

Ainsi, il a été recensé 21 habitations, dont quatre villages administratifs, sept villages traditionnels et 10 hameaux (RENACOM 2011).

Les cultures pluviales en dehors et sous parcs arborés dominent l'occupation des sols dans les sites d'étude, où les producteurs cultivent majoritairement le mil, le sorgho, le niébé et l'arachide.

2.4. Étape 3 : Catégories de services écosystémiques

Il existe quatre catégories de services écosystémiques : les services d'approvisionnement, les services de régulation, les services culturels et les services de soutien (tableau 3). Les services écosystémiques agricoles (culture pluviale, bois et fourrage) sont les plus cités, et appuient davantage la place de l'agriculture au sein de la communauté nigérienne. Les résultats de notre étude ont montré que l'approvisionnement a augmenté dans la plupart des services lorsque des pratiques de GDT ont été appliquées.

TABLEAU 3 :

Services écosystémiques sur les sites d'études mesurés et estimés lors des enquêtes

Services écosystémiques	Assolement	Sans RNA (kg/ha)	Avec RNA (kg/ha)	Sans demi-lunes (kg/ha)	Avec demi-lunes (kg/ha)	Sans tassa (kg/ha)	Avec tassa (kg/ha)
Approvisionnement : production agricole							
Mil (grain)	Association	370	982	176	424	608	963
Mil (tige)	Association	1 343	2 040	579	551	1 742	2 675
Sorgho (grain)	Association	253	401	31	263	180	166
Sorgho (tige)	Association	362	1 053	423	708	592	388
Niébé (grain)	Association	131	155	19	60	71	125
Niébé (cosse)	Association	54	61	73	219	-	-
Niébé (fane)		542	626	63	342	187	175
Arachide	-	-	-	296	106	-	-
Sésame	-	-	-	-	-	-	-
Oseille	-	-	-	-	-	-	-
Approvisionnement : services autres que la production agricole							
Bois énergie	-	591	186	42	433	11	11
Fourrage	-	360	-	124	416	24	16
Traverses de bois (construction)	-	389	148	-	-	5	10
Cueillette : fruits (sac)	-	-	-	-	-	24	29
Maérúa crassifolia	-	-	-	3	9	-	-
PFNL* alimentaires (champignon, Ceratotheca Sesamoides, Leptadenia Hastata, Gynandropis gynandra, Cassia tora)	-	640	94	-	118	4,66	4
Pharmacopée	-	150	1 014	-	206	-	-
Viande	-	17	5	-	-	-	-
Soutien et régulation							
Séquestration annuelle de carbone (t)	-	742	3 120	-	-	-	-

(n=23 à Koona ; n=20 à Malam Kaka et n=22 à Karanguiya); *produits forestiers non ligneux

2.4.1. Services d'approvisionnement

La quantité de tous les services de production agricole que procurent les producteurs sous RNA est plus élevée que pour ceux hors RNA. La tendance d'augmentation n'est pas la même lorsqu'il s'agit d'autres services d'approvisionnement non agricoles. En effet, comme le montre le tableau 3, seuls les produits de pharmacopée ont augmenté lorsque la RNA est pratiquée à Malam Kaka.

Dans les champs où la tassa est pratiquée, la quantité de la plupart des services a augmenté comparativement à la situation sans tassa. En effet, les rendements du mil et du niébé ont considérablement augmenté avec la pratique des tassa. Les données collectées chez les producteurs ont montré que le rendement du sorgho entre la situation avec et sans tassa ne s'est pas amélioré. Mais des études antérieures sur une monoculture de sorgho ont montré que l'effet bénéfique des tassa sur le sorgho peut

conduire à un rendement pouvant aller jusqu'à 1730 kg/ha, alors qu'il est limité à 120 kg/ha sur des glacis non traités (Da 2008).

En termes de tendance, l'accroissement des services écosystémiques est plus homogène dans la pratique des demi-lunes. En effet, la quantité de tous les services procurés dans un site restauré en demi-lunes à Karangiya est plus élevée que celle sans demi-lune. Ceci peut s'expliquer par le fait que les demi-lunes sont de petits ouvrages (comparés à la RNA), mais leur caractéristique cruciale est que toute activité se déroule à l'intérieur ou sur les bourrelets. Il y a donc moins de variabilité spatiale et moins d'hétérogénéité, ce qui a pour conséquence que toutes les cultures bénéficient à peu près du même avantage (même alimentation en eau, même amendement, etc.).

2.4.2. Service de soutien et de régulation

En plus de l'ombrage, les producteurs ont reconnu que les arbres jouent un rôle dans la lutte contre le changement climatique. Cette fonction est assurée grâce à la capacité qu'ont les arbres de séquestrer le carbone sous forme de CO₂ lors de la photosynthèse. La quantité de carbone dans chaque système (avec et hors RNA) a donc été calculée. Les systèmes à RNA séquestrent 4 fois plus de carbone (3 120 t/ha) que le système hors RNA (742 t/ha). Ce service n'a pas été cité par les producteurs de Karangiya, car la pratique de demi-lune agricole n'est ni une pratique agroforestière, ni sylvo-pastorale.

Les producteurs de Koonaa ont reconnu que la pratique des tassa a permis de réduire l'érosion des sols et d'augmenter l'infiltration de l'eau, ce qui a réduit les inondations. Les principaux services de soutien qu'ils ont mentionnés sont l'amélioration de la fertilité des sols, l'amélioration de l'infiltration d'eau et la lutte contre l'érosion.

À Karangiya, les enquêtés ont reconnu à l'unanimité que, depuis les aménagements de leurs champs, l'eau de pluie s'infiltrait mieux et que le ruissellement de surface a beaucoup diminué. En effet, 11% des producteurs ont affirmé que la réalisation des demi-lunes a amélioré la capacité d'infiltration des eaux dans leurs champs. L'ombre créée par les arbres existants dans les champs est utilisée par les producteurs pour s'abriter et se protéger des rayonnements solaires.

2.4.3. Services culturels

Aucun de ces services n'a été cité comme procuré par la population sur les sites étudiés. Cela s'explique par le fait que les populations concernées sont d'abord et avant tout focalisées sur leur survie par le maintien de leurs moyens de subsistance.

Bilan des catégories de services écosystémiques

La réalisation des ouvrages de GDT a permis d'accroître la quantité des services écosystémiques tirés par les producteurs, mais cette augmentation n'est pas linéaire pour tous les services.

L'augmentation de la quantité des services ne peut pas être systématiquement attribuée en intégralité à la pratique des GDT pour cause des effets confondants induits par d'autres facteurs non contrôlés (système de production, itinéraire technique, qualité de sol, variétés, etc.).

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

Il est ressorti que les producteurs tirent une quantité élevée de services écosystémiques diversifiés des pratiques de GDT : des services d'approvisionnement, de soutien, de régulation et culturels. Les services les plus importants en termes de proportion sont la production agricole, pour laquelle plusieurs spéculations sont cultivées à des fins principalement alimentaires et, en cas d'excédent, économiques. Dans les zones où les paysans ne pratiquent aucune autre activité et que les autres services ne couvrent pas leurs besoins quotidiens, ceux-ci vendent une partie de leur production agricole. En dehors de la production agricole, les paysans s'approvisionnent en bois, en fourrage, en fruits et en matériaux de construction dans les écosystèmes restaurés. La valeur de tous les services écosystémiques a été évaluée en utilisant différentes méthodes (tableau 4).

T A B L E A U 4 :

Services écosystémiques et leurs méthodes d'évaluation

Service écosystémique	Méthode utilisée pour quantifier	Méthode pour estimer la valeur économique totale
Approvisionnement		
Productions des céréales	Carré de rendement	Prix du marché des unités de mesures traditionnelles (tiya)
Production des cultures de rente	Carré de rendement	Prix du marché
Production des fourrages (paille herbacée et paille des cultures)	Carré de rendement	Prix du marché d'un fagot
Bois de chauffe	Moyenne à partir de données d'enquête déclaratives	Prix du marché
Matériaux de construction (ligneux et herbacées)	Moyenne à partir de données d'enquête déclaratives	Prix du marché
PFNL	Moyenne à partir de données d'enquête déclaratives	Prix du marché
Pharmacopée	Moyenne à partir de données d'enquête déclaratives	Évaluation contingente
Fruits de cueillette	Moyenne à partir de données d'enquête déclaratives	Évaluation contingente
Produits de la chasse	Moyenne à partir de données d'enquête déclaratives	Évaluation contingente
Régulation et soutien		
Stockage de carbone	Mesure dendrométrique et utilisation d'équations alométriques : $y = 0,229Dbh^{2,237}$	Prix de marché
Contrôle de l'érosion	Moyenne à partir de données d'enquête déclaratives	Consentement à payer
Amélioration de la fertilité du sol	Moyenne à partir de données d'enquête déclaratives	Consentement à payer
Réduction de l'inondation	Moyenne à partir de données d'enquête déclaratives	Consentement à payer
Culturels		

Parmi les spéculations cultivées, il y a celles qui sont le plus destinées à la vente, comme le niébé et l'arachide (cultures de rente).

Les résidus de culture (tiges et fanes de niébé et d'arachide) constituent principalement le fourrage pour les agriculteurs et agropasteurs. Ces tiges sont conservées soit dans le champ, soit sur un hangar au village. En cas de soudure, ce sont ces résidus qui sont principalement utilisés dans l'alimentation des animaux en attendant la nouvelle saison des pluies. Certains producteurs ne disposent pas de beaucoup d'animaux et vendent une partie ou l'intégralité des tiges et fanes soit aux éleveurs, soit aux agropasteurs. Le fourrage aérien des arbres et une partie du fourrage non collectée par les agriculteurs

sont valorisés par les éleveurs, sous forme de vaine pâture², ou par les agriculteurs eux-mêmes.

Le bois, quant à lui, est soit utilisé pour la cuisson des aliments, soit vendu comme matériau de construction (traverses, piliers des cases, etc.). Pour des grands travaux de construction, certains producteurs sont parfois amenés à acheter du bois soit dans le village, soit au marché. Cependant, il existe aujourd'hui des professionnels spécialisés dans la production, l'achat ou la vente de bois de construction ; cette profession a beaucoup contribué à la destruction de peuplements ligneux dans certaines zones proches des grosses agglomérations. Ce type de bois est utilisé comme échafaudage dans la construction des bâtiments.

² Ce terme décrit la pratique de laisser les animaux pâturer dans les champs librement.

Les producteurs sont conscients du fait que les pratiques de GDT améliorent la fertilité de sol, mais son rôle dans la séquestration de carbone et donc la régulation du climat reste le plus souvent ignoré. Néanmoins, des techniques de mesure biophysique ont été utilisées pour quantifier le carbone séquestré ainsi que sa contribution dans l'économie. Cependant, des PFNL à but alimentaire (feuilles, fruits) ou de pharmacopée jouent un rôle très important chez les producteurs. Ces produits sont dans la plupart des cas autoconsommés, parfois vendus s'ils sont en abondance. Les produits de pharmacopée ont un usage particulier : dans la plupart des villages, des spécialistes les utilisent dans des prestations de santé offertes. Néanmoins, il faut savoir que ces services ne sont pas nécessairement améliorés du fait des pratiques de GDT qui, dans les terroirs concernés, sont très récentes. En effet, la pratique des demi-lunes a débuté seulement en 2018 et les pratiques de RNA et tassa ont été adoptés en 2015. Il faut noter que, comparé à la situation actuelle, la densité des arbres dans les champs était plus faible avant la mise en place de la RNA. Les pratiques de demi-lunes et de tassa étant à but agricole, et puisqu'aucune action de plantation ou de régénération d'arbres a été signalée, un changement concernant la densité d'arbre n'est pas censé être observé.

Bilan des rôles des services écosystémiques dans les moyens de subsistance

Les différents produits tirés des pratiques de GDT sont soit autoconsommés, soit vendus. Cela permet d'augmenter la disponibilité de services écosystémiques et les revenus des producteurs.

2.6. Étape 5 : Dynamique de la dégradation des terres

La dégradation des terres est un phénomène qui couvre la dégradation des sols et l'ensemble des changements négatifs dans la capacité de l'écosystème à fournir des biens et services. La dégradation des sols est définie comme un changement dans l'état de santé du sol qui entraîne une diminution de la capacité de l'écosystème à fournir des biens et services pour ses bénéficiaires. Les terres dégradées sont dans un état de santé tel qu'ils ne fournissent pas les biens et services habituels dans l'écosystème (FAO 2006).

À l'état naturel, quand l'homme n'intervient pas et si les conditions météorologiques le permettent,

le sol est normalement couvert de végétation. Les feuilles et les branches le protègent contre l'impact de la pluie et contre l'effet desséchant du soleil et du vent. Les feuilles mortes et les brindilles cassées forment une litière superficielle qui le protège ultérieurement, qui favorisent et qui abritent une importante population de macro- et de micro-organismes. Les racines, en surface et en profondeur, fissurent le sol, mais aussi assurent sa cohésion. La terre, qui a été recouverte d'une végétation naturelle pendant longtemps, présente en général une couche épaisse et bien délimitée de sol de couverture riche (horizon A dans le profil du sol). De couleur foncée en raison de sa forte teneur en matière organique, elle contient une grande quantité d'éléments nutritifs nécessaires aux végétaux. Elle possède une structure stable et bien développée, qui lui permet d'absorber et d'emmagasiner l'eau. Si le couvert végétal disparaît, que ce soit pour la culture ou à la suite de surpâturage, d'incendies ou d'aléas climatiques, des changements vont survenir dans le sol. La vitesse de ce changement dépend de la température, de la topographie, des précipitations, du sol lui-même et du mode d'aménagement. En général, sous climats chauds, surtout quand les résidus agricoles sont enlevés et que le fumier animal ne retourne pas à la terre, les changements suivants se produisent : la teneur en matière organique tombe en deçà de 0,5 %, la structure des sols et leur fertilité se détériorent, l'eau des pluies colmate la surface des sols, l'infiltration diminue, le ruissellement et l'érosion démarrent, puis s'accroissent. À ce stade, on peut observer plusieurs formes de dégradations :

- la baisse des taux de matières organiques, de l'activité biologique, de la biodiversité ;
- la déstructuration de la partie supérieure des sols, accompagnée d'une baisse de porosité (tassement) ;
- l'appauvrissement en nutriments et particules fines ;
- la salinisation et l'alcalinisation ;
- l'acidification ;
- les pollutions minérales, organiques, radioactives ;
- l'érosion, la sédimentation, les glissements de terrain.

Les résultats de l'enquête auprès des paysans montrent que, dans les trois villages, la principale forme de dégradation des terres est l'érosion. Comme conséquences de cette érosion, les producteurs citent la perte de la fertilité, l'ensablement, la désertification et la disparition du couvert végétal ainsi que la baisse de production agricole. Une autre forme de dégradation citée est l'apparition de bioagresseurs, comme le Sida Cordifolia (plante parasite de cultures), qui cause des baisses importantes de rendement agricole.

Par désertification, les producteurs font allusion à la disparition de la végétation qui est corolaire également à une perte de biodiversité. En effet, ils reconnaissent que beaucoup d'arbres, d'herbes et d'animaux ont disparu de leur terroir du fait des sécheresses récurrentes.

La raréfaction de ressources naturelles (énergétiques et alimentaires) ont conduit les paysans à adopter de mauvaises pratiques agricoles. Dans le passé, les résidus de cultures été laissés dans les champs, ce qui permettait un retour de la fertilité aux sols lorsque les termites avaient fini de les décomposer. Toutefois, depuis un certain temps, ces résidus (tiges et fanes) sont exportés hors de l'exploitation pour être vendus ; après plusieurs campagnes agricoles, le taux de la matière organique des sols baisse drastiquement, ainsi que le potentiel en hydrogène (pH). Ceci a pour conséquence la baisse de l'activité biologique et de l'assimilation des éléments nutritifs par les plantes (figure 9).

FIGURE 9 :

Interprétation du pH du sol vis-à-vis de l'activité biologique et de l'assimilabilité des nutriments (Nouhou 2019)

4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
Zone à risque				Zone favorable		Zone à risque		
Défavorable à l'activité microbienne du sol en particulier pour les bactéries				Favorable à l'activité microbienne du sol		Favorable à l'activité microbienne du sol sauf les champignons (fongique)		
Toxicité aluminique				Bonne assimilation Nitrates Potassium Phosphates Magnésium Soufre Cuivre Bore		Blocage : Cuivre Manganèse Fer Zinc Bore		

Les pH acides ne favorisent pas l'activité microbienne, responsable de la dégradation et minéralisation de la matière organique : ceci expliquerait les faibles valeurs de matière organique et le fort lessivage des sols. En effet, lorsque les valeurs de pH sont très basses, les associations organo-minérales sont détruites et les particules fines argileuses sont libérées. Avec la pluie, ces argiles et toutes les autres particules fines (matière organique notamment) sont emportées par l'eau de ruissellement ou entraînées dans les horizons de profondeur.

Selon les résultats de l'enquête, le niveau de dégradation des terres dans les trois sites est à un état très avancé ; le coût économique déclaré de la

dégradation des terres pour un producteur de Malam Kaka est en moyenne de 92 200 FCFA par an, alors qu'il est de 4 250 000 FCFA par an pour un producteur de Karangiya et de 58 333 FCFA par an à Koono. Ce chiffre est une valeur estimée à partir du manque à gagner que chaque producteur estime enregistrer suite à la dégradation des terres. Cela correspond à la monétarisation du manque à gagner lié à la baisse ou perte de certains services écosystémiques tirés de ces terres sans pour autant les décomposer.

Selon les résultats de l'enquête, le niveau de dégradation des terres à Koono est à un état très avancé. La plupart des paysans affirment que leurs champs

sont très fortement dégradés (48 %), fortement dégradés (28 %), modérément dégradés (16 %) et faiblement dégradés (8 %).

Une étude diachronique de l'occupation des terres à Maradi en 1957, 2006 et 2014 montre que les terres se sont continuellement dégradées (Conseil Régional 2016). En 1957, les terres étaient occupées à 3,9 % par les zones végétalisées, ou domaine sylvo-pastoral dense (forêt et savane arborée), et les cultures pluviales occupaient 93 % des terres. En 2006 déjà, une partie de ce domaine était passée en domaine sylvo-pastoral dégradé et en 2014, les zones végétalisées représentaient seulement 2,2 % du total de l'occupation des terres. Les surfaces occupées par les cultures pluviales ont également baissé en 2014 (83 %). La disparition du couvert végétal, exposant les terres cultivées à l'érosion éolienne et hydrique, a pour résultat leur encroûtement. L'abandon des terres encroûtées expliquera le recul de la surface des terres cultivées sous pluie.

Le phénomène de la dégradation des terres à Koon suit la même dynamique : il s'accroît d'années en années ; cela justifie l'intervention des partenaires comme le PAM, afin d'inverser cette tendance à la dégradation à travers des ouvrages de GDT comme les tassa.

Les tassa, demi-lunes et la RNA font partie des techniques possibles pour remédier à la perte de fertilité des sols et ont donc le potentiel d'enrayer la tendance à la diminution des moyens d'existence des populations locales des sites concernés. Cette étude s'intéresse donc à la rentabilité financière de ces techniques de restauration des sols du point de vue des utilisateurs des terres eux-mêmes ainsi qu'à leur viabilité économique.

Bilan du rôle des services écosystémiques pour la subsistance des populations

La dégradation des terres dans les sites d'étude s'accroît chaque année, ce qui justifie les différentes interventions pour inverser cette tendance.

La dégradation des terres engendre des manques à gagner élevés chez les populations concernées suite à la baisse ou perte de certains services écosystémiques.

2.7. Étape 6 : Analyse coût-bénéfice de l'adoption des demi-lunes, de la régénération naturelle assistée et des tassa par les agriculteurs et prise de décision

Les données collectées en 2018 (données biophysiques et d'enquêtes) ainsi que les données secondaires issues de la bibliographie sont utilisées dans l'ACB. Celle-ci a été effectuée en deux étapes : une analyse financière et une analyse économique. L'analyse financière comporte l'ensemble des charges et l'ensemble des produits et services qui ont une valeur marchande (basée sur de vrais flux financiers) ainsi que la valeur non marchande des services écosystémiques, exprimée en unités monétaires ; c'est le cas des services écosystémiques d'approvisionnement, comme les produits agricoles. Ce type d'analyse permet d'étudier les incitations financières auxquelles les producteurs font face. L'analyse économique prend une perspective, plus large, de la société dans son ensemble. Les paiements de transferts (taxes, subventions) sont retirés et les prix, corrigés par des facteurs de conversion lorsqu'ils proviennent de marchés ne fonctionnant pas de manière parfaitement compétitive. Le système de prix adopté ici est celui de l'économie domestique (référentiel prix), avec des valeurs économiques mesurées en FCFA (unité monétaire retenue).

La VAN et le TRI ont été utilisés pour évaluer la rentabilité des pratiques. La VAN est calculée comme la somme des bénéfices actualisés nets des producteurs sur toute la période, apportés par les mesures de GDT en plus de ce qu'ils auraient eu sans mesure de GDT : la VAN correspond donc à la valeur ajoutée par les mesures de GDT. Une VAN positive indique donc que la mesure de GDT est plus rentable que les pratiques alternatives. À l'inverse, une VAN négative indique que la mesure de GDT proposée n'est pas intéressante du point de vue des utilisateurs des terres (barrière financière ou économique à l'adoption de la mesure). Le TRI correspond à un taux d'actualisation qui annule la VAN. Il est comparé au coût d'opportunité du capital pour prendre la décision d'investir ou non dans une mesure de GDT ; si le TRI est supérieur au coût d'opportunité du capital, la mesure GDT est considérée comme désirable.

Pour cette étude, il a été décidé de prendre pour référence un taux d'actualisation de 10 % en lien avec les pratiques des banques de développement (Pender 1996 : 296 ; Tanaka, Camerer et Nguyen 2010 : 571

; Haushofer, Schunk et Fehr 2013 ; Bah et Diop 2015). Le coût d'opportunité du capital est supposé égal à 10 % dans cette étude.

Pour les demi-lunes, il a été choisi de mener l'analyse sur quatre ans. Cette période correspond en effet à la durée approximative d'efficacité des demi-lunes. Puis, l'étude a également été portée sur huit ans pour voir l'évolution du système après l'arrêt de demi-lunes pendant la cinquième année. Pour la RNA, la période d'analyse choisie est de 20 ans. Ces périodes d'étude ont été également choisies afin de permettre, d'une part, une comparaison avec d'autres types d'investissements dans la restauration des terres, comme les banquettes, les cordons pierreux, les tassa, etc. (dont les résultats sont détaillés dans un rapport complémentaire, synthétisant les analyses économiques de plusieurs investissements dans la région de Maradi) et, d'une autre part, une comparaison avec d'autres régions du Niger.

La VAN correspond à la somme des bénéfices sur la période de temps considérée, l'actualisation permettant de les comparer entre eux en corrigeant les différences de temporalité. Le TRI est différent d'un taux de rentabilité, puisqu'il correspond au retour sur l'investissement de tous les types de ressources (capital, mais aussi travail et ressources naturelles) et non pas juste du capital. Ce qui est important est de connaître le signe de la VAN et de savoir comment le TRI se positionne par rapport au coût d'opportunité de capital.

Les enquêtes incluent une question pour estimer la préférence pour le présent des populations locales : « combien êtes-vous prêts à accepter l'année prochaine contre 10 000 francs cette année ? » La moyenne pour Karangiya donne un taux de $1265\% \pm 2108\%$ et pour Malam Kaka un taux de $276\% \pm 449\%$. Ces taux sont beaucoup plus forts que ceux listés dans la littérature existante, positive comme normative (Pender 1996). Des données plus anecdotiques sur les comportements des populations semblent pourtant confirmer ces ordres de grandeur. Les différences de préférence pour le présent variant entre bailleurs, banques de développement et populations locales peuvent induire un échec des mesures de restauration des terres préconisées si les bailleurs estiment un investissement rentable alors les populations locales ont l'avis opposé. Il s'agit donc de vérifier que les incitations financières et économiques sont bien alignées pour tous les points de vue, bailleurs comme bénéficiaires, et de recom-

mander des actions pertinentes pour les aligner si besoin. Les conclusions tirées des indicateurs sont détaillées pour chaque type d'analyse.

2.7.1. Situation de départ

Dans les terroirs de Malan Kaka, Karangiya et Koono, le système de production agricole dominant est l'association culturale. Compte tenu du manque de terres, rares sont les producteurs qui font de la monoculture. Les principales formes d'association rencontrées sont : le mil en association avec le niébé, le mil en association avec le niébé et le sorgho ainsi que le sorgho en association avec le niébé. Le niébé et le mil font face à beaucoup d'insectes bio-agresseurs (striga, bruche, mineuse, etc.). Le semis se fait en bandes, mais avec une diversité de dispositions. Les sols, déjà pauvres, sont davantage appauvris par l'exportation des résidus de culture. Les rendements agricoles de l'ensemble des spéculations varient d'une année à l'autre durant une certaine période et sont récoltés sous forme de graines et de paille en fonction des semences et des fertilisants.

Ce système de polyculture est appliqué en utilisant des cultures intercalaires en lignes : il consiste à pratiquer simultanément deux ou plusieurs cultures par an sur le même champ (FAO 1988). Traditionnellement parlant, cette technique utilise des matériels comme la houe, la daba, la hilaire, etc. À l'approche des pluies, les cultivateurs procèdent au défrichage et à la préparation du terrain (fumure organique amenée) ; ainsi, ils peuvent directement effectuer le semis à la première pluie. Quelques semaines plus tard, lorsque les jeunes plants sont dans un stade plus avancé, les agriculteurs procèdent au désherbage : ils sélectionnent quatre à cinq plants parmi le bouquet de jeunes plants pour les laisser grandir. Suite au désherbage vient l'étape du labour, qui se fait à une ou deux reprises. La dernière étape consiste en la récolte, après laquelle la production est déterminée. La taille de l'exploitation est généralement de six à sept ha par ménage, avec une main d'œuvre de trois à quatre actifs agricoles pour un ménage de sept à huit personnes (Amoukou 2006). En dehors de la période culturale, certains hommes partent en exode pour revenir peu de temps avant le début des travaux champêtres. Les activités secondaires sont le petit commerce, la boucherie, le bucheronnage, etc. Ces activités apportent un revenu non agricole moyen (en FCFA) de 148 375, 9 028 et 25 512 respectivement pour un producteur de Karangiya, Malam Kaka et Konna.

Pour la conduite de culture, les producteurs investissent également dans l'achat et l'entretien des outils agricoles. L'agriculture étant essentiellement

familiale, les outils utilisés sont très rudimentaires (tableau 5).

T A B L E A U 5 :

Outils agricoles et leur utilisation

Outil	Utilisation
Houe (<i>kalme</i>)	Labour
Daba (<i>kwashe</i>)	Labour
Hilaire (<i>haiwa</i>)	Labour
Hache (<i>partanya</i>)	Défrichage
Semoir (<i>soungoumi</i>)	Semis
Faucheuse (<i>matsamiki</i>)	Récolte

(Les mots entre parenthèse en italique sont les appellations de ces outils en hausa.)

L'hypothèse qu'un producteur va acheter ces outils la première année a été formulée. Il doit les aiguiser chaque année (à part le semoir, qui n'a pas besoin d'être très tranchant). Au bout de quatre ans, chaque outil doit être renouvelé (car amorti), mis à part le soungoumi (10 ans) et le matsamiki (deux ans). À la fin de la campagne agricole, les outils sont rangés jusqu'à la saison de pluie prochaine, bien que la hache et la daba puissent être sollicitées à tout moment (pour creuser un trou, couper un arbre, etc.). Les outils utilisés exclusivement dans les activités agricoles peuvent être multipliés en fonction des actifs agricoles.

Lors des entretiens de groupes et individuels, les producteurs ont répondu à des questions par rap-

port à la quantité des différents produits agricoles qu'ils commercialisent ainsi que leur prix ; ces produits sont relatifs aux grains et au fourrage (résidus de culture). Les principaux produits agricoles sont destinés à l'autoconsommation (mil, sorgho), à la vente (produits de rente) ou à la vocation pastorale (fourrage). La méthode d'évaluation est le prix du marché donné par les producteurs lors de l'enquête socio-économique (tableau 6).

La quantification de ces produits a été faite à l'aide de méthodes de mesure biophysiques, mais aussi lors des enquêtes.

T A B L E A U 6 :

Prix du marché des produits

Produits	Unités	Prix unitaire (FCFA)		
		RNA	Demi-lune	Tassa
Mil (grain)	Tiya	385	375	350
Mil (tige)	Fagot	50	100	250
Sorgho (grain)	Tiya	625	313	600
Sorgho (tige)	Fagot	100	150	50
Niébé (grain)	Tiya	310	650	100
Niébé (cosse)	Tiya	75	125	75
Niébé (fane)	Fagot	50	100	50
Arachide	Tiya	1 000	250	1 000
Sésame	Tiya	700		700
Oseille	Sac	8 000		8 000
Bois	Fagot	1 000	500	400
Fourrage	Fagot	250	250	150
Matériaux de construction	Fagot	2 000		200
Cueillette : fruits	Tiya	300		300
Maérua crassifolia	Tasse		250	
PFNL alimentaires	Sac	2 000		
PFNL: <i>Leptadenia hastata</i>	Calebasse		300	300
Pharmacopée	Sac	2 000	2 000	2 000
Viande	1 kg	2 500		
Carbone	Tonne	4 670*		

*Taux moyen du dollar sur les trois derniers mois à 583,774 FCFA à la date du 9 juin 2019

La différence de prix des produits n'est ni liée aux pratiques, ni une valorisation d'un produit de meilleure qualité issu d'une pratique de GDT ; elle est due à la position géographique du village dans lequel l'investissement a été fait : le village de Karangiya se situe à l'ouest et celui de Malam Kaka se trouve au nord de la région de Maradi. Même s'ils sont dans la même région, les unités de mesure empiriques diffèrent parfois entre les deux villages. En effet, la taille standard d'un fagot de bois et de tiges ou même la *tiya* peuvent être différents d'un endroit à un autre. Les prix utilisés sont donc ceux exprimés par la population locale. Un autre paramètre de variation est la période considérée par le producteur dans l'expression du prix. S'il a gardé en mémoire le prix à la période de soudure, car c'est lui qui l'a marqué le plus, alors c'est ce prix qu'il va communiquer.

Depuis l'introduction du crédit carbone, plusieurs mécanismes ont été introduits pour évaluer les bénéfices liés aux pratiques de lutte contre les changements climatiques à travers la limitation des émissions de gaz à effet de serre. Ces gaz sont exprimés en équivalent CO₂. Ainsi, un marché carbone (bourse de carbone) a été mis en place, ce qui permet aux entreprises d'acheter des droits de pollution ou d'échanger leur crédit carbone. Compte tenu de cette bourse, le prix d'une tonne d'équivalent CO₂ est très variable d'un contexte à un autre.

Pour le cas de la présente étude, le social carbon cost actualisé, défini par la commission sur les prix du carbone présidée par les économistes Stern et Stiglitz (qui est de 41 US dollars par tonne d'équivalent CO₂) (Ding et al. 2017), a été pris en compte. Un prix de huit euros par tonne a été considéré dans l'analyse de sensibilité afin de prendre en

compte les conditions d'un environnement moins favorable à la valorisation de crédits carbone, comme le Niger.

L'activité de production engendre également des charges pour l'exploitant. Ces charges sont généralement dans l'ordre d'exécution : les coûts de défrichage (coûts de préparation du terrain), les coûts de semence, les coûts de semis, les coûts d'intrants (fertilisant et phytosanitaire), les coûts de désherbage, les coûts de labour et les coûts de récolte. La surface de référence utilisée dans nos calculs est d'un ha pour toute l'étude, ce qui permet d'extrapoler facilement sur n'importe quelle superficie donnée.

2.7.2. Situation sans régénération naturelle assistée (référence)

Cette situation correspond à l'évolution de la situation de départ dans le temps si la RNA n'est pas adoptée. Elle est établie à partir de la situation de départ observée et des tendances actuelles d'évolution.

Traditionnellement, les producteurs coupent les arbres lors du défrichage, puis les résidus de cultures sont balayés et brûlés. Néanmoins, ils épargnent quelques arbres pour servir d'ombre en fonction de la progression des opérations culturales. D'autres pieds sont aussi épargnés pour les services qu'ils rendent à l'agriculteur : bois de service, fruit, fourrage. La densité des arbres dans les champs sans RNA est faible (14 individus à l'ha), ce qui est probablement dû à la petite taille des champs (1,5 ha en moyenne par exploitant). Les espèces les plus dominantes sont *Faidherbia albida* (53 %) et *Sclerocarya birrea* (14 %). L'exception des producteurs de semences qui cultivent le niébé, le mil ou le sorgho en monoculture mise à part, l'ensemble des spéculations sont cultivées en association. Les principales formes d'association rencontrées sont les mêmes que celles de la situation de départ.

Dans ces systèmes, les surfaces allouées au niébé et au mil sont identiques, mais plus élevées que celle attribuées au sorgho. Les mauvaises pratiques agricoles épuisent continuellement le sol et les rendements de l'ensemble des spéculations sont variables en fonction des années. Par rapport à la situation de départ, les rendements, et par conséquent les revenus, ont baissé de 1 % chaque année. La densité des arbres trouvés dans les champs est très négligeable ; ceux-ci sont intensivement prélevés pour toute forme d'utilisation par les producteurs, d'où la dimi-

nution considérable de leur densité chaque année. L'hypothèse des projections prévoient une baisse de 2 % d'année en année à l'horizon 2032. Généralement, les charges dépensées par les producteurs sont pratiquement les mêmes chaque année (hypothèse constante durant les années de projection).

2.7.3. Situation sans demi-lunes (référence)

Cette situation correspond à l'évolution de la situation de départ dans le temps si les demi-lunes ne sont pas adoptées. Elle est établie à partir de la situation de départ observée et des tendances actuelles d'évolution.

Dans le village de Karanguiya, l'agriculture pluviale constitue la principale activité économique. C'est une activité pratiquée de manière traditionnelle, avec la même succession d'opérations culturales (travail préparatoire à l'aide d'outils oratoires rudimentaires, un ou plusieurs semis qui succèdent deux ou trois sarclages, fumier organique ou engrais chimique, traitement phytosanitaire) chaque année. Les spéculations trouvées dans les champs sont en association. Ainsi, l'association mil + sorgho + niébé + arachide émerge. Dans ces associations, les surfaces allouées aux spéculations sont identiques, d'un ha en moyenne. Cependant, cette activité itinérante répétitive, pratiquée chaque année, épuise le sol, ce qui entraîne une baisse de rendement de l'ensemble des spéculations d'année en année. Selon les données récoltées en 2018, la baisse de rendement est beaucoup plus observée chez le sorgho et le niébé par rapport aux autres spéculations. Bien que l'on ne dispose pas de données pour déterminer la tendance d'évolution des rendements des années antérieures, selon les dires des producteurs, il semble que le village ait connu des tendances statiquement sensibles à la baisse des rendements chaque année. Dans ce contexte, un rendement à la baisse pour chaque année à venir qui serait de 1 % pour le mil et l'arachide et de 3 % pour le sorgho et le niébé, mais dont la quantité des tiges, des fanes et des coques resteraient constante à l'horizon 2025, a été considéré comme hypothèse. En dehors des services liés à l'agriculture, d'autres services comme le bois, le fourrage et les PFNL sont aussi importants pour les producteurs.

2.7.4. Situation sans tassa (référence)

Cette situation correspond à l'évolution de la situation de départ dans le temps si la pratique des tassa

ne sont pas adoptées. Elle est établie à partir de la situation de départ observée et des tendances actuelles d'évolution.

Par rapport à la situation de départ, la quantité des services d'approvisionnement a baissé. Dans le passé, le bois était plus abondant, reflétant l'abondance de la couverture végétale. En conséquence, les PFNL (feuilles, écorces, tiges, racines, gousses, résine) et les produits de pharmacopée sont de nos jours moins disponibles ; il faut parcourir des distances plus longues pour en trouver. De plus, la fertilité des sols a diminué pour cause d'exportation des résidus de récolte. De ce fait, la capacité du sol de lutte contre l'érosion et les inondations a pratiquement disparu. Aussi, le potentiel productif des terres a considérablement baissé. Le rendement est très faible (0,5 t/ha pour le mil, 0,15 t/ha pour le sorgho et 0,06 t/ha pour le niébé). Les producteurs, déjà exposés à la pauvreté, ne peuvent s'appuyer que leurs récoltes annuelles pour satisfaire leurs besoins alimentaires de l'année suivante. Beaucoup de terrains ont été abandonnés pour cause de trop faible fertilité et donc production. Cette situation a fait fuir la plupart des bras valides : ceux-ci partent en exode à la recherche d'une vie meilleure pendant toute l'année et certains ne reviennent même pas lors de la saison hivernale (saison pluvieuse). Le secteur d'élevage est aussi confronté à un manque de fourrage. La biodiversité est dégradée là où beaucoup d'espèces ont disparu. Une perte de revenus agricoles et une augmentation des revenus non agricoles peut donc être observée.

2.7.5. Situation avec régénération naturelle assistée

A Malan Kaka, la pratique de la RNA est récente : elle a été introduite en 2013 à la suite des succès qu'elle a eu dans d'autres parties de la région de Maradi. Les paysans entretiennent des rejets d'arbres et arbustes dans les champs cultivés pour améliorer le développement des espèces ligneuses, qui rendent de nombreux services écosystémiques : amélioration de la fertilité de sol, fourrage, ombrage, bois de service, bois d'énergie, lutte contre l'érosion éolienne, etc. Les espèces les plus dominantes sont *Faidherbia albida* et *Scerocayra birea* (28 % chacune), *Piliostigma reticulatum* (17 %) et *Hypheane tebaica* (11 %). *Faidherbia* est reconnue pour sa capacité à fertiliser les sols en azote, sert de fourrage aérien pour les animaux et fournit les producteurs en bois. La densité des arbres dans ces systèmes atteint les 61 individus

à l'ha. La surface des champs est plus grande (cinq ha en moyenne) et sont équitablement réparties entre les différentes spéculations en association. Les associations rencontrées sont le mil, le sorgho et le niébé. Avec le temps, la superficie allouée aux cultures diminue, surtout si les arbres grandissent ; cependant, cette perte de surface est compensée par le rendement de culture qui augmente d'année en année. En effet, les rendements en sorgho, mil et niébé augmentent respectivement de 12 %, 7 % et 3 % par an par rapport à la situation sans RNA. Plus tard, ils augmentent de 1 % tous les ans sur la durée de vie complète du projet. Les charges d'exploitation, quant à elles, restent constantes.

2.7.6. Situation avec demi-lunes

Les ouvrages de demi-lunes agricoles ont été réalisés dans une partie des terres des champs des producteurs qui était auparavant dénudée et improductive. La superficie allouée par chaque spéculation était en moyenne d'un ha. Selon les résultats des enquêtes de 2018, les rendements de l'ensemble des spéculations ont considérablement augmenté et un retour des autres services, comme les fourrages aux abords des champs et les PFNL, a eu lieu.

Les demi-lunes dans un glaci ont une durée de vie de quatre ans : elles sont efficaces pendant toutes ces années et commencent à perdre leur efficacité dès la cinquième année. Dans ce système, le producteur va davantage augmenter les fertilisants (ou reprendre les demi-lunes en les curant) dès la cinquième année, en espérant avoir des rendements nécessaires pour subvenir à leur besoin.

Dans ce scénario, une augmentation des rendements agricoles de 5 % durant trois ans de la réalisation des ouvrages est considérée et la quatrième année sera identique à la troisième. À partir de la cinquième année, les rendements auront baissé de 2 % par rapport à la quatrième année et continueront à baisser de 3, 4 et 5 % respectivement pendant les sixième, septième et huitième années par rapport à l'année qui précède. Le taux d'augmentation de bois prélevé durant les années de projection sera considéré de 2 % et 5 % pour les PFNL. Les charges dépensées en première année resteront constantes, mais à partir de la cinquième année, les fertilisants augmenteront de 1 % chaque année.

2.7.7. Situation avec tassa

La pratique des tassa à Koonaa a débuté en 2018 ; sur la base de l'observation d'une année, elle a permis d'améliorer les services tirés des terres. Les champs qui ne donnaient que quelques bottes/ha (fagot d'épis de mil ou de sorgho) ont un rendement beaucoup plus important, qui peut s'élever jusqu'à 1,5 t/ha. Pour ce qui est de la charge, elle est plus importante ici à cause des tassa qui ont été faits dans les champs, ce qui rend plus difficile le travail de terre. L'assolement est généralement de type mil-niébé. Beaucoup de terrains qui, sous l'effet de la battance³, s'étaient autrefois encroûtés, dénudés puis avaient été abandonnés, ont été récupérés et cultivés. Cette pratique a permis à la terre de retrouver la capacité d'infiltration de l'eau et de rétention de l'humidité, ce qui a pour effet d'augmenter sa capacité de résistance aux sécheresses de quelques semaines sans pluie, une qualité que les champs n'ont pas avant leur restauration par tassa. Cela va permettre un bon développement de la biodiversité, surtout végétale. Les activités de récupération des terres ont fait réapparaître des espèces qui auparavant commençaient à disparaître, notamment celles utilisées dans la pharmacopée. La migration est moins importante ; plusieurs producteurs ont affirmé que depuis la réalisation de la pratique dans le village, ils ne partent plus en exode. Outre les récoltes agricoles qui sont très satisfaisantes pour eux, ce sont surtout les paiements qu'ils récupèrent lors de la construction des ouvrages qui les aident dans la gestion familiale. Autrement dit, beaucoup d'autres biens et services écosystémiques ont profité à la population locale après la restauration. On a donc une augmentation des rendements agricoles par rapport à la situation de départ, une diminution des revenus non agricoles et un revenu spécifique pour la mise en place des tassa (cash-for-work) bénéficiant aux populations locales.

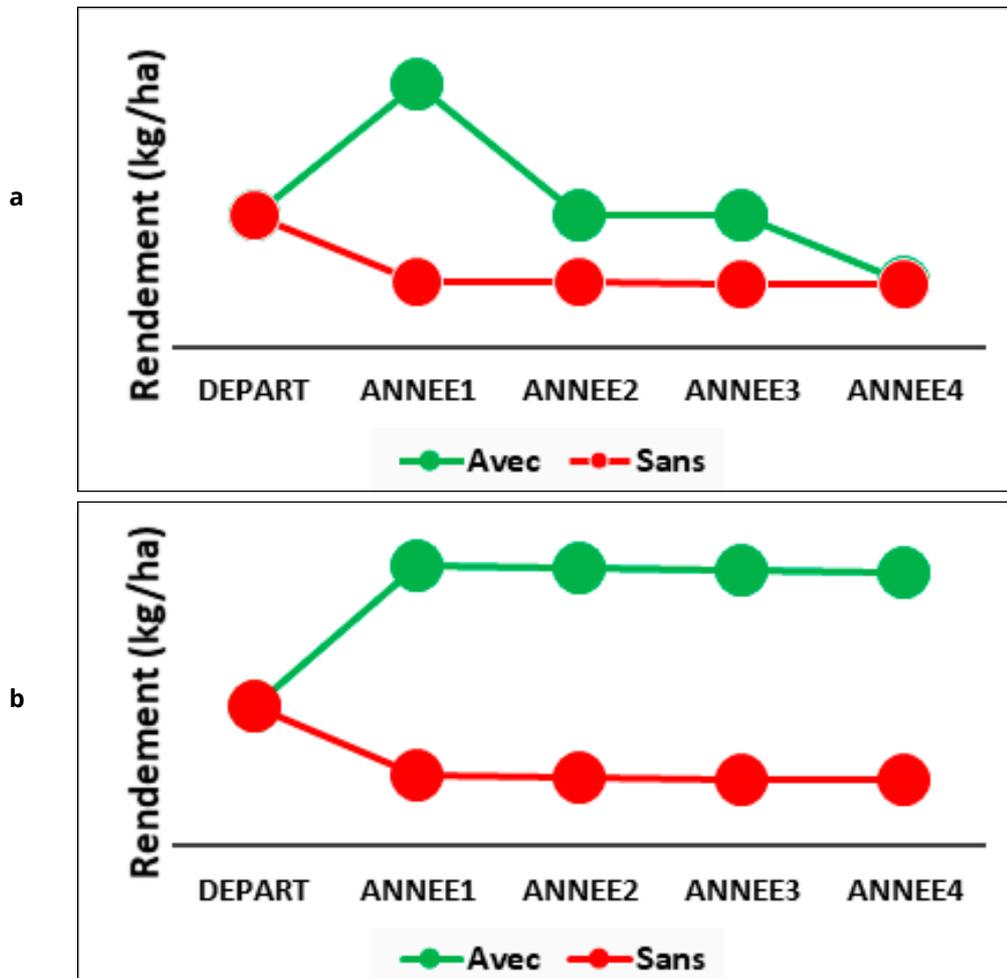
Le rendement des différentes spéculations augmente considérablement la première année d'adoption des tassa, avec un taux de progression différent selon la spéculation. Le type de sol et le climat dans la zone d'intervention (sol sableux, vents violents) entraîne le rebouchage rapide du tassa à partir de la deuxième année ; l'effet commence alors à se dissiper. Il est supposé que le rendement baisse de la moitié du taux d'augmentation par rapport à la

première année, mais il reste stable durant les deux prochaines années ; ceci en faisant l'hypothèse que certains poquets vont probablement tomber dans des anciens trous de tassa, où il y a eu apport de fumure organique. Durant la quatrième année, le rendement baisse encore de moitié par rapport aux deux dernières années (figure 10). Cependant, pour la situation sans pratique, le rendement baisse progressivement de 2 % chaque année. Durant les quatre années du scénario, une charge identique est considérée, aussi bien pour la situation sans pratique qu'avec pratique.

³ Caractère d'un sol tendant à se désagréger et à former une croûte en surface sous l'action de gouttes de pluies.

FIGURE 10 :

Simulation de l'évolution des rendements des principales spéculations en fonction du temps selon le modèle de tassa de Karkara (a) et idéal (b)



L'introduction de la pratique des tassa à Koono est financée par le PAM et l'exécution a été faite par l'ONG Karkara. L'objectif de cette opération est de lutter contre la pauvreté en milieu rural, tout en préservant l'environnement. Depuis maintenant quatre ans, l'ONG Karkara fait la promotion des tassa à Koono et travaille toujours avec les mêmes producteurs. Au lieu de pratiquer ces tassa dans les mêmes champs, chaque année le producteur choisit un autre champ où il effectuera la pratique. Or selon les normes techniques, les tassa doivent être faites chaque année sur une durée de quatre ans afin de considérer la terre comme restaurée. La quantité d'argent dépensée pour les producteurs par le PAM via Karkara constitue un investissement qui s'élève à 8 647 700 FCFA.

Par rapport à la situation de départ, les services d'approvisionnement augmentent lors de la première

année après l'introduction des tassa. En effet, le rendement de grain et de fourrage des spéculations cultivées augmente, toutefois avec des taux de progression différents. Les services de régulation (lutte contre l'érosion, séquestration du carbone) ou de soutien (amélioration de la fertilité des sols, amélioration de l'infiltration de l'eau) se sont améliorés, bien que l'écosystème n'ait pas retrouvé son ancien degré de fonctionnement. L'ensemble de ces services contribue également à améliorer le revenu des producteurs.

2.7.8. Analyse financière des pratiques de régénération naturelle assistée, demi-lunes et tassa

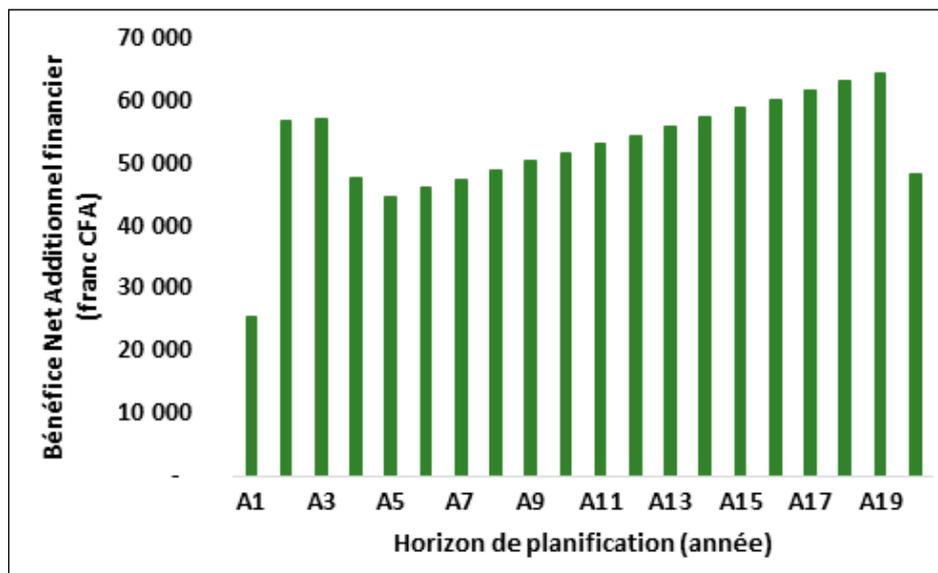
Les horizons de planification de la RNA, des tassa et des demi-lunes sont différents. La durée de vie d'une RNA s'élève à 20 ans, alors que celle des demi-lunes et des tassa est de quatre ans. Néanmoins, les demi-

lunes et les tassa ont été aussi analysées sur huit ans pour observer l'évolution du système à la fin de vie du projet.

Les résultats de l'ACB de la RNA montrent que le bénéfice net additionnel (BNA) de la RNA par rapport à une situation sans RNA est positif et augmente chaque année (figure 11).

FIGURE 11 :

Évolution du bénéfice net additionnel de la pratique de la régénération naturelle assistée par rapport à une situation sans régénération naturelle assistée à Malam Kaka sur 20 ans (non actualisé)

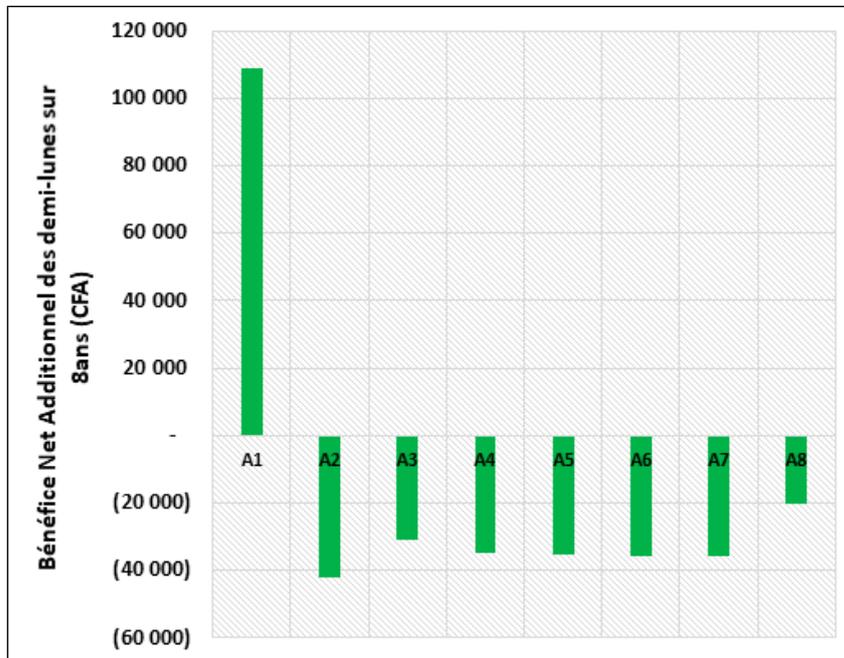


Les indicateurs d'ACB, notamment la VAN et le TRI, sont calculés sur l'horizon de planification entier. La VAN à 10% est positive (505 587 FCFA) et le reste pour des taux d'actualisation compris entre 1% et 1 000%, (taux de la population 276%), ce qui montre que la RNA est une pratique viable financièrement pour les agriculteurs et que leur préférence pour le présent n'est pas une barrière à l'action. Le TRI n'est pas calculable, puisque tous les BNA sont positifs.

L'ACB des demi-lunes sur huit ans montre que le BNA par rapport à une situation sans demi-lune est négatif, sauf pendant la première année de la pratique (figure 12). Le bénéfice positif généré pendant la première année est dû au revenu non agricole issu du cash-for-work, montrant ainsi que, selon la perspective du producteur, le revenu du cash-for-work joue un rôle très important dans la rentabilité financière des demi-lunes.

FIGURE 12 :

Évolution du bénéfice net additionnel de la pratique des demi-lunes par rapport à une situation sans demi-lunes à Karanguiya sur huit ans (non actualisé)



L'importance du cash-for-work dans le revenu peut donc constituer un frein à l'adoption de cette pratique. Cependant, les indicateurs financiers (VAN et TRI) diffèrent selon l'horizon d'analyse. La VAN sur huit ans à un taux d'actualisation de 10 % est négative (-52 967), ce qui signifie que cet investissement n'est pas financièrement rentable pour le producteur. En revanche, le TRI (26 %) donne une conclusion différente lorsque lié à un artefact de calcul (le BNA est positif la première année et négatif toutes les autres années). Sur la base du TRI, l'investissement dans les demi-lunes est financièrement intéressant.

Sur un horizon de planification de quatre ans, la VAN des demi-lunes à un taux d'actualisation de 10 % est positive (5 018 FCFA), ce qui signifie que l'investissement dans les demi-lunes est financièrement rentable pour le producteur. Le TRI, cependant, (7 %) est inférieur à 10 % ; cet investissement n'est donc pas intéressant. Malgré cette faible valeur de TRI, on peut conclure que les demi-lunes sont rentables à court terme mais qu'elles perdent leur efficacité avec le temps.

Comparé à l'investissement réalisé par le promoteur de cette pratique (125 000 FCFA par producteur et par an), la VAN (5 018 par producteur) pour un taux d'actualisation de 10 % est nettement inférieure. Sur cette base, l'investissement réalisé par le bailleur

dans la promotion des demi-lunes surpasse de loin le bénéfice agricole cumulé sur plusieurs années pour un producteur. Ceci confirme la conclusion donnée par le TRI, qui rend cet investissement non intéressant sur quatre ans. Pour inverser cette tendance, il faudrait revoir les pratiques agricoles en cours dans la zone considérée.

La faible rentabilité sur plusieurs années des demi-lunes peut être liée à une inadéquation entre le type d'ouvrage et le sol sur lequel la pratique a été mise en place. En effet, à Karanguiya, les demi-lunes ont été effectuées sur des sols de texture à dominance sableuse, pas nécessairement dégradés. Ceci réduit considérablement leur efficacité, lorsque comparé à l'investissement par le bailleur. À propos du choix des sites, la responsabilité est partagée entre le bailleur, dont l'objectif principal est l'amélioration de la résilience de la population (et non la lutte contre la dégradation des terres), les services techniques et ONG qui n'ont pas de marge de manœuvre face aux exigences du bailleur et les populations bénéficiaires qui ne peuvent donner que les terres qu'ils ont à leur disposition (qu'elles soient dégradées ou non). **Une sensibilisation de tous les acteurs devrait aboutir à un meilleur ciblage des terres et des sites afin de trouver une meilleure adéquation entre les pratiques et les sols.**

Concernant les tassa, plusieurs situations ont été analysées : d'une part une situation particulière, comme celle mise en place à Koonā par l'ONG Karkara (sur des champs différents chaque année) et que les auteurs ont dénommé « modèle Koonā » et, d'une autre part, une situation idéalisée qui respecte les prescriptions techniques (tassa réalisés dans un même champ sur l'horizon de planification). Ensuite, deux horizons de planification ont été considérés : quatre ans et huit ans.

Les résultats de l'analyse sur quatre ans montrent que le BNA apporté par les tassa, par rapport à une situation sans tassa, n'est positif que pendant première année, tel que l'investissement est fait à Koonā. Cependant, la VAN est négative aussi bien au taux d'actualisation de 10 % et qu'au taux de préférence pour le présent exprimé par la population (1 576 %). Cela signifie que la pratique de tassa dans le contexte de Koonā n'est pas financièrement intéressante pour les producteurs malgré le revenu de cash-for-work empoché par la population. Paradoxalement, le TRI est positif (574 %) et nettement supérieur au coût d'opportunité de capital de 10 %. Ainsi, on serait tenté de conclure que l'investissement est intéressant, mais ce chiffre est juste lié à l'artefact de calcul du TRI ; en effet, la valeur du BNA est positive la première année. L'aspect financier peut donc constituer une barrière à l'adoption des tassa par les utilisateurs des terres si l'on s'en tient à la manière dont ils sont faits à Koonā. Ceci pourrait expliquer le fait que, chaque année, des investissements supplémentaires sont nécessaires afin de récupérer de nouvelles terres dégradées.

Si l'on considère le scénario idéalisé, c'est-à-dire les tassa réalisés chaque année dans le même champ, la VAN au taux d'actualisation de 10 % reste toujours négative (-1 526). Cela signifie que les tassa ne sont pas financièrement rentables dans le contexte de Koonā. Pourtant, cette étude a montré que la pratique des tassa permet l'augmentation du rendement de nombreuses spéculations. Cependant, dans le cas de Koonā, cette augmentation n'est pas suffisante pour compenser les charges importantes de l'exploitation. Le TRI calculé s'élève à 51 % et est donc largement supérieur à 10 %, ce qui pourrait donner l'impression que cet investissement est intéressant financièrement pour le producteur.

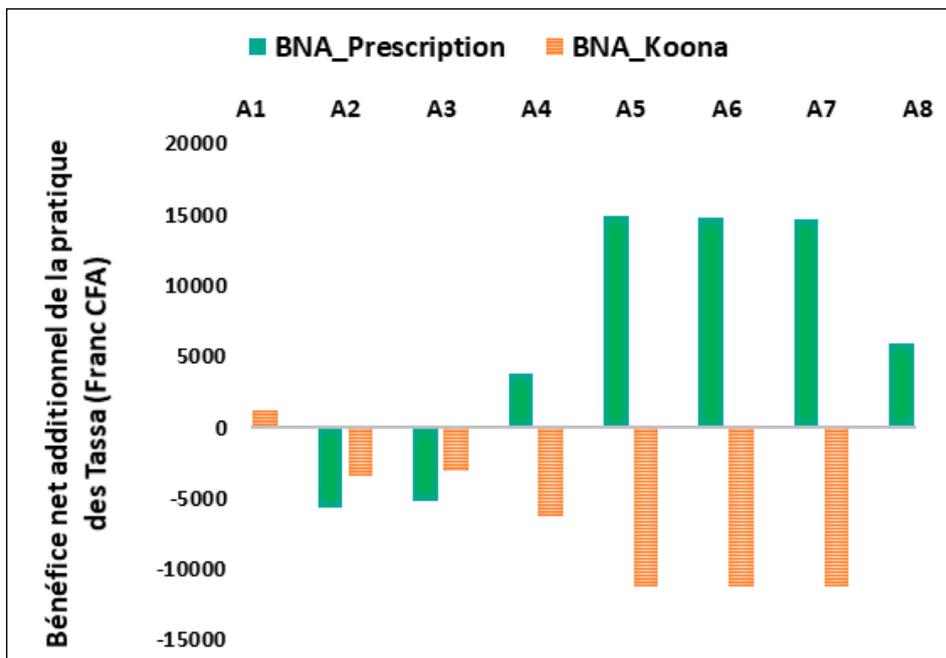
En supprimant de l'analyse le revenu du cash-for-work, qui constitue une source non négligeable de revenu pour les producteurs, les conclusions

ne changent pas. Au contraire, le BNA, y compris celui de la première année, devient négatif ainsi que la VAN qui est de -3 071. Le TRI, quant à lui, est plus élevé lorsque le cash-for-work (124 %) n'est pas considéré.

Sur un horizon de planification de huit ans, le BNA apporté par les tassa (exécutés selon le modèle Koonā) par rapport à la situation de référence sans tassa n'est positif que la première année (figure 13). La VAN est négative (-25 284) au taux d'actualisation de 10 %, mais devient positive au taux de préférence pour le présent exprimé par les producteurs (279 FCFA). La préférence pour le présent des producteurs ne constitue donc pas un obstacle à l'adoption de cette pratique. Le TRI est cependant positif (94 %) ; mais ceci est juste lié à un artefact de calcul de cet indicateur, puisque la VAN est négative. En résumé, les tassa ne sont pas financièrement intéressants tels qu'ils sont faits à Koonā, quel que soit l'horizon de planification.

FIGURE 13 :

Évolution sur 8 ans du bénéfice net additionnel financier de la pratique des tassa par rapport à une situation sans investissement à Koona (non actualisé)



En revanche, s'ils sont faits selon les normes techniques idéales, la VAN sur un horizon de planification de huit ans pour un taux d'actualisation de 10 % est positive (1 889 FCFA). Ceci veut dire que les tassa sont intéressants pour les producteurs. Le TRI calculé à 19 % confirme cette conclusion. Comparé à l'investissement réalisé par le promoteur de cette pratique (1 699 FCFA par producteur et par an), la VAN (1 889 par producteur) pour un taux d'actualisation de 10 % est supérieure. Sur cette base, l'investissement réalisé par le PAM dans la promotion des tassa est intéressant d'un point de vue financier pour le producteur.

Ces résultats montrent que les tassa ne sont pas financièrement intéressants à court terme à Koona, même s'ils ont été réalisés selon les prescriptions techniques (répétition de l'effort sur quatre ans). Toutefois, à partir de la cinquième année, ils commencent à devenir rentables et ce jusqu'à la huitième année ; en effet, après quatre années successives de pratiques de tassa, la terre est supposée être entièrement restaurée. Ceci a pour corollaire un moindre investissement, mais comme conséquence une augmentation significative de la productivité des terres, ce qui est reflété dans le revenu des ménages.

2.7.9. Analyse économique des pratiques régénération naturelle assistée, demi-lunes et tassa

L'analyse économique comporte en plus de l'analyse financière l'ensemble des services non marchands ayant une valeur économique, mais qui n'ont pas été inclus dans l'analyse financière. Ainsi, les principaux éléments qui ont été ajoutés à l'analyse économique sont :

- les consentements à payer pour les services écosystémiques (comme la capacité de rétention d'eau, la limitation des inondations, la séquestration du carbone) ;
- la suppression de la subvention sur les intrants subventionnés par l'État (paiement de transfert), s'appliquant principalement sur de l'engrais chimique ;
- la correction sur le salaire (valeur du travail dans un marché réglementé et beaucoup de main d'œuvre désœuvrée), dont le facteur est estimé à 0,6 par Diédhiou (2018). Celui-ci signifie que le salaire minimum actuellement perçu au Niger équivaut à 60 % de sa valeur si le marché de travail n'est pas réglementé ;

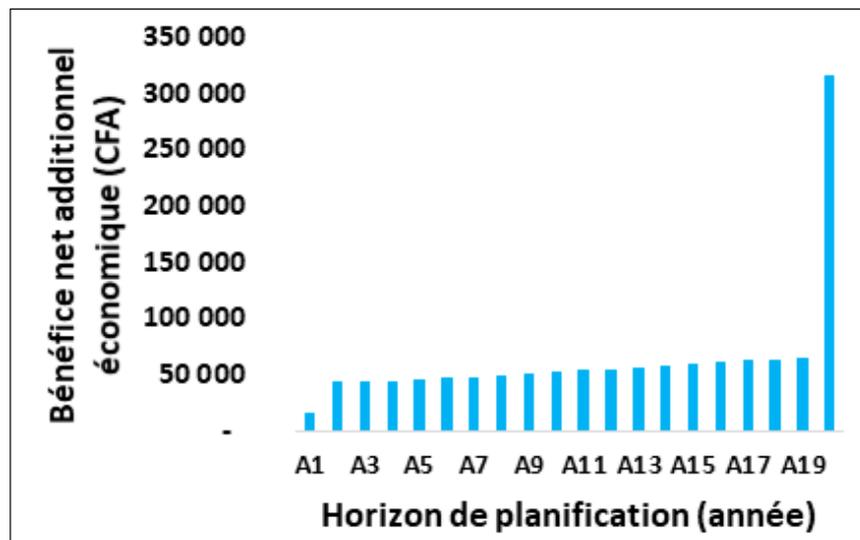
- la correction du taux de change de FCFA sur les produits importés, avec un facteur de 0,98 qui correspond à la valeur réelle d'un franc (Couharde et al. 2012) ;
- la suppression du cash-for-work (pour les demi-lunes et tassa), puisque même si les fonds proviennent de l'extérieur du pays, ceux-ci sont considérés comme un paiement de transfert puisqu'ils sont comptabilisés dans le budget de l'État sous forme d'appuis budgétaire ou d'aide publique au développement ;
- les revenus issus de la séquestration du carbone par les arbres ont été inclus dans l'analyse éco-

nomique pour le cas de la RNA. Si ces revenus ont été enlevés de l'analyse financière, cela est dû au fait que i) les sites sous RNA ne sont pas reconnus comme site carbone pouvant bénéficier du crédit carbone et ii) les agriculteurs n'ont jamais valorisé ces services.

L'analyse des résultats économiques de la pratique de la RNA montre que les BNA de la RNA par rapport à une situation sans RNA sont positifs et augmentent en fonction des années (figure 14). Ces valeurs sont plus élevées que celles des analyses financières.

FIGURE 14 :

Évolution sur 20 ans du bénéfice net additionnel économique de la pratique de la régénération naturelle assistée par rapport à une situation sans investissement à Malam Kaka



Durant les quatre premières années de la pratique de la RNA, le BNA financier est plus élevé que le BNA économique ; mais à partir de la cinquième année, et ce jusqu'à la fin de l'horizon de planification, les BNA économiques dépassent de loin ceux financiers. Selon les règles dans le marché carbone, les crédits carbone sont valorisés i) en fonction de la biomasse actuelle du peuplement végétal et ii) en fonction de la vitesse de croissance des arbres ; ce crédit peut augmenter avec le temps. Dans le cas présent à Malam-Kaka, les crédits carbone ont été valorisés à la vingtième année de l'investissement. Cependant, une croissance annuelle de 1% a été considérée quant à la quantité de carbone contenue dans les arbres, évaluée en 2018. Ceci explique l'importance du BNA pendant la vingtième année, qui

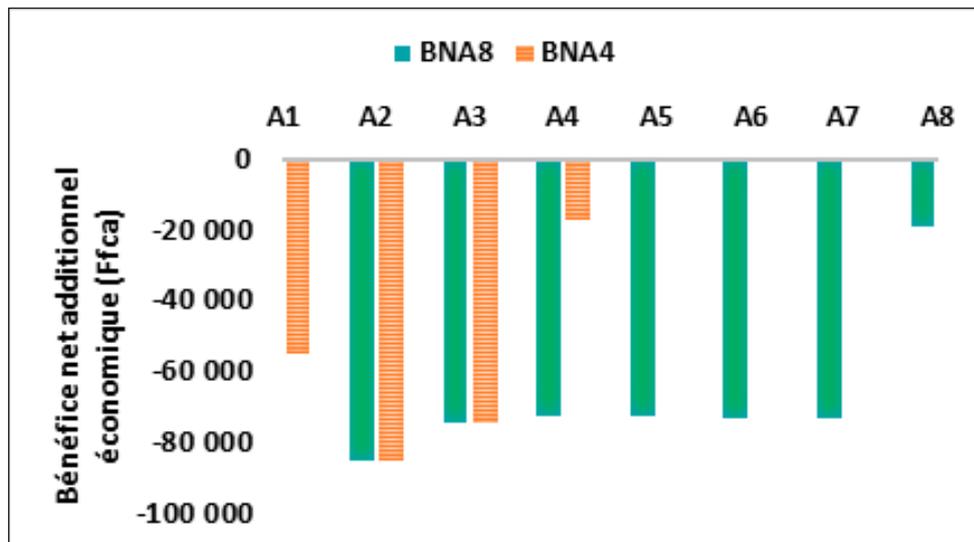
dépasse les 300 000 FCFA alors que la moyenne sur les 19 précédentes années est de 51 000 FCFA.

L'analyse des résultats des calculs économiques montre que la VAN est positive (431 379 FCFA), alors que le TRI n'est pas calculable du fait que tous les BNA sont positifs. La pratique de la RNA à Malam Kaka est donc rentable économiquement pour la société. Malgré la valorisation du crédit carbone dans l'analyse économique, le bénéfice financier tiré par le producteur en 20 ans est supérieur au bénéfice économique de la RNA pour la société au même horizon de planification.

Les résultats d'analyse économique des demi-lunes montrent que les BNA de cette pratique sont négatifs, peu importe l'horizon de planification (figure 15).

FIGURE 15 :

Évolution des bénéfices nets additionnels de la pratique des demi-lunes sur quatre ans et huit ans à Karangiya



Ces résultats montrent qu'il n'y a pas de différence dans les trois premières années de pratique et que, si aucun revenu sous forme de cash-for-work n'est pris en compte, les producteurs qui effectuent des demi-lunes gagnent moins que ceux qui n'en effectuent pas. Les indicateurs économiques permettent également de tirer la même conclusion, puisque les VAN sont négatives (-172 745 et -320 616 respectivement sur quatre et huit ans) et les TRI, non calculables.

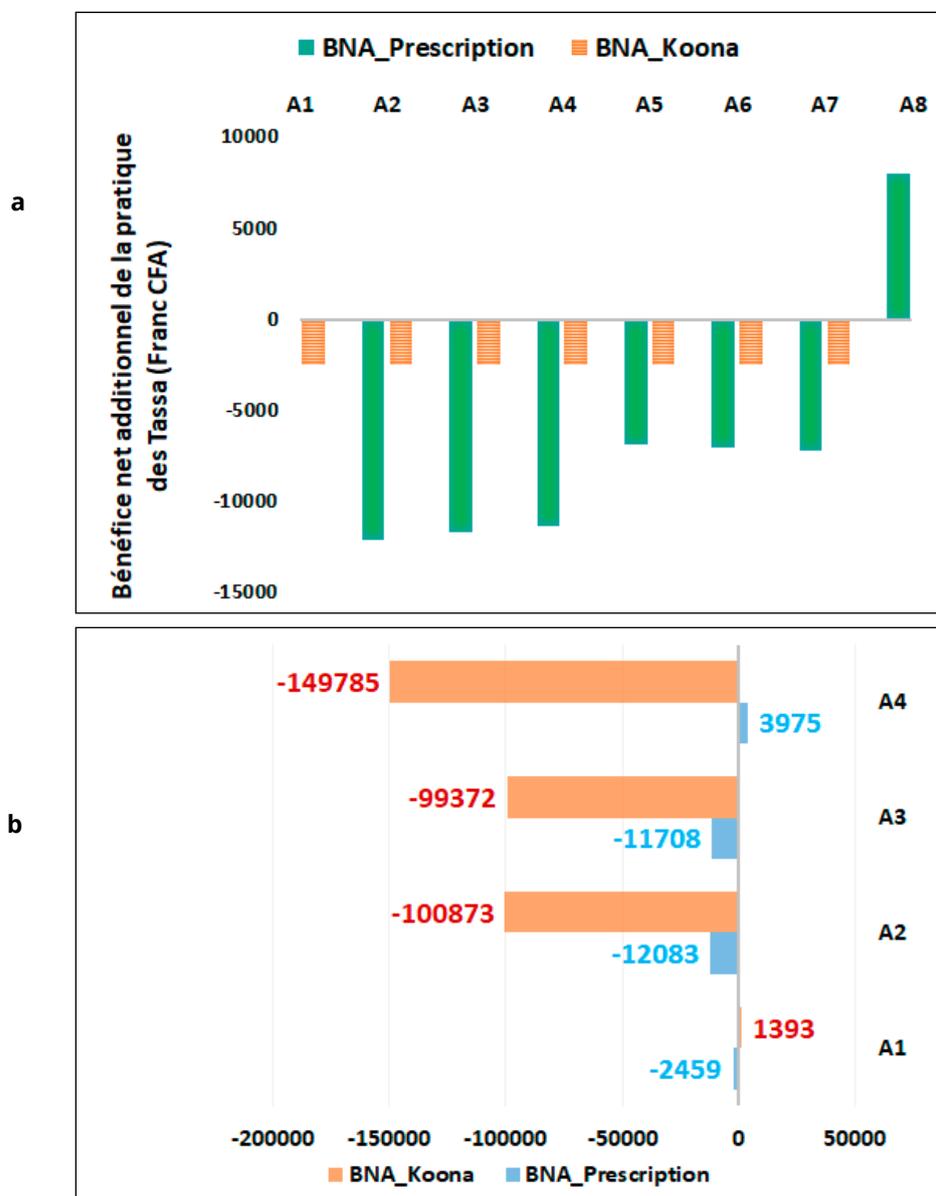
Ainsi, selon ces deux indicateurs, les demi-lunes ne sont donc pas un investissement viable du point de vue économique. Les ressources (capital, travail et ressources naturelles) pourraient être mobilisées de manière plus productive en mettant en place des mesures autres que les demi-lunes. Les rende-

ments des principales cultures n'ont pas significativement augmenté sur quatre et huit ans, bien que les charges soient restées constantes ou aient augmenté, ce qui réduit la valeur ajoutée par les demi-lunes par rapport à la situation sans demi-lunes.

L'analyse des résultats des calculs économiques sur les tassa montre que les BNA apportés sont négatifs pour toutes les années, sauf la huitième (figure 16) ; il en est de même pour les VAN économiques au le taux d'actualisation de 10 %, y compris dans le scénario où les tassa sont réalisés en suivant les normes techniques idéales. Les TRI pour les deux scénarios ne sont pas calculables pour la huitième année (Koon) et la quatrième année (scénario idéalisé).^b

FIGURE 16 :

Évolution sur huit ans (a) et quatre ans (b) du bénéfice net additionnel économique de la pratique des tassa par rapport à une situation sans investissement à Koonna selon les deux scénarios



Cependant, les TRI sont de 7 242% sur quatre ans pour le modèle Koonna et de 11% sur huit ans pour le modèle « prescriptions techniques » ; mais ces valeurs de TRI ne changent pas la conclusion, selon laquelle les tassa ne sont pas un investissement viable d'un point de vue économique pour la communauté. Ainsi, les ressources (capital, travail et ressources naturelles) pourraient être mobilisées de manière plus productive en mettant en place des mesures autres que les tassa ; ceci est dû au fait que les rendements des principales cultures n'ont pas significativement augmenté sur quatre et huit ans, alors que les charges sont restées constantes ou

ont augmenté, ce qui réduit la valeur ajoutée par les tassa par rapport à la situation sans tassa.

2.7.10. Analyse de sensibilité

Cette analyse permet d'identifier le domaine de validité des conclusions obtenues dans les analyses financière et économique. Les techniques de restauration des terres sont surtout préconisées comme moyen de limitation des variations interannuelles et surtout comme une forme d'assurance en cas de sécheresse. Selon le contexte climatique nigérien, une sécheresse qui engendre une baisse de produc-

tion de toutes les spéculations et une volatilité des prix est à prévoir chaque décennie. Afin d'évaluer la résilience en cas de sécheresse, l'analyse de sensibilité effectuée est basée sur ces deux aspects : la volatilité des prix de marché domestique et la baisse de production.

Les analyses financières et économiques précédentes ont été paramétrées en utilisant les prix de vente déterminés par les producteurs à la récolte,

qui leur sont les moins favorables sur l'année. En période de sécheresse, compte tenu de la rareté des produits, le prix des denrées alimentaires augmente considérablement et peut s'envoler jusqu'à sa valeur maximale (+157%). La chute des rendements en période de sécheresse est de 20%. En période de soudure, on observe une envolée de prix consécutive à une raréfaction des denrées alimentaires sur le marché, similaire à ce qu'on observerait en période de sécheresse (tableau 7).

T A B L E A U 7 :

Volatilité des prix en année de sécheresse

Produits	Unités	Prix soudure	Prix normal
Mil (grains)	FCFA/tiya	900	350
Sorgho (grains)	FCFA/tiya	700	250
Niébé (grains)	FCFA/tiya	1 500	600
Mil (tiges)	FCFA/fagot	150	50
Sorgho (tiges)	FCFA/fagot	200	100
Niébé (coque)	FCFA/tiya	125	75
Niébé (fane)	FCFA/fagot	350	50
Sésame	FCFA/tiya	1 250	1 000
Arachide	FCFA/tiya	1 000	700
Carbone	FCFA/tonne	26 269	4 670

Selon le scénario d'une sécheresse par décennie, et considérant la grande sécheresse de 2011 qui a provoqué une pénurie alimentaire, l'année 2021 est considérée comme celle pendant laquelle surviendra une nouvelle sécheresse. Cette année, suite aux différents aléas climatiques, la production a été très mauvaise ; ainsi, il est supposé que le rendement a baissé de 20%. Sur la base de ces nouveaux prix, des indicateurs économiques et financiers sont calculés (tableau 8).

TABLEAU 8 :

Analyse de sensibilité sur les indicateurs de viabilité financière et économique et prise de décision associée dans l'adoption des pratiques de régénération naturelle assistée, demi-lunes et tassa

Mesure de GDT	Tassa/zaï (tel que mis en place à Koono, pendant un an seulement)		Tassa/zaï (selon prescriptions techniques, tous les ans sur quatre ans)		Demi-lunes agricoles		RNA
Superficie d'étude	1 ha		1 ha		1 ha		1 ha
Période d'analyse	4 ans	8 ans	4 ans	8 ans	4 ans	8 ans	20 ans
Analyse financière							
VAN (FCFA) à 10 %	-156 822	-41 632	66 242	116 953	78 573	71 225	971 806
TRI	644	58	Non calculable	Non calculable	Non calculable	Non calculable	Non calculable
Analyse économique							
VAN (FCFA) à 10 %	-174 475	-67 699	49 466	78 063	-158 636	-275 356	729 600
TRI	1803	110	Non calculable	Non calculable	-81	Non calculable	Non calculable

Les résultats de l'analyse de sensibilité montrent que les VAN économiques et financières de la pratique de la RNA se sont améliorées, ce qui implique une augmentation dans le revenu financier des producteurs. En effet, même si l'on est dans une situation de production agricole défavorable où les prix s'envolent, il y a des questionnements sur la décision d'investir dans la RNA. Cependant, il s'avère important d'apporter une nuance : cette situation suppose que le producteur a en stock les vivres qu'il va vendre sur le marché à un prix très avantageux. Or, en réalité, ce sont les gros commerçants qui tirent le maximum de bénéfice et les producteurs y perdent donc. En effet, en période de soudure et en cas de mauvaise production, les greniers des paysans sont presque vides et ce sont eux qui vont sortir de leur poche pour acheter les vivres plus chers, alors qu'ils les ont vendus à bas prix lors de la récolte. Mais d'un point de vue économique, cela ne change pas, puisqu'il s'agit juste d'un transfert des producteurs vers les commerçants.

Il en est de même des demi-lunes, pour lesquelles la VAN financière est positive, alors que la VAN économique est négative, tout comme lorsque les prix de produits sont normaux. Le TRI sur un horizon de huit ans n'étant pas calculable, l'investissement dans les demi-lunes à Karangiya n'est pas intéressant d'un point de vue économique, mais viable d'un point de vue financier pour le producteur.

L'analyse des résultats des tassa montre que cette pratique n'est pas viable financièrement et économiquement, quel que soit l'horizon de planification puisque les prescriptions techniques de répétition sur quatre ans ne sont pas respectées. L'ensemble des valeurs de VAN sur quatre et huit ans sont négatives, même si les artefacts de calcul du TRI font obtenir des valeurs supérieures à 10 % pour les deux horizons de planification.

Cependant, dès la mise en place de tassa selon les prescriptions techniques, les valeurs des indicateurs changent positivement. En effet, les VAN économiques et financières sur quatre et huit ans sont positives. Les TRI ne sont pas calculables du fait que tous les BNA sont positifs. Par conséquent, on peut conclure que la pratique des tassa à Koono serait rentable si elle était faite selon les recommandations techniques.

Conclusion partielle

La pratique des demi-lunes à Karangiya dégage une VAN financière positive, une VAN économique et financière négative et des TRI inférieurs au coût d'opportunité fixé à 10 %, peu importe l'horizon de planification (quatre ou huit ans). L'investissement dans cette pratique est donc non intéressant d'un point de vue financier et économique.

La pratique de la RNA à Malam Kaka permet de générer des VAN économiques et financières positives. L'investissement initial étant faible, le cash-for-work inexistant et le revenu élevé font que cette pratique est très rentable.

Les prix des denrées alimentaires sont plus bas à la récolte. En faisant l'hypothèse qu'une flambée de prix survienne suite à une sécheresse sévère, la rentabilité de la pratique de demi-lunes ne s'améliore que d'un point de vue financier, quel que soit l'horizon de planification.

La pratique des tassa à Koono dégage une VAN économique et financière négative ainsi qu'un TRI non calculable à un taux d'actualisation de 10%, peu importe l'horizon de planification (quatre ou huit ans) et indépendamment du respect (ou de l'absence de respect) des normes techniques.

Les prix des denrées alimentaires sont plus bas à la récolte. En faisant l'hypothèse d'une flambée de prix suite à une sécheresse sévère, la rentabilité économique et financière à Koono ne s'améliore que si l'on respecte les recommandations techniques lors de leur mise en place.

Étape 6+1 : Agir !

Les enquêtes réalisées auprès des producteurs a montré que ceux-ci sont bien conscients du problème de la dégradation des terres, dont les conséquences sur les ressources naturelles ne sont plus à démontrer. Les producteurs n'ont jusqu'aujourd'hui pas pris de dispositions pour inverser cette tendance. Leur méthode a consisté à abandonner des terres encroûtées improductives. Avec l'appui des techniciens, des innovations rurales de GDT ont été identifiées dans certaines contrées, innovations qui ont montré leur efficacité dans la lutte contre la dégradation des terres.

La pratique des demi-lunes, bien qu'elle nécessite un temps de travail plus important et des intrants organiques (fumier) comme chimiques (engrais), permet d'améliorer les rendements des cultures.

Les résultats de l'ACB pour cette pratique montrent qu'elle n'est pas rentable financièrement pour les agriculteurs et qu'elle n'est pas rentable économiquement pour la société sur les horizons de planification de quatre ans et huit ans. Ceci peut constituer un grand obstacle à l'adoption de cette pratique, puisque les coûts de réalisation des ouvrages sont supportés par les investisseurs. En effet, la réalisation des ouvrages à travers l'opération de cash-for-work permet aux producteurs de générer des revenus ; cependant, cette forme d'action peut constituer un autre obstacle dans le cas d'une suppression du cash-for-work. Une autonomisation financière des producteurs et une meilleure valorisation des services écosystémiques non marchands devraient permettre de surmonter cet obstacle.

La RNA, quant à elle, ne nécessite pas d'investissements importants : elle est donc financièrement et économiquement rentable. Toutefois, il existe quelques pratiques associées à la RNA qui ont lieu dans le milieu agricole et qui peuvent constituer un obstacle à son adoption, comme la coupe abusive des arbres épargnés.

Tassa tels que mis en place à Koonaa

Cette pratique nécessite un temps de travail plus important et des intrants organiques (fumier) comme chimiques (engrais), mais elle permet d'améliorer les rendements des cultures.

Les résultats de l'ACB de cette pratique montrent qu'elle n'est rentable ni d'un point de vue financier, ni économique pour les agriculteurs sur les horizons de planification de quatre et huit ans, ce qui peut constituer un obstacle à son adoption. En effet, la réalisation d'ouvrages à travers une opération de cash-for-work permet aux producteurs d'avoir des revenus ; en revanche, cette forme d'action pourrait constituer un autre obstacle si une suppression du cash-for-work avait lieu. Un meilleur ciblage des terres à récupérer et une autonomisation financière des producteurs devraient permettre de surmonter de ce potentiel problème. Pour augmenter la rentabilité économique de ces ouvrages, il faut d'abord choisir les terres les plus adaptées selon les normes techniques recommandées.

Tassa mis en place suivant les normes techniques idéales

L'analyse financière⁴ et l'analyse économique⁵ montrent que les tassa ne sont pas rentables : le volet économique dans ce cas peut constituer un obstacle à l'adoption de cette pratique. Toutefois, les obstacles ne sont pas seulement économiques, puisque les VAN sont positives dans certaines situations, mais à des taux d'actualisation plus faibles que le taux exprimé par les producteurs.

Ainsi, malgré le cash-for-work, les tassa ne sont pas adoptés. Ces aspects suggèrent que le cash-for-work n'est pas la solution permettant de surmonter les obstacles à l'adoption des tassa. Revoir les projets pour mettre en place des mesures de gestion des terres selon des prescriptions techniques de répétition de l'effort, et non pour assurer une distribution de cash-for-work égalitaire au sein d'une communauté donnée, pourrait permettre de restaurer les terres plus efficacement et de remplacer le cash-for-work par un revenu plus durable tiré du travail pour les producteurs. D'autres approches dans la mise en place de projets de restauration et de gouvernance des ressources naturelles devraient être considérées, pour que les terres au Niger soient restaurées

⁴ Basée sur les flux marchands.

⁵ Obtenue au travers d'une suppression des subventions sur les engrais et du cash-for-work ainsi qu'en en corrigeant le prix du travail par un facteur de 0,6.

de manière effective. La restauration effective des terres est donc un choix social, avec un arbitrage entre revenus de court terme (un à trois ans) et revenus de moyen terme pour les populations. Les consentements à payer obtenus par cette étude suggèrent malgré tout que les populations seraient prêtes à viser le moyen terme, et donc sacrifier des revenus de court terme à condition d'obtenir des revenus de moyen terme plus importants.

En combinant la pratique de Karkara (cash-for-work sur quatre ans) à la pratique idéale dans la réalisation des tassa (sur le même champ sur quatre ans), les tassa sont financièrement intéressants pour les producteurs sur quatre et huit ans. En effet, les VAN sont toutes positives, quel que soit le taux d'actualisation et même si le TRI n'est pas calculable.

Une potentielle solution pour surmonter les obstacles à l'adoption à succès de cette pratique constitue donc la combinaison des modèles qui respectent les normes techniques mais aussi prennent en compte les aspects sociaux locaux.

Les rentabilités financières et économiques des tassa ne sont ici pas visibles du fait de la manière dont cette pratique est mise en œuvre à Koono. Sur la base des observations faites sur le terrain, les terres ne sont pas véritablement dégradées. Il en est de même des terres qui ont été choisies comme témoin sans tassa. Afin de mieux observer la différence, l'idéal aurait été de comparer des terres complètement dégradées (ou même abandonnées du fait de la dégradation) à d'autres dans un état de dégradation identique mais récupérées par les tassa.

Dans certaines situations, il a été observé que certaines pratiques sont rentables financièrement lorsqu'une opération de cash-for-work est mise en place lors de leur réalisation. Pour les ouvrages à haute intensité de main d'œuvre (HIMO) ne pouvant pas être réalisés par un producteur pauvre, il sera toujours indispensable à celui-ci de les financer à travers ce genre d'opération. En revanche, l'efficacité de cet investissement peut être améliorée par un meilleur ciblage des terres. Les pratiques les moins exigeantes en investissement (entre autres RNA, défrichage amélioré, paillage) peuvent être orientées prioritairement sur les terres privées. Cependant, pour restaurer des terres publiques ou communautaires, des pratiques à HIMO peuvent être mises en place contre paiement d'un salaire aux populations vulnérables. Si l'on met à contribu-

tion des services techniques compétents, chaque pratique serait adaptée à son contexte. Pour éviter la tragédie des communs, des mécanismes de gestion communautaire de ces terres doivent être mis en place.

D'un autre côté, les pratiques moyennement exigeantes en main d'œuvre, comme les tassa qui se sont montrées viables si elles sont mises en place selon les normes techniques sur des terres privées à court, moyen et long termes, peuvent être financées par des opérations de cash-for-work. Cependant, l'investisseur (l'État en l'occurrence) peut mettre en place un système de remboursement, de préférence en nature, afin de permettre un retour sur l'investissement. Les fonds collectés peuvent être mis de côté dans une sorte de caisse qui servira à financer d'autres producteurs dans leur projet de restauration de leurs terres dégradées.

Afin de permettre aux producteurs de bénéficier des prix avantageux en période de soudure, le système de warrantage peut être mis à l'échelle.

04

4. Conclusions

La dégradation des terres est un phénomène réel qui touche de milliers d'ha de terre chaque année au Niger. La mise en place de techniques de restauration de terres est une des formes de lutte contre cette tendance. Bien qu'un grand nombre des techniques mises en place se sont montrées efficaces, la réussite de ce travail de restauration dépend de la capacité à développer celles-ci à grande échelle. Afin de mieux convaincre les investisseurs, il est crucial de prouver la rentabilité économique de ces travaux.

Cette étude a analysé et comparé les coûts et bénéfices de plusieurs techniques de lutte contre la dégradation des terres : la RNA, les tassa et les demi-lunes.

De ces pratiques, on tire plusieurs services, comme la production végétale ainsi que l'approvisionnement en bois, en fourrage et en matériaux de construction. Ces pratiques jouent également un rôle dans la lutte contre les changements climatiques (par la séquestration de carbone), dans la lutte contre les inondations ainsi que dans l'amélioration de l'infiltration des eaux et de la fertilité des sols.

La plupart des services ont été quantifiés et monétarisés à partir des prix de marché ; les résultats de cette analyse ont montré que la technique des demi-lunes est rentable financièrement et économiquement à un taux d'actualisation de 10 %, bien que l'investissement dans cette pratique ne soit pas forcément intéressant à Karangiya (sur la base des TRI inférieur à 10 %). Ces résultats sont liés au contexte de Karangiya et ne peuvent donc être généralisables à toutes les situations. Les résultats économiques de la RNA sont plus intéressants quant aux des demi-lunes : en effet, à Malam Kaka, on obtient des valeurs de VAN > 500 000 pour un investissement de départ de 7 676 FCFA.

Les revenus de cash-for-work jouent un rôle déterminant dans la performance économique des demi-lunes : dès que ceux-ci sont supprimés, la pratique de demi-lunes n'est plus rentable pour le producteur. Ceci réduit considérablement les chances d'adoption de toute pratique qui fait recours au cash-for-work, car il y a peu de chance que les producteurs financent ces pratiques par leurs propres moyens : cela créerait une dépendance des populations vis-à-

vis de ces fonds. Pour avoir une plus grande chance de mettre à l'échelle les pratiques de GDT en général, il faut un meilleur ciblage de terres, qui seront récupérées via une opération de cash-for-work et une autonomisation financière des producteurs.

De toutes les pratiques évaluées (RNA, tassa et demi-lunes), la RNA est la plus rentable à tout point de vue ; pas parce qu'elle dégage des bénéfices très élevés, mais parce que des bénéfices financiers et économiques sont automatiquement liés à cette pratique. Cette pratique est moins sujette à des difficultés techniques, car elle est très proche du défrichage amélioré, qui est une pratique paysanne intégrée dans l'itinéraire technique des producteurs.

Références bibliographiques

- Amoukou, Adamou Ibrahim. 2006.** *Impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles sur le système de production dans les régions de Maradi, Tahoua et Tillabéry, au Niger.* Niamey/Amsterdam: CRESA/Université libre d'Amsterdam.
- Bah, Mamadou et Mahamadou Bemba Diop. 2015.** *Planning paper n°1. Détermination d'un Taux d'actualisation Des Projets d'investissement Public Au Sénégal.* Dakar: Ministère des finances et du plan. https://www.researchgate.net/publication/317401014_Determination_d%27un_taux_d%27actualisation_des_projets_d%27investissement_public_au_Senegal.
- Botoni, Edwige, and Chris Reij. 2009.** *La Transformation Silencieuse de l'environnement et Des Systèmes de Production Au Sahel: Impacts Des Investissements Publics et Privés Dans La Gestion Des Ressources Naturelles.* Amsterdam: Center for International Cooperation.
- CEPRI. 2011.** *L'ACB (analyse coût/bénéfice) : une aide à la décision au service de la gestion des inondations. Guide à l'usage des maîtres d'ouvrage et de leurs partenaires.*
- Chazdon, Robin L., and Manuel R. Guariguata. 2016.** *Natural Regeneration as a Tool for Large-Scale Forest Restoration in the Tropics: Prospects and Challenges.* *Biotropica* 48 (6): 716–30. <https://doi.org/10.1111/btp.12381>
- CNULCD. 2011.** *Désertification, Une Synthèse Visuelle.*
- Conseil Régional. 2016.** *Plan de Développement de La Région de Maradi 2016-2020.*
- Couharde, Cécile, Coulibaly Issiaka, and Olivier Damette. 2011.** *Misalignments and Dynamics of Real Exchange Rates in the CFA Franc Zone,* January
- Da, Constant Évariste Dapola. 2008.** "Impact des techniques de conservation des eaux et des sols sur le rendement du sorgho au centre-nord du Burkina Faso." *Les Cahiers d'Outre-Mer* 61 (241–242): 99–110. <https://doi.org/10.4000/com.3512>.
- Diédhiou, Mohamadou Lamine. 2018.** *Évaluation coûts-bénéfices des pratiques de gestion durable des terres au Sénégal et au Niger.* Master Economie Appliquée Agriculture Mer Environnement. Rennes: Université de Bretagne Occidentale.
- Ding, Helen, Sofia Faruqi, Andrew Wu, Juan Carlos Altamirano, Andrés Anchondo Ortega, Michael Verdone, René Zamora Cristales, Robin Chazdon et Walter Vergara. 2017.** *Roots of Prosperity: The Economics and Finance of Restoring Land.* World Resource Institute.
- Direction Régionale du Plan. 2007.** *Schéma Régional d'Aménagement de Territoire de Maradi 2008-2023. Rapport technique.* Maradi: Conseil Régional de Maradi.
- ELD Initiative. 2015a.** *Initiative ELD – Guide d'utilisation: L'approche 6 étapes +1 pour évaluer la dimension économique de la gestion des terres.* Bonn: GIZ. www.eld-initiative.org.
- ELD Initiative. 2015b.** *La valeur des terres: Terres prospères et résultats positifs grâce à une gestion durable des terres.* Bonn: GIZ. www.eld-initiative.org.
- ELD Initiative. 2015c.** *Rapport à l'intention des responsables et décideurs politiques: Récolter les bénéfices économiques et environnementaux de la gestion durable des terres.* Bonn: GIZ. www.eld-initiative.org
- ELD Initiative. 2016.** *Costs and Benefits of Sustainable Soil Fertility Management in Western Kenya.* <http://www.greengrowthknowledge.org/case-studies/costs-and-benefits-sustainable-soil-fertility-management-western-kenya>.
- ELD Initiative. 2017.** *ELD Fact Sheet on Africa. The Costs of Land Degradation and Benefits of Sustainable Land Management in Africa.*
- FAO. 1987.** *Boisement en milieu rural.*
- FAO. 1988.** "UTILISATION DES TERRES." Consulté le 7 novembre 2019. <http://www.fao.org/3/x6083f/x6083f05.htm>.

- FAO. 2006. "Land Degradation Assessment in Dryland (LADA_Tools)". Consulté le 6 novembre 2019. <http://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-planning-toolbox/category/details/en/c/1036360/>.
- FAO. 2014. *Situation Mondiale de l'alimentation et de l'agriculture: Ouvrir l'agriculture Familiale à l'innovation*. SOFA2014. Rome: FAO.
- Garba, Oumarou Bachir, Ousmane Laminou Manzo, Boubé Morou, Saley Karim, and Ali Mahamane. 2017. "État de La végétation ligneuse Au Sahel : Cas de Guidan Roundji au Sahel central du Niger." *Journal of Animal & Plant Sciences* 31(3) : 5033–5049.
- Haushofer, Johannes, Daniel Schunk et Ernst Fehr. 2013. *Negative Income Shocks Increase Discount Rates; Working Paper*. In press.
- INS-Niger. 2012. *Recensement Général de la Population et de l'Habitat. Rapport technique*. Niamey.
- INS-Niger. 2018. *Fiche sur l'évolution des principaux indicateurs sociodémographiques et agrégats macroéconomiques du Niger. Fiche indicateur*. Niamey.
- Kinane, Lawakiléa Modeste. 2002. *Analyse économique des déterminants de l'adoption des techniques de conservations des eaux et des sols au Yatenga: cas des cordons pierreux et du zaï. Mémoire de fin d'étude*. Bobo-Dioulasso: Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso.
- Kuyah, Shem, Johannes Dietz, Catherine Muthuri, Ramni Jamnadass, Peter Mwangi, Richard Coe, and Henry Neufeldt. 2012. *Allometric Equations for Estimating Biomass in Agricultural Landscapes: I. Aboveground Biomass. Agriculture, Ecosystems & Environment* 158 (September): 216–24. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2012.05.011>
- Mbow, Cheikh. 2009. *Potentiel et dynamique des stocks de carbone des savanes soudaniennes et soudano-guinéennes du Sénégal*. Doctorat d'Etat en sciences, Dakar: Chekh Anta Diop
- Ministère de Développement Agricole. 2001. *Manuel du Programme d'Action Communautaire sur les pratiques de Gestion Durable des Terres*
- Pender, John L. 1996. "Discount Rates and Credit Markets: Theory and Evidence from Rural India." *Journal of Development Economics* 50 (2): 257–296. [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(96\)00400-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(96)00400-2).
- Pender, John et Jupiter Ndjeunga. 2008. *Impacts of Sustainable Land Management Programs on Land Management and Poverty in Niger. 1*. Niamey: World Bank.
- RENACOM. 2011. *Répertoire National Des Communes*.
- Reij, Chris, and Dennis Garrity. 2016. *Scaling up Farmer-Managed Natural Regeneration in Africa to Restore Degraded Landscapes. Biotropica* 48 (6): 834–43. <https://doi.org/10.1111/btp.12390>
- SDR. 2003. *Stratégie de Développement Rural. Rapport de synthèse*. Niger: Ministère de l'environnement.
- Tanaka, Tomomi, Colin F. Camerer et Quang Nguyen. 2010. "Risk and Time Preferences: Linking Experimental and Household Survey Data from Vietnam." *American Economic Review* 100 (1): 557–575. <https://doi.org/10.1257/aer.100.1.557>.
- Yahaya, Garba Ali. 2015. *Impacts des dispositifs de récupération de terre sur les écosystèmes dans le terroir de Dan Madatchi. Mémoire de licence*. Niamey: Université Abdou Moumouni.

Co-funded by the
European Union



Implemented by
giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Pour plus d'informations et feedback, veuillez contacter :

Secrétariat de l'Initiative
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

