



Journal Homepage: [-www.journalijar.com](http://www.journalijar.com)

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI: 10.21474/IJAR01/17857
DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/17857>



RESEARCH ARTICLE

LE NON-RESPECT DES PRECONISATIONS TECHNIQUES DES PRATIQUES DE GESTION DURABLE DES TERRES CONTRIBUE A APPAUVRIR LES UTILISATEURS DE TERRES A LONG TERME

Jangorzo Salifou Nouhou¹, Yahaya Garba Ali¹ and Abou Soufianou Satta²

1. Département des Sciences du Sol et Télédétection, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger BP 465 ADS Maradi.
2. Institut de Recherche Pour le Développement, Représentation, 276 Avenue de Maradi, Niamey, Niger.

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 15 September 2023
Final Accepted: 17 October 2023
Published: November 2023

Key words:-

Cost-Benefit Analysis, Tassa, Ecosystem Services Quantification, Tassa/Zai

Abstract

Given the seriousness of land degradation in Niger (70% of cultivable land), the government of Niger, supported by numerous non-government organizations, has invested heavily in their restoration, but the level of return on these investments is unknown. The objective of this study is to evaluate the economic profitability of a sustainable land management technique (Tassa / Zai) by following the Economics of Land Degradation (ELD) approach of the cost-benefit analysis (CBA) method. The analysis consisted of comparing agricultural fields treated with tassa to control (untreated) fields by quantifying and converting into monetary value all ecosystem services provided over the four-year and eight-year horizons. The treated fields are subjected to two models: a model such as the tassa are realized in Koono and an idealized model according to the technical standards of the tassa. Data collection was done through the yield squares set up in all the farms selected and a socio-economic survey. The CBA results indicate an economic Net Present Value (NPV) of -166608 FCFA for the Koono model and 88 199FCFA for the ideal model at a discount rate of 10% over four years. At a horizon of eight years, the NPV rises to -213 186 FCFA and 182 901 FCFA respectively for the Koono and ideal model. The NPV calculations state that the practice of tassa is financially and financially profitable when respecting the technical recommendations, but contribute to impoverish farmers if not. The sensitivity analysis showed that the NPVs are positive at a discount rate of 10%; However, NPVs are more interesting according to the idealized model than the model practiced in Koono. If we want to fight effectively against the degradation of agricultural land, the project is more interesting while respecting technical standards than what is happening in Koono where, the practice of tassa is especially profitable in the short / medium term. Beyond 4 years, the treated fields become degraded again as in the initial state.

Copy Right, IJAR, 2023,. All rights reserved.

Corresponding Author:- Jangorzo Salifou Nouhou

Address:- Département des Sciences du Sol et Télédétection, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger BP 465 ADS Maradi.

Introduction:-

À l'origine de la perte de 1,9 milliard d'hectares de terres dans le monde (IAEA, 2018), le phénomène de dégradation des terres devient de plus en plus une préoccupation mondiale. Selon Initiative ELD, (2015a) près de 52% des terres employées pour l'agriculture sont au moins modérément dégradées dans le monde. Ainsi, la Charte mondiale des sols, tenue en 1981 par la Food and Agriculture Organisation (FAO), a énoncé un ensemble de principes pour une utilisation optimale des ressources en terre, pour l'amélioration de leur productivité et pour leur conservation au profit des générations futures. Cette Charte appelle les gouvernements, les organisations internationales et les utilisateurs des terres en général à s'engager pleinement dans la préservation et la gestion durable des ressources naturelles (FAO, 2013).

Les conséquences de cette dégradation croissante sont alarmantes : insécurité alimentaire, pauvreté, réduction de la disponibilité d'eau potable, et accroissement de la vulnérabilité des zones concernées au changement climatique (Initiative ELD, 2014). Ainsi, les instances internationales, particulièrement les agences des nations unies comme la FAO, se sont mobilisées face à ce problème de dégradation de terres et de son évaluation (Garba, 2015).

Au sahel, depuis les grandes sècheresses de 1970, les pays ont entrepris de vastes chantiers de restauration de leurs terres agricoles, via les techniques habituelles de Gestion Durable des Terres (GDT), comme les ouvrages de conservation des eaux et des sols, de défense et restauration des terres (CES/DRS), la régénération naturelle assistée (RNA), etc. La collecte des eaux de pluie consiste en la récupération et la concentration des précipitations afin de les rendre disponibles aux utilisations agricoles ou domestiques dans les zones arides où le principal facteur limitant est le déficit d'humidité (WOCAT, 2011). Les techniques de CES sont donc perçues comme l'ensemble des mécanismes 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 étant les éléments fondamentaux de ces potentialités, pourraient être un rempart à l'érosion hydrique (Kinane, 2002). Au Niger, ces techniques sont utilisées un peu partout sur le territoire national.

Comme pour des nombreux défis environnementaux, il est plus facile de stopper les dommages que de résoudre les problèmes provoqués par ces derniers. Lorsque la dégradation des terres devient une réalité, réparer ses impacts est un processus lent et coûteux (UNCCD, 2011). Le gouvernement nigérien appuyé par plusieurs organismes internationaux tels que la FAO, Oxfordcommittee for relief FAMine (OXFAM) et la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), a mis en place depuis des décennies, des projets et programmes de restauration des terres dégradées dans toutes les régions concernées. À la suite de ces importants investissements, plusieurs études ont évalué les impacts écologiques et environnementaux. Les résultats de ces évaluations ont montré des impacts positifs sur le plan agronomique, écologique et environnemental (Bouzou et Dan Lamsou, 2004 ; Abdoulaye et al., 2006 ; Moussa, 2013 ; Moussa, 2013 ; CS-GDT Niger, 2014 ; Garba, 2015). L'évaluation économique est le domaine le moins étudié ; et les quelques études réalisées ne prennent pas en compte tous les services écosystémiques (Abdoulaye et Ibro, 2006). Les limites de ces études et d'autres réalisées au Niger sont liées au fait qu'elles n'évaluent qu'un seul service écosystémique rendu par ces pratiques.

L'objectif général de cette étude est d'évaluer la rentabilité économique de la pratique de tassa dans les champs agricoles en prenant en compte plusieurs services écosystémiques.

Matériels et Méthodes:-**Présentation du site d'étude**

L'étude a été conduite dans les champs agricoles de la commune de Koono (département de Tessaoua) située dans la région de Maradi au centre-sud du Niger. La localité de Koono se situe à l'Est de Maradi, à 15 km de Gazaoua. Elle est limitée au Nord par la commune de Baoudéta, au Sud par les communes rurales de Korgom et de Gazaoua (Département de Gazaoua), à l'Est par la commune de Korgom et à l'Ouest par la commune de Gazaoua (Figure 1). Sa population est estimée à 15979 habitants en 2014 dont 7889 hommes et 8090 femmes. Cette population est très jeune avec environ 62,36% de moins de 20 ans. Le nombre de ménages est de 1994 dont 1713 ménages agricoles (PDC Koono, 2016).

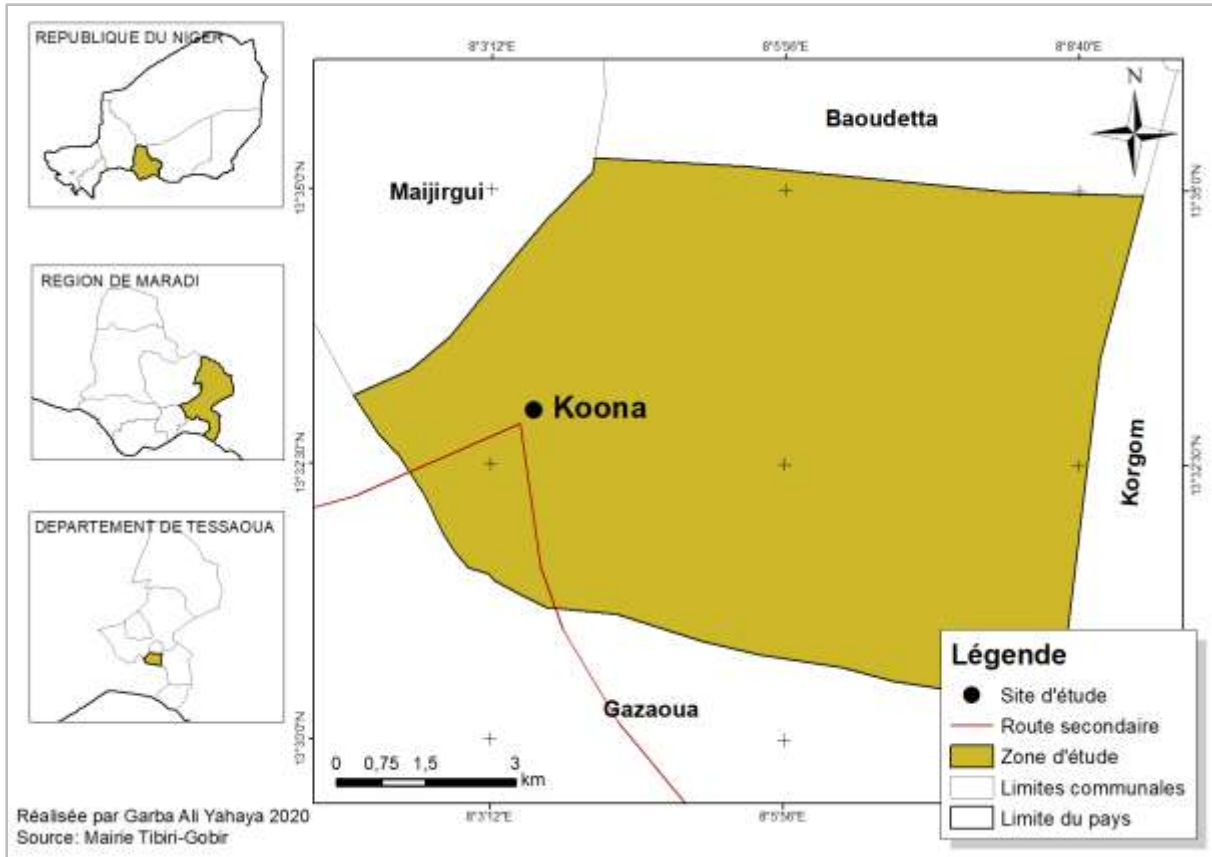


Figure 1:- Carte de localisation du site d'étude.

Le climat est de type sahélien : une saison sèche et une saison pluvieuse. La saison sèche dure 8 mois (d'octobre à mai) tandis que la saison des pluies s'étend de juin à septembre. Mais depuis quelques années on observe une variation de ces saisons (qui se raccourcissent ou se prolongent) en raison du changement climatique. La moyenne pluviométrique varie entre 400 mm et 600 mm par an (PDC Koona, 2016). 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 limino-sableux profonds et les sols calcaires (Figure 2).

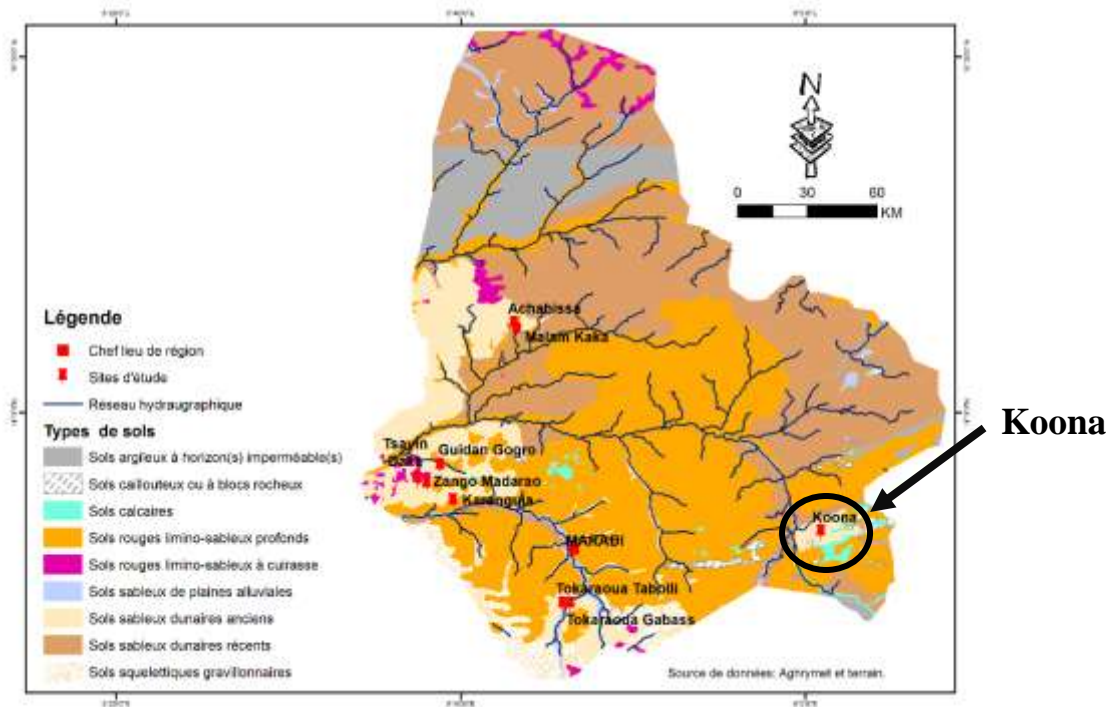


Figure 2:- Typologie des sols de la région de Maradi et localisation de la zone d'étude.

La végétation naturelle est constituée de steppe arbustive à arborée sur des dunes fixées dominées par des espèces telles que *Faidherbia albida*(Delile) A. Chev., *Prosopis africana*(Guil. &Perr.) Taub., *Annona senegalensis*Pers., *Ziziphus mauritiana*Lam., *Eragrostis tremula*Hochst. Ex Steud., *Cenchrus biflorus*Roxb....

Echantillonnage

Un échantillonnage aléatoire a été réalisé à travers une enquête préliminaire sur la base d'une liste de 153 producteurs pratiquants des Tassa et l'ensemble des autres producteurs non pratiquants considérés comme témoin. Pour que les données soient comparables, on a sélectionné uniquement les producteurs (pratiquant ou non) qui ont cultivé les mêmes spéculations et les mêmes variétés. Seulement 24 producteurs remplissent ces critères (12 bénéficiaires et 12 témoins).

Collecte de données socio-économiques et biophysiques

Un questionnaire a été conçu à l'aide de la plateforme électronique SurveyXact et déployé sur des tablettes. Un focus groupe a permis de sensibiliser la population et les autorités de la commune sur les objectifs et la méthodologie de l'étude. Ensuite le questionnaire a été administré aux individus préalablement identifiés.

Dans le champ de chaque producteur, trois carrés de rendement de 100m² ont été posés de manière aléatoire. Dans chaque carré de rendement, les différentes biomasses (graines et fourragères) des différentes spéculations (mil, sorgho, niébé) sont mesurées et extrapolées à l'hectare. La densité de semis de chaque spéculations a été déterminée pour estimer la surface occupée par chaque spéculations en association. Lors de la récolte, les différents produits agricoles et les sous-produits de chaque carré de rendement et pour chaque spéculations sont mesurés.

Trois échantillons de sol ont été prélevés à 20 cm de profondeur au niveau de chaque carré mélangés pour avoir un échantillon composite. Sur chaque échantillon de sol, le pH et le carbone ont été mesurés.

Paramétrage de l'Analyse Coût-Bénéfice

Les données collectées en 2018 (données biophysiques et d'enquêtes) ainsi que les données secondaires issues de la bibliographie sont utilisées dans l'analyse coût-bénéfice. Elle a été faite en deux étapes : une analyse financière et une analyse économique.

Détermination de la valeur monétaire des services

Le principe de l'ACB est que la valeur du milieu naturel correspond à la somme de la valeur économique des différents services qu'il rend, économiques, biophysiques et sociaux (Requier-Desjardins et Bied-Charreton, 2006).

Dans cette étude, deux méthodes sont utilisées pour évaluer les services écosystémiques : la méthode de prix de marché et la méthode d'évaluation contingente à travers le consentement à payer (CAP).

La méthode de prix de marché

Comme le site d'étude est dans une zone à vocation agropastorale, les services écosystémiques d'approvisionnement sont les plus représentés. Ces services sont liés principalement aux productions culturales (Culture de subsistance et de rente), les fourrages, les bois etc. Tous ces biens et services ont une valeur marchande et ils se trouvent sur le marché local. Pour leur évaluation, la méthode de prix de marché est utilisée. Cette dernière consiste à évaluer monétairement un bien ou service par référence à son prix de marché local du moment. Le prix de marché constitue, selon FAO (1980), la somme qu'un acheteur (le consommateur) doit payer à un moment donné et sur un marché donné pour un bien ou service, ou la somme que le vendeur d'un bien ou service reçoit sur ce marché (FAO, 1980). L'évaluation de ces produits se fait par le prix des instruments traditionnels de mesure tels que la « tiya » pour la plupart des produits agricoles (grain), le fagot pour le bois (bois de chauffe) et les fourrages (céréalières et herbacées) etc. Cette étude a débuté en septembre 2018 et pris fin en février 2019 donc tous les prix de marché utilisés dans cette étude se réfèrent à ceux de l'année 2018.

La méthode d'évaluation contingente

La méthode contingente appelée aussi méthode des préférences exprimées est une méthode qui se repose sur la révélation directe des préférences des individus ou des ménages. Son objectif est de faire révéler aux agents leur consentement à payer pour bénéficier des avantages qu'offre un bien ou un service environnemental, ou leur consentement à recevoir (CAR) pour tolérer un dommage sur l'environnement (Yelkouni, 2010). Elle s'appuie sur des enquêtes directes pour déterminer les préférences des individus en posant la question « Combien serez-vous prêts à payer ou à recevoir pour un tel avantage ou un tel dommage ». Cette technique est donc particulièrement utile pour évaluer les impacts sur les biens non marchands, dont la valeur ne peut être déterminée à l'aide des méthodes des préférences révélées (Pearce et al., 2006). Pour cette étude, il a été utilisé le consentement à payer pour l'évaluation des services non marchands. Ces évaluations concernent principalement l'infiltration des eaux, la séquestration du carbone aérien, la recharge des nappes, la lutte contre l'inondation, etc.

Les indicateurs de l'évaluation

Pour aider au diagnostic et la prise de décision, deux indicateurs économiques ont été retenus pour évaluer la viabilité financière et économique des tassa : la valeur actualisée nette (VAN) et le taux de rendement interne (TRI). La valeur actualisée nette 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. 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. Pour une VAN positive, on considère que le changement considéré (l'adoption des tassa tous les ans sur 4 ans) est viable, et non viable pour une VAN < 0. Si le TRI est supérieur au coût d'opportunité du capital, alors on considère que l'investissement est viable (non viable pour un TRI inférieur au coût d'opportunité de capital).

Ses formules sont les suivantes :

$$VAN = \sum_0^n \left[\frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \right]$$

B_t = bénéfices à chaque année t

C_t = coût à chaque année t

n = nombre d'années jusqu'à la fin du projet

i = taux d'actualisation/d'actualisation de la consommation

$$0 = \sum_0^n \left[\frac{B_t - C_t}{(1+TRI)^t} \right]$$

B_t = bénéfices à chaque année t

C_t = coûts à chaque année t

n = nombre d'années jusqu'à la fin du projet

i = taux d'actualisation/d'actualisation de la consommation

TRI = taux de rentabilité interne économique

1) Facteurs de correction pour l'analyse

Les facteurs de correction utilisés dans l'analyse sont ci-dessous :

- La main d'œuvre a été corrigée par le coefficient de 1 si le revenu financier est égal au revenu économique et 0,6 par hypothèse sinon. Ce facteur de conversion a été utilisé car le marché du travail surestime le revenu financier par rapport au revenu économique (taux de chômage important, salaire minimum et main d'œuvre peu qualifiée).
- Le facteur de conversion pour éliminer les paiements de transfert a été utilisé dans l'analyse économique. Cette correction a été appliquée sur les engrais. En effet le producteur achète l'engrais sur le marché au prix subventionné de 280 F/kg alors que pour la société il revient à 360 F/kg.

Actualisation des valeurs

Les coûts et les bénéfices d'un projet se répartissent sur toute la durée de planification. Or la valeur d'un bien ou service n'est pas la même au présent qu'au futur. Pour corriger cette fluctuation et ainsi ajuster les futurs coûts et bénéfices nets afin de pouvoir les inclure dans les calculs de VAN et du TRI, il a été utilisé le taux d'actualisation. Ce facteur de correction repose sur la valeur de l'argent en fonction du temps. Pour cette étude il a été utilisé des taux d'actualisation de 1%, 10%, 20%, 50%, 100% et 1000% ; et même 1576%, taux d'actualisation estimé auprès des producteurs. Nous avons pris de larges gammes de taux d'actualisation car selon Lowenberg-DeBoer et al. (1994), compte tenu de la rareté du capital dans les zones rurales au Sahel et en prenant en compte les taux de rentabilité de certains investissements dans les activités non agricoles, le taux d'actualisation pour des activités en zone rurale Sahélienne devrait être de 50% ou plus.

Définition des Scénarios d'analyse

L'un des principes de l'ACB est la comparaison de deux situations : avec et sans mesure (CEPRI, 2011). L'évaluation consiste alors à comparer la situation actuelle (scénario de référence) à une ou plusieurs alternatives (scénario avec investissement) en considérant les différences entre le scénario de base et les alternatives. L'analyse s'est concentrée alors sur les différences de coûts et de bénéfices entre les situations avec et sans la mesure de GDT (tassa).

Situation sans tassa (situation de référence)

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

L'utilisation abusive de la terre par une surexploitation combinée aux conditions climatiques et à la pression démographique ont fait que les champs agricoles présentent actuellement une dégradation des terres avancée avec une perte de rendements. La production n'arrive plus à satisfaire le besoin alimentaire, ce qui amène la population surtout la plus vulnérable dans une situation de crise. La pression démographique a fait que la jachère qui était autrefois le meilleur moyen de la restauration naturelle des terres dégradées n'est plus utilisée, et les terres sont à présent exploitées au maximum. Les terrains agricoles sont dénudés et encroûtés, ce qui les rend très vulnérables à toute sorte de menace environnementale. Les champs agricoles sont de plus en plus balayés et lessivés par le phénomène de l'érosion (éolienne et hydrique) qui est l'une des causes principales de la dégradation des terres.

Par rapport à la situation de départ, la quantité des services d'approvisionnement a baissé. Au début le bois était plus abondant du fait de l'abondance de la couverture végétale. Les résidus de récolte sont moins exportés qu'aujourd'hui ce qui fait que la fertilité des sols a baissé. De ce fait, la capacité qu'a le sol de lutter contre l'érosion et les inondations a presque disparu. Aussi le potentiel productif des terres a considérablement baissé. Le rendement est devenu très faible (0,3 t/ha pour le mil ; 0,15 t/ha pour le sorgho et 0,006 t/ha pour le niébé). Ceci est très faible pour un paysan, déjà exposé à la pauvreté, qui ne s'appuie que sur ce qu'il a récolté dans l'année pour satisfaire ses besoins alimentaires de l'année suivante. Beaucoup de terrains ont été abandonnés parce qu'ils ne produisent pas assez.

Situation avec tassa

La pratique des tassa à Koono a débuté en 2018 et 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 plus d'une tonne par hectare. 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'association culturale est généralement de type mil-niébé. Beaucoup de terrains qui

étaient devenus, sous l'effet de la battance (caractère d'un sol tendant à se désagréger et à former une croûte en surface sous l'action de gouttes de pluies), encroûtés, dénudés puis abandonnés autrefois ont été récupérés et cultivés. Cette pratique a permis à la terre d'avoir la capacité de l'infiltration de l'eau et de rétention de l'humidité, ce qui a pour effet d'augmenter la capacité de résistance aux sécheresses de quelques semaines sans pluie, une qualité que les champs n'ont pas avant leur restauration par les tassa. Cela a permis un bon développement de la biodiversité, surtout végétale. Les activités de récupération des terres ont fait réapparaître des espèces qui jadis 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, 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 fait des joies pour la population locale après la restauration. On a donc une augmentation des rendements agricoles par rapport à la situation de départ, et un revenu spécifique pour la mise en place des tassa (« cash for work ») bénéficiant aux populations locales. Cette situation a été analysée selon deux modèles de réalisation de Tassa.

Le modèle de Tassa tel que mis en place à Koono

Le scénario à Koono stipule que les tassa se font chaque année sur un autre champ. Mais les caractéristiques sableuses du sol dans cette zone ont fait que dès la deuxième année les trous de tassa sont bouchés baissant ainsi l'efficacité des ouvrages. La conception des ouvrages est accompagnée de l'apport de fertilisant (fumier + engrais) en première année comme ce qui est mentionné dans la littérature. Dans les prochaines années, comme les trous de tassa ont disparu et ne sont pas renouvelés, l'accompagnement en fumier n'est pas si important qu'en première année. Par exemple à l'année 2, 50% des semis de la principale spéculiation sont faits dans les trous de tassa où on a amené beaucoup de fumier en année 1. Alors les hypothèses suivantes sont émises (Figure 9a):

1. En deuxième et troisième année, les rendements baissent de 50% par rapport à l'augmentation eue en année 1. Ils baissent encore 75% à la quatrième année. Pour l'horizon de planification 8 ans, le rendement baisse de 1% chaque année à partir de l'année 4.
2. En dehors de la première année, l'apport du fertilisant est de 50% pour la deuxième et troisième année, ensuite de 25% à la dernière année ainsi que les autres années de l'horizon 8 ans.
3. Pour la situation « sans tassa », le rendement baisse de 1% chaque année durant tout l'horizon de planification. Mais les charges restent constantes.

Le model idéalisé en respectant les recommandations techniques

Comme la texture du sol à Koono est à caractère sableuse, la nécessité de recreuser les tassa chaque année pour garder une bonne productivité est fondamentale. En effet, après la première année, les trous des tassa sont bouchés ; ils n'ont plus l'effet qu'ils avaient en première année. Selon plusieurs auteurs dont GIZ (2012), la technique du zaï est appliquée tous les ans ou tous les deux ans (dans les mêmes trous ou en creusant des trous dans les espaces restants), ainsi la fertilité du sol est rétablie et le cycle de culture peut reprendre. Le modèle idéal de l'investissement des tassa consiste alors à réaliser les tassa chaque année dans le même champ ou au moins chaque 2 ans. Si la réalisation des tassa a été faite selon un tel model, plusieurs hypothèses sont retenues (Figure 9b):

1. Le rendement augmente de 3% durant quatre ans (horizon 4 ans) puis reste stable pour les prochaines années (horizon 8 ans).
2. Les charges restent stables pour l'horizon de planification 4 ans ; mais pour l'horizon 8 ans, la charge décroît à partir de l'année 4 puisque l'apport de fertilisant n'est pas important (les trous ne sont plus visibles pour amener le fumier).
3. En situation « sans tassa » l'hypothèse précédente (modèle Koono) est retenue.

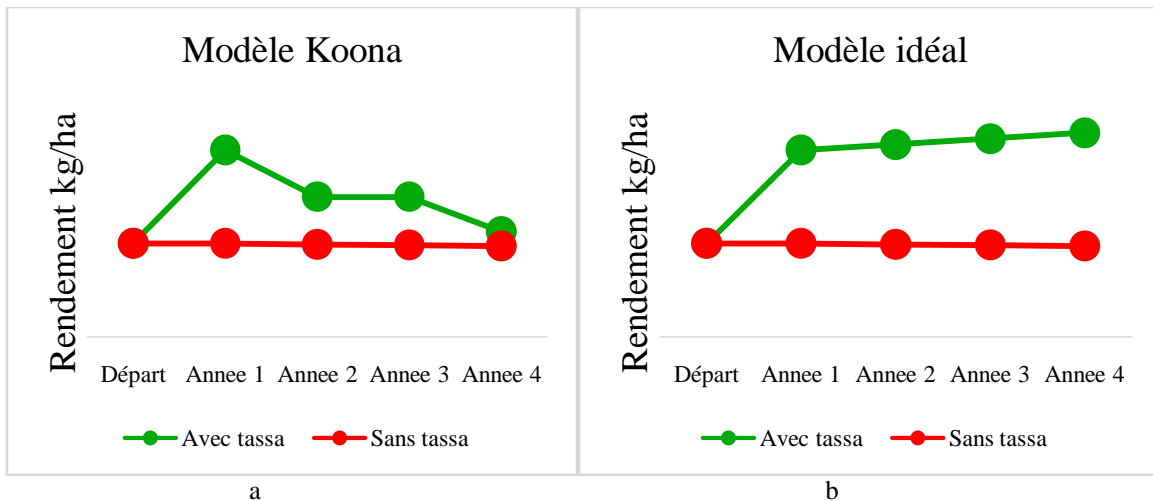


Figure 3:- Simulation de l'évolution des rendements des principales spéculations dans le temps selon les modèles Koonaa (a) et idéalisé (b).

Paramètres de l'analyse de sensibilité

Comme mentionné ci-dessus, les analyses financières et économiques s'étendent sur plusieurs années de planification et que la prévision des valeurs (futures) utilisées est sujette à l'incertitude. L'analyse de sensibilité est ainsi utilisée pour essayer de traiter cette incertitude. Elle requiert que les calculs nécessaires à la réalisation d'une ACB soient effectués en faisant varier la valeur des paramètres sur lesquels il y a de l'incertitude (FAO, 1980). Cette façon de procéder impose de formuler des hypothèses concernant les valeurs minimales et maximales probables suite à un événement survenu au futur. L'analyse de sensibilité permet de vérifier l'exactitude des résultats financiers et économiques en faisant varier les valeurs de paramètres de base pour voir le domaine de validité des conclusions obtenues.

L'analyse de sensibilité consiste à évaluer la robustesse sur la viabilité de la pratique des tassa en testant d'autres paramètres et suppositions dans des cas des situations hostiles comme la sécheresse, une catastrophe naturelle, une attaque des ravageurs ..., ainsi voir le niveau de changement dans la conclusion finale des analyses financières et économiques ci-dessus.

Le contexte climatique nigérien préconise qu'une sécheresse d'intensité élevée se produit une fois tous les dix ans, une sécheresse d'ampleur moyen 3 fois tous les 10 ans et une sécheresse de basse ampleur 5 fois tous les 10 ans (OXFAM, 2012). En effet, l'année de sécheresse d'intensité élevée est remarquée par une baisse drastique de production de toutes les spéculations et une volatilité des prix. L'analyse de sensibilité effectuée est basée sur ces deux aspects afin d'évaluer la résilience en cas de sécheresse d'intensité élevée : la volatilité des prix de marché domestique et la baisse de production. Sur la base d'une sécheresse par décennie, sachant qu'en 2011 il y a eu une grande sécheresse (sécheresse d'intensité élevée) qui a provoqué une pénurie alimentaire, l'année 2021 est considérée comme celle où surviendra une nouvelle sécheresse. En cette année, suite aux différents aléas climatiques, la production a été très mauvaise, nous supposons que le rendement a baissé de 20% en plus de l'envolée des prix des denrées.

Traitement et analyse de données

Les données primaires et secondaires ont été utilisées pour définir les différents paramètres de l'analyse. Ces paramètres ont été introduits dans Excel pour appliquer les différentes étapes de l'ACB. Ainsi la VAN et le TRI ont été calculés sur la base de quoi les rentabilités économiques et financières des différents investissements ont été évaluées. L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel SPSSv20. Comme la taille de notre échantillon est relativement petite ($n < 30$), le test de normalité est d'abord effectué. Ce test est réalisé à travers le test de Shapiro-Wilk. Le test de Levene sur légalité des variances pour vérifier l'homogénéité de l'échantillon est aussi effectué. Les deux tests sont significatifs si leur P-value est supérieure à 5%, seuil de signification de test. Des tests de student ont été réalisés pour comparer la quantité des services entre les pratiquants et les non pratiquants des Tassa sur les variables où la normalité est vérifiée. Par contre le test de Mann-Whitney a été appliqué sur des variables où l'homogénéité de la variance n'a pas été vérifiée.

Résultats:-

Caractéristiques physico-chimiques du sol de Koono

L'analyse physico-chimique a montré que la valeur moyenne du pH est au tour de 6,67 sur un intervalle de [6,33 à 7,19], aussi bien pour les champs traités que les témoins, se rapprochant ainsi de la valeur optimale (6,5) favorable à l'activité microbienne et la bonne assimilation des éléments nutritifs. Cependant, quelques valeurs sont au-dessus de 7, se trouvant ainsi dans la zone de blocages des oligoéléments pour la plante. Mais la différence entre les deux situations n'est pas significative 6,67 pour les témoins et 6,68 pour les tassa (Figure 4).

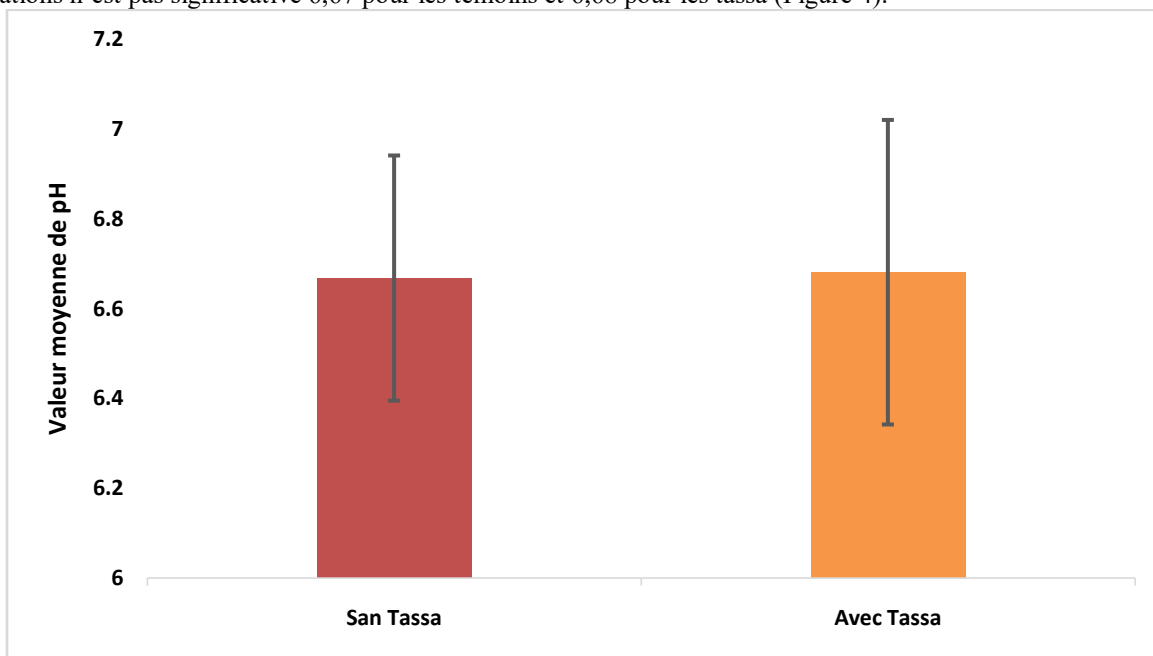


Figure 4:- Acidité des sols dans les champs avec et sans Tassa.

Les résultats de l'analyse de carbone confirment les conclusions de l'analyse de pH. En effet, le sol de Koono est un sol à vocation agricole. La matière organique du sol qui constitue le principal indicateur de la productivité du sol représente environ 58% de carbone en masse (FAO, 2017). La séquestration de ce dernier est effectuée via le transfert du carbone de la biomasse (animale ou végétale) vers le sol dans lequel il est stocké sous forme de carbone organique du sol. Le carbone du sol est respectivement de 82,48 mg/kg et 161,52 mg/kg pour les champs témoins et traités. La teneur du carbone dans le sol est significativement plus élevée dans les champs avec tassa que dans les champs témoins. Cette augmentation est due surtout à l'apport du fumier dans les trous de tassa (Diane, 2010).

Quantification des services d'approvisionnement

Les résultats des tests de Student montrent que les champs traités par les tassa présentent des rendements supérieurs aux champs sans tassa surtout pour la principale spéculatation (le mil). En effet, le test sur les variables « mil (grain) » et « tiges mil » révèle respectivement une significativité de (0,000007) et de (0,000107). Étant donné que la p-value est nettement inférieure à 5%, on peut conclure que la quantité moyenne des services écosystémiques avec tassa est supérieure à celle sans pratique des tassa (Tableau 1).

Tableau 1:- Comparaison des rendements de trois spéculatations cultivées en fonction des situations.

Produits agricoles	Sans tassa (kg/ha)	Avec tassa (kg/ha)
Mil grains	456,25	845,09
Tiges mil	1 741,94	2 674,74
Sorgho grains	180,14	165,71
Tiges sorgho	591,94	387,82
Niébé grains	71,39	125,46
Coques niébé	36,31	55,69
Fanes niébé	150,28	119,77

Par contre la différence n'est pas significative pour les autres services ($P > 5\%$). Les résultats ont également montré que la quantité de fane de niébé produite n'est pas significativement différente entre les sites traités et les sites sans tassa (Mann-Whitney, $p > 5\%$).

Quantification des services de soutien

Les producteurs sont bien conscients de l'importance de la pratique de tassa surtout dans l'amélioration de la fertilité de sol de leurs champs. Avant, ils ignorent ou ils n'ont pas encore pris conscience des autres biens et services comme l'amélioration de l'infiltration, la séquestration de carbone, la réduction des inondations, la purification de l'air et donc la régulation du climat. Ces services de régulation ont été évalués par la méthode de consentement à payer. En effet, la quantification en valeur monétaire a été faite en demandant aux enquêtés d'exprimer le montant qu'ils sont prêts à payer pour un service. Les résultats obtenus pour les 3 biens et services quantifiés sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2:- Valeurs monétaires total des certains services écosystèmes de regulation.

Consentements à payer	Valeur (FCFA)
Pour réduction du CO ₂	7 222
Pour réduction des inondations	5 000
Pour augmentation de l'infiltration des eaux	16 025

Un autre service lié directement au sol est la séquestration du carbone dans le sol. La quantité moyenne de carbone séquestrée est de 82,48 mg/kg et 161,52mg/kg pour les champs témoins et traités soit 0,34 t/ha et 0,67 t/ha respectivement.

Le prix de carbone dans le monde est relatif au pays surtout à sa puissance économique et industrielle. En effet, dans certains pays développés comme la France, la tonne de carbone est estimée entre 35 à 40 € mais en Afrique elle est inférieure à 10 € (I4CE, 2018). Pour cette étude, la tonne de carbone a été estimée à 5000 FCFA (8 €). Le résultat de test de Mann-Whitney montre qu'il y a une différence significative pour la variable « carbone du sol » entre les champs des bénéficiaires et ceux des témoins (p -value < 0.0001). La différence peut être expliquée par l'apport important du fumier dans les trous lors de la réalisation des tassa (2,5 tonne/ha). Cette différence se répercute sur le revenu des producteurs qui est plus élevé chez les pratiquants de tassa.

Évaluation économique des services écosystémiques

Lors de l'enquête socio-économique, les producteurs ont donné des prix du marché pour les différents services d'approvisionnement (tableau 3). Il est gardé identique pour toutes les situations (sans et avec tassa).

Tableau 3:- Prix unitaire des produits agricoles au marché local.

Produits	Unités	Prix unitaire (F CFA)
Mil grains	Tiya	350
Sorgho grains	Tiya	250
Niébé grains	Tiya	600
Tige mil	Fagot	50
Tige sorgho	Fagot	100
Coque niébé	Tiya	75
Fane niébé	Fagot	50
Sésame	Tiya	1000
Arachide	Tiya	700
Oseille	Sac	8000
Bois	Fagot	400
Fourrage	Fagot	150
Matériaux de construction	Traverse	200
Cueillette: Fruit	Tiya	300
PFNL: Leptadenia hastata	Calebasse	300
Produit de pharmacopée	Sac	2000

Flux sortant : coûts fixes

Pour travailler la terre, les producteurs doivent tout d'abord chercher les outils de travail nécessaires tout le long de l'horizon de planification. Cet investissement, appelé coût fixe, correspond à l'achat des outils et de leurs entretiens pendant cet horizon. L'agriculture étant essentiellement familiale, les outils utilisés sont très rudimentaires. La liste des outils est mentionnée dans le tableau 4. Ces outils agricoles sont multipliés en fonction de l'actif agricole qui est en moyenne de 4,28 personnes par ménage (données d'enquête). L'hypothèse émise est que la durée de vie des outils est de 4 ans en dehors de semoir (10 ans) et de faucheuse (2 ans). Les outils sont aiguisés chaque année, hormis le semoir qui n'a pas besoin d'être très tranchant. À la fin de la campagne agricole, tous les outils sont rangés jusqu'à la saison de pluie prochaine mais la hache et la daba peuvent être sollicitées à tout moment (creuser un trou, couper un arbre...). Ceci est valable pour les deux autres situations (avec et sans tassa).

Tableau 4:- Outils agricoles et leur utilisation.

Outils (Français)	Appellation locale (Hausa)	Utilisation	Prix d'achat (F CFA)	Nombre (actif agricole)	Durée de vie de l'outil	Entretien annuel (aiguisage) par outil (FCFA)
Houe	Kalme	Labour	2000	4	4 ans	200
Daba	Kwashe	Labour	2000	4	4 ans	200
Hilaire	Haiwa	Labour	3000	4	4 ans	200
Hache	Partanya	Défrichage	2500	4	4 ans	200
Semoir	Soungoumi	Semis	2000	4	10 ans	0
Faucheuse	Matsamiki	Récolte	200	4	2 ans	50

flux sortant : charges d'exploitation

Pour la conduite des cultures, les producteurs investissent financièrement ou physiquement (main d'œuvre salariale ou familiale) dans les opérations culturales. Ces charges d'exploitation sur la campagne agricole sont composées du coût de la main d'œuvre et du coût des intrants. Elles ont été estimées à partir de l'enquête socio-économique. Depuis la préparation du terrain jusqu'à la récolte, à différents niveaux, des charges ont été utilisées pour le bon déroulement des activités agricoles. 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 (démariage), les coûts de labour et les coûts de récolte. Ainsi, il faut noter que tous ces coûts ont été mesurés en hectare, ce qui nous permettra facilement d'extrapoler sur n'importe quelle superficie donnée. Les coûts sont déterminés à travers l'enquête socioéconomique qui permet à l'agriculteur de citer toutes ses dépenses liées à la production agricole. Ceci est valable pour les deux situations (avec et sans tassa).

Flux sortant : besoin en fonds de roulement

En pleine saison agricole, les producteurs ont besoin de liquidité pour financer certaines activités agricoles qu'ils ne peuvent pas réaliser. Hors les récoltes ne sont pas encore prêtes en cette période pour financer ces activités. Ils peuvent alors chercher cet argent ailleurs (emprunt, prêt, crédit ...). Le besoin en fonds de roulement est inclus dans l'ACB mais il n'intervient pas (ou n'influe pas) dans la décision finale car il doit être remboursé à la fin de la campagne ou de la planification.

Flux entrant : revenus agricoles bruts

Tous les bénéfices tirés des activités agricoles (et des activités secondaires agricoles) sont inclus dans cette rubrique. Le revenu agricole comprend en plus des recettes brutes des produits agricoles, les bénéfices tirés de la cueillette, de la chasse, du bois (bois d'œuvre et de chauffe) et des produits forestiers non ligneux (PFNL).

En outre, en dehors de la production agricole, les paysans s'approvisionnent en fourrage, en fruits, en bois, et en matériaux de construction comme l'herbe pour construire les cases, les branches pour faire les toits des cases, etc.

Flux entrant: revenus du cash for work (CFW)

Comme l'objectif principal des interventions des ONGs et autres acteurs de développement est de lutter contre la dégradation des terres en particulier et la pauvreté en général, le fond d'investissement (donné par les bailleurs) est distribué aux paysans comme revenu de la construction des ouvrages dans leurs propres champs. Ce CFW a un impact positif sur la vie économique du bénéficiaire. En effet, cet argent a permis aux bénéficiaires d'avoir accès aux vivres, aux outils agricoles et autres préoccupations majeures. À Koona, l'association villageoise qui travaille avec l'ONG KARKARA comporte 153 membres. Lors de la réalisation des ouvrages, les 153 bénéficiaires

construisent ensemble dans un même champ les trous des tassa et récupère 0,765 ha par jour. Ainsi chaque membre récupère 0,005 ha/jr et perçoit un montant de 1300 FCFA/jr. En extrapolant à l'hectare la surface totale récupérée par jour, chaque membre gagne un montant de 1699 FCFA/ha/jr. En d'autres termes, c'est l'investissement initial à l'hectare (260 000 FCFA) qui est divisé par les 153 membres. Cette somme (1699 FCFA) correspond au CFW que chaque bénéficiaire perçoit à l'hectare.

Flux entrant: revenus non agricoles (hors cash for work)

En hivernage, les producteurs s'occupent d'abord des travaux champêtres de leurs propres champs. Une fois terminés, ils font des « barema » c'est-à-dire ils travaillent dans d'autres champs pour de l'argent (main d'œuvre salariée ou occasionnelle). Le revenu non agricole comprend tout ce que le producteur gagne en dehors des revenus agricoles et qui a un lien avec la réalisation des ouvrages de GDT dans le village. Après la réalisation des tassa, la demande des « barema » est beaucoup plus importante et les forgerons fabriquent plus des outils agricoles. Le revenu non agricole estimé lors de l'enquête socio-économique s'élève à 35 460 FCFA par producteur pour le scénario sans tassa et 67 153 FCFA pour celui avec tassa.

Résultats de l'analyse financière sur 4 ans

Comme mentionné ci-dessus, l'horizon de planification est de 4 ans relatif à la durée de vie des tassa. Tous les bénéfices et les charges sont comptés pour chaque scénario. Ensuite le bénéfice net additionnel est calculé entre les deux scénarios (avec et sans investissement). Le bénéfice net additionnel (BNA) est la différence entre les flux de bénéfices nets issus de la pratique de tassa et les flux de bénéfices nets issus de la pratique de référence (sans tassa). Les résultats de l'analyse financière sur quatre ans selon les deux modèles sont présentés dans les tableaux 5, 6 et 7. L'analyse du tableau 5 montre que le BNA de l'analyse financière pour le modèle Koonna est positif pour toutes les années.

Selon le modèle tel que les tassa sont introduits à Koonna, c'est-à-dire qu'ils sont creusés seulement en première année et que les trous sont bouchés pour les prochaines années, la pratique de tassa/zaï n'est pas financièrement viable pour tous les taux d'actualisation de 1% à 1000%. Mais pour le taux d'actualisation de 1576% correspondant au taux de préférence pour le présent des producteurs, la VAN est positive. De même pour le modèle idéal, toutes les VAN sont positives. Par contre le TRI est non calculable pour les deux modèles.

Tableau 5:- Bénéfices nets de l'analyse financière selon le modèle Koonna sur 4 ans.

Scénario	Années	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4
		2018	2019	2020	2021
Sans Tassa	Flux entrants (FCFA)	63 027	68 130	67 755	67 383
	Flux sortants (FCFA)	56 055	56 055	56 055	56 055
	Bénéfice net total (FCFA)	6 973	12 075	11 700	11 328
Avec Tassa	Flux entrants (FCFA)	76 558	56 563	56 563	43 589
	Flux sortants (FCFA)	68 387	68 387	68 387	68 387
	Bénéfice net total (FCFA)	8 171	-11 823	-11 823	-24 798
Bénéfice additionnel apportés par les tassa par rapport à la situation de référence sans tassa		1 199	-23 898	-23 523	-36 126

Tableau 6:- Indicateurs de viabilité financière et prise de décision associée selon le modèle Koonna sur 4 ans.

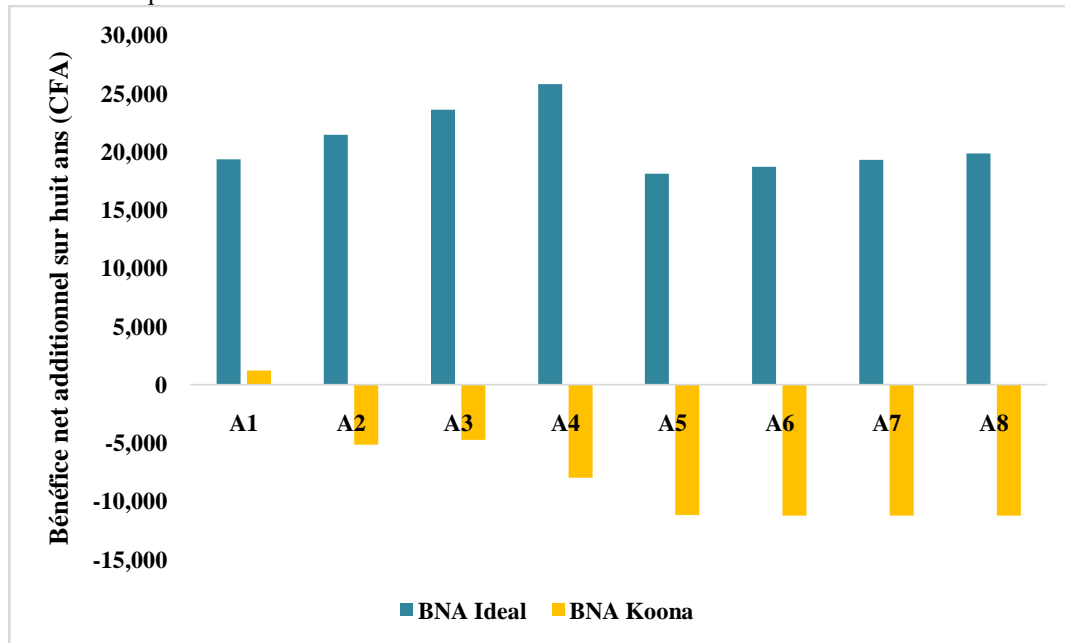
Taux d'actualisation	1%	10%	20%	50%	100%	1000%	1576%
VAN financière (FCFA)	-79 788	-61 009	-46 632	-23 928	-10 573	-109	-19
TRI financier	Non calculable						
Conclusion	VAN < 0 et TRI non calculable, ce qui implique que les tassa selon le modèle Karkara ne sont pas intéressantes du point de vue financier pour les agriculteurs						

Tableau 7:- Indicateurs de viabilité financière et prise de décision selon le modèle idéal sur 4 ans.

Taux d'actualisation	1%	10%	20%	50%	100%	1000%	1576%
VAN (FCFA)	87 868	70 656	57 107	34 511	19 592	1 954	1 235
TRI	Non calculable						
Conclusion	VAN>0, donc le tassa vaut la peine de point de vue financier, donc il est viable pour tous les taux d'actualisation (1% à 1576%).						

Résultats de l'analyse financière sur 8 ans

Sur un horizon de planification de huit ans le bénéfice net additionnel apporté par les tassa (exécutés selon le modèle Koono) par rapport à la situation de référence sans tassa est négatif sur les 7 dernières années (Figure 5) sauf la dernière année. A partir de cette 1^{ème} année le BNA chute de manière systématique et régulière jusqu'en année 8 (-11 251 FCFA). La VAN est négative pour tous les taux d'actualisation sauf pour 1000 % et 1576% (Tableau8). Le TRI, par contre n'est pas calculable.

**Figure 5:-** Bénéfices nets additionnels de l'analyse financière des deux modèles sur 8 ans.

Par contre si les tassa sont faits selon les normes techniques idéales, le BNA est positif pour toutes les 8 années. En effet, il croit jusqu'en année 4 puis baisse à partir de l'année 5 (Figure 5). Sur ce scénario aussi, les VAN sont positives pour tous les taux d'actualisation. Mais plus ce taux est élevé, moins la VAN est importante. Par conséquent la VAN la plus faible s'obtient pour le taux de préférence pour le présent exprimé par les producteurs. Cependant, les VAN suivant les normes techniques idéales des tassa sont plus intéressantes sur huit ans (Tableau 9) que celles où les tassa se font chaque année sur un autre champ (modèle Koono).

Tableau 8:- Indicateurs de viabilité financière et prise de décision suivant le modèle Koono sur 8 ans.

Taux d'actualisation	1%	10%	20%	50%	100%	1000%	1576%
VAN financière (FCFA)	-58 280	-36 516	-23 204	-8 035	-2 438	62	52
TRI financier	Non calculable						
Conclusion	VAN<0 et TRI non calculable, ce qui implique que les tassa selon le modèle Karkara ne sont pas intéressantes du point de vue financier pour les agriculteurs						

Tableau 9:- Indicateurs de viabilité financière et prise de décision selon le modèle idéal (8ans).

Taux d'actualisation	1%	10%	20%	50%	100%	1000%	1576%
----------------------	----	------------	-----	-----	------	-------	--------------

VAN (FCFA)	158 985	111 581	80 626	40 435	20 677	1 954	1 235
TRI	Non calculable						
Conclusion	VAN>0, donc le tassa vaut la peine de point de vue financier, donc il est viable pour tous les taux d'actualisation (1% à 1576%).						

Analyse économique sur 4 ans

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. Il y a aussi la suppression de la subvention sur les intrants subventionnés par l'État (paiement de transfert), s'appliquant principalement sur de l'engrais chimique plus correction sur le salaire (Valeur travail dans un marché réglementé et beaucoup de main d'œuvre désœuvrée). En effet, le prix d'engrais a été comptabilisé comme le producteur l'a acheté sur le marché. Or la majorité de l'engrais qui circule sur le marché a été subventionné par l'État. Le prix d'un kg d'engrais subventionné est de 280 F contre 360 F pour le non subventionné. Par contre le cash for work n'est pas inclus puisque même si les fonds proviennent de l'extérieur du pays (PAM), il est considéré 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.

Le BNA de l'analyse économique à l'horizon de planification 4 ans de la pratique mise en œuvre à Koono est négatif sur toutes les années (Tableau 10). Par contre la pratique est capable de générer des bénéfices tout au long des années de planification surtout si on respecte les normes techniques des tassa. Les tableaux 11 et 12 résument les conclusions des analyses économiques selon les modèles Koono et idéal. Les VAN sont positives pour le modèle idéal et négatives pour le modèle de Koono à tous les taux d'actualisation. Par contre, le TRI n'est pas calculable pour les deux modèles.

Tableau 10:- Bénéfices nets de l'analyse économique selon le modèle Koono sur 4 ans.

Scénario	Années	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4
Sans Tassa	Flux entrants (FCFA)	63 027	68 130	67 755	67 383
	Flux sortants (FCFA)	56 055	56 055	56 055	56 055
	Bénéfice net total (FCFA)	6 973	12 075	11 700	11 328
Avec Tassa	Flux entrants (FCFA)	74 859	56 563	56 563	43 589
	Flux sortants (FCFA)	101 213	101 213	101 213	101 213
	Bénéfice net total (FCFA)	-26 354	-44 650	-44 650	-57 624
Bénéfice additionnel apportés par les tassa par rapport à la situation de référence sans tassa		-33 327	-56 724	-56 349	-68 952

Tableau 11:- Indicateurs de viabilité économique et prise de décision associée selon le modèle Koono (4 ans).

Taux d'actualisation	1%	10%	20%	50%	100%	1000%	1576%
VAN économique (FCFA)	-209 557	-166 608	-133 026	-77 745	-42 198	-3 546	-2 203
TRI économique	Non calculable						
Conclusion	VAN<0, donc les tassa ne sont pas intéressantes du point de vue financier pour les agriculteurs						

Tableau 12:- Indicateurs de viabilité économique et prise de décision associée selon le modèle idéal (4 ans).

Taux d'actualisation	1%	10%	20%	50%	100%	1000%	1576%
VAN (FCFA)	108 755	88 199	71 773	43 763	24 739	2 228	1 390
TRI	Non calculable						
Conclusion	VAN>0, donc le tassa vaut la peine de point de vue économique, donc il est viable pour tous les taux d'actualisation (1% à 1576%).						

Analyse économique sur 8 ans

L'analyse des résultats des calculs économiques montre que le bénéfice net additionnel apporté par les tassa respectant les recommandations techniques est positif pour toutes les années (Figure 6). Néanmoins, comme pour l'analyse financière, le BNA du modèle Koona décroît de manière significative sur toutes les années. Les valeurs actuelles nettes économiques pour tous les taux d'actualisations sont positives seulement dans le scénario où les tassa sont réalisés en respectant les normes techniques de la pratique (Tableau 13 et Tableau 14).

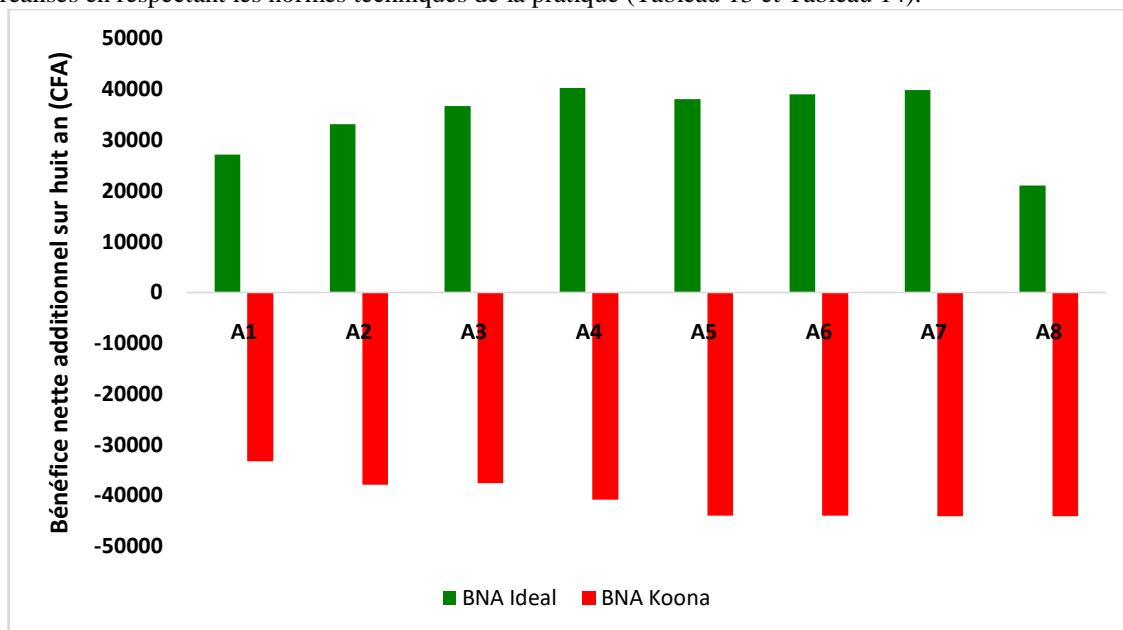


Figure 6:- Bénéfices nets additionnels de l'analyse économique des deux modèles sur 8 ans.

Tableau 13:- Indicateurs de viabilité économique et prise de décision selon le modèle Koona (8 ans).

Taux d'actualisation	1%	10%	20%	50%	100%	1000%	1576%
VAN économique (FCFA)	-311 138	-213 186	-150 579	-72 259	-35 986	-3 375	-2 132
TRI économique	Non calculable						
Conclusion	VAN<0, donc les tassa ne sont pas intéressantes du point de vue économique TRI non calculable donc les tassa ne sont pas intéressantes du point de vue économique.						

Tableau 14:- Indicateurs de viabilité économique et prise de décision selon le modèle idéal (8 ans).

Taux d'actualisation	1%	10%	20%	50%	100%	1000%	1576%
VAN (FCFA)	263 006	182 901	130 555	63 186	31 120	2 767	1 742
TRI	Non calculable						
Conclusion	VAN>0, donc le tassa vaut la peine de point de vue économique, donc il est viable pour tous les taux d'actualisation (1% à 1576%).						

Les conclusions de l'analyse économique sur la planification de 8 ans sont similaires à celles de 4 ans. Les VAN sont positives à tous les taux d'actualisation pour le modèle idéal et négatives pour le modèle Koona. Par conséquent, la pratique idéale des tassa, en respectant les normes techniques prescrites présente des meilleurs avantages au taux d'actualisation de 10 %. Par contre au taux d'actualisation préféré par les producteurs les bénéfices économiques et financiers sont plus faibles. Les TRI pour les deux scénarios ne sont pas calculables.

Analyse de sensibilité

Sur la base des hypothèses émise dans le chapitre précédent l'analyse de sensibilité a été effectuée. La baisse de la production en 2021 a engendré la rareté des produits et le prix des denrées alimentaires a augmenté considérablement et peut s'envoler jusqu'à sa valeur maximale. En période de soudure, on observe une envolée de prix consécutive à une raréfaction des denrées alimentaires sur le marché (Tableau 15).

Tableau 15:- Volatilité des prix en année de sécheresse.

Produits	Unités	Prix soudure (F CFA)	Prix normal (F cfa)
Mil grains	Tiya	900	350
Sorgho grains	Tiya	700	250
Niébé grains	Tiya	1500	600
Tige mil	Fagot	150	50
Tige sorgho	Fagot	200	100
Coque niébé	Tiya	125	75
Fane niébé	Fagot	350	50
Sésame	Tiya	1250	1000
Arachide	Tiya	1000	700

Les résultats de l'analyse de sensibilité selon les deux contextes (Tableau 16 et 17) montrent que la pratique de Tassa est rentable du point de vue financier et économique même dans une situation de production agricole défavorable où les prix s'envolent. Les VAN financières et économiques sont positives aux différents taux d'actualisation. Cependant, les artefacts de calcul du TRI ont fait en sorte qu'on obtienne des valeurs de TRI incalculables.

Tableau 16:- Analyse de sensibilité selon le contexte de tassa à Koonaa.

Taux d'actualisation	1%	10%	20%	50%	100%	1000%	1576%
Analyse de sensibilité financière 4 ans							
VAN (FCFA)	103 435	85 313	70 674	45 191	27 167	3 063	1 952
TRI	Non calculable						
Conclusion	VAN>0, donc le tassa vaut la peine de point de vue financier, donc il est viable pour tous les taux d'actualisation (1% à 1576%).						
Analyse de sensibilité financière 8 ans							
VAN (FCFA)	102 349	88 091	74 459	47 817	28 166	3 065	1 952
TRI	Non calculable						
Conclusion	VAN>0, donc le tassa vaut la peine de point de vue financier, donc il est viable pour tous les taux d'actualisation (1% à 1576%).						
Analyse de sensibilité économique 4 ans							
VAN (FCFA)	101 807	86 217	73 098	48 863	30 334	3 454	2 195
TRI	-91%						
Conclusion	VAN>0, donc le tassa vaut la peine de point de vue économique, donc il est viable pour tous les taux d'actualisation (1% à 1576%). TRI<10, alors le tassa n'est pas intéressant du point de vue économique.						
Analyse de sensibilité économique 8 ans							
VAN (FCFA)	118 490	103 425	87 883	56 333	32 864	3 457	2 195
TRI	Non calculable						
Conclusion	VAN>0, donc le tassa vaut la peine de point de vue économique, donc il est viable pour tous les taux d'actualisation (1% à 1576%).						

Tableau 17:- Analyse de sensibilité selon les normes idéales prescrites de tassa.

Taux d'actualisation	1%	10%	20%	50%	100%	1000%	1576%
Analyse de sensibilité financière 4 ans							
VAN (FCFA)	101 901	80 630	64 149	37 396	20 504	1 955	1 235
TRI	Non calculable						
Conclusion	VAN>0, donc le tassa vaut la peine de point de vue financier, donc il est viable pour tous les taux d'actualisation (1% à 1576%).						
Analyse de sensibilité financière 8 ans							
VAN (FCFA)	169 735	123 144	90 813	45 810	22 568	1 956	1 236
TRI	Non calculable						
Conclusion	Pour VAN>0, donc le tassa vaut la peine de point de vue financier, donc il est viable						

	pour tous les taux d'actualisation (1% à 1576%).						
Analyse de sensibilité économique 4 ans							
VAN (FCFA)	118 560	95 308	76 916	46 062	25 618	2 264	1 412
TRI	Non calculable						
Conclusion	VAN>0, donc le tassa vaut la peine de point de vue économique, donc il est viable pour tous les taux d'actualisation (1% à 1576%).						
Analyse de sensibilité économique 8 ans							
VAN (FCFA)	264 426	187 014	134 604	64 392	30 148	2 267	1 413
TRI	Non calculable						
Conclusion	VAN>0, donc le tassa vaut la peine de point de vue économique, donc il est viable pour tous les taux d'actualisation (1% à 1576%).						

Discussion:-

L'analyse physico-chimique a montré que le pH du sol varie en moyenne de 6,67 à 6,68 respectivement pour la situation sans et avec tassa. Ces résultats montrent que ces sols ne se sont pas acidifiés malgré leur utilisation intensive du fait de la saturation foncière dans la zone. Cette teneur de pH est maintenue grâce à l'activité biologique du sol qui dégrade la matière organique et enrichit le sol en éléments minéraux sans effet sur le pH. Ceci favorise d'avantage les microorganismes du sol notamment les bactéries qui se développent mieux lorsque le pH du sol évolue vers sa valeur neutre (pH autour de 7) (Sonogo 2012). La valeur du carbone dans le sol est significativement plus élevée dans les champs avec tassa (161,52 mg/kg) que dans les champs témoins (82,48 mg/kg). Cette augmentation est due surtout à l'apport du fumier dans les trous de tassa (Diane, 2010). Ce qui a permis d'augmenter le rendement surtout pour le mil. Il varie respectivement de 300 à 690 kg/ha et de 570 à 1107 kgen champs témoins et sous la pratique de tassa. Ces résultats confirment effectivement que les pratiques de restauration des terres améliorent significativement la productivité des terres agricoles (Moustapha 2010, WOCAT 2011, Bouzou et Dan Lamso 2004, Roose et al. 1995).

L'analyse statistique sur les services écosystémiques montre que les variables « mil » et « tiges mil » pour les services d'approvisionnement et la variable « carbone du sol » pour les services de régulation présentent des différences significatives entre les pratiquants des tassa et les non pratiquants tandis que les autres variables ne présentent pas des différences significatives. Ceci est dû au fait que seul le mil (principale spéculation) est semé dans le trou des tassa (où il y a effet des tassa et aussi des fumures organiques). Aussi, il faut noter que la différence observée est celle observée seulement entre la première et la deuxième année. Or il faut plusieurs années après réalisation pour constater une nette différence entre la situation avec et sans traitement surtout pour les services écosystémiques comme les bois de chauffe ou de main d'œuvre.

Suivant les indicateurs de rentabilité (VAN>0 et TRI non calculable), la pratique de tassa est rentable si on respecte les préconisations techniques alors qu'elles conduisent à appauvrir les producteurs dans le cas contraire. Les VAN sont positives à tous les taux d'actualisation de 1% à plus de 1000% et sur tous les horizons de planification (4 ans et 8 ans). Néanmoins le modèle idéalisé dégage une VAN financière inférieure au modèle Koono sur 4 ans. La pratique de tassa selon le modèle Koono est donc moins profitable aux producteurs sur 4 ans. Ceci est probablement dû aux charges très importantes du modèle (creusement et l'apport de fertilisant) et du non respect des recommandations. Sur 8 ans, les VAN du modèle idéalisé sont nettement supérieures à celles du modèle Koono. Cela montre que les VAN suivant les normes techniques idéales des tassa sont plus intéressantes sur huit ans que celles où les tassa se font chaque année sur un autre champ (Koono). C'est surtout l'impact des ouvrages après leur durée de vie qui est différent. Suivant le modèle Koono, les tassa perdent leur efficacité dès la première année car le caractère sableux des sols fait que les trous sont bouchés avant même la tombée de la première pluie. Mais s'ils sont réalisés chaque année sur le même champ durant les 4 ans (modèle idéal), la terre est restaurée et garde une bonne productivité pour les autres années ce qui permet d'engrener un bénéfice permettant d'améliorer le revenu des producteurs (Abdoulaye et Ibro 2006)..

Les résultats de l'analyse économique révèlent des VAN positives sur 4 ans et 8 ans à tous les taux d'actualisation si on respecte les consignes techniques des ouvrages. Au taux d'actualisation des producteurs, la VAN des tassa mis en œuvre à Koono est positive. Ceci montre que les producteurs visent le court terme plus que le moyen et/ou long

terme. Le TRI est non calculable pour le scénario idéal. Par contre, pour le scénario à Koono sur 4 ans, la valeur de TRI (-90%) est nettement inférieure à 10%, valeur retenue pour le coût d'opportunité du capital. Ainsi, en prenant en compte cet indicateur, l'investissement des tassa à Koono ne vaut pas la peine du point de vue économique. Cependant, l'interprétation de ces deux indicateurs économiques est paradoxale. La VAN indique que le projet n'est pas rentable mais on ignore le sens du TRI puisqu'il n'est pas calculable. Mais selon plusieurs travaux dont Perce et al (2006) la VAN est l'indicateur le plus fiable entre les deux. Alors nous concluons que la pratique de tassa est économiquement rentable si on les réalise suivant les normes techniques mais contribuent à appauvrir les producteurs dans le cas contraire.

Conclusion:-

La restauration des terres par la pratique de tassa est un moyen efficace de récupérer les terres dégradées et d'accroître la résilience en vue d'améliorer la sécurité alimentaire des producteurs. L'impact des tassa a été positif avec une diversité des services écosystémiques que les producteurs tirent de leurs champs, par rapport aux champs témoins. Ces services écosystémiques sont pour la plupart des services d'approvisionnement tels que la production agricole, le bois, le fourrage, les matériaux de construction, etc., exceptés quelques services de régulation et de soutien (séquestration du carbone, infiltration des eaux ...). Le rendement de la principale spéculature (mil) peut atteindre jusqu'à 1107 kg/ha sous tassa contre 680 kg/ha en champ témoin.

L'évaluation économique des zaï/tassa a montré que la pratique est rentable sur le plan économique et financier et sur tous les horizons de planification (4 ans et 8 ans) même en cas d'une catastrophe naturelle (sécheresse de 1er degré). En effet, toutes les VAN sont positives à un taux d'actualisation de 10% et même pour le taux d'actualisation exprimé par la population (1576%). Cependant, suivant les normes idéales de la technique, le projet est plus intéressant si on veut lutter efficacement contre la dégradation des terres agricoles que ce qui se passe à Koono c'est-à-dire les tassa réalisés sur un sol à texture sableuse et creusés seulement en année 1. À Koono, la pratique de tassa n'est rentable que si on respecte les recommandations techniques.

Pour avoir une plus grande chance de mettre à l'échelle la pratique de tassa, il faut un meilleur ciblage de terres qui seront récupérées via l'opération de cash for work et une autonomisation financière des producteurs.

Les pratiques de gestion durable des terres sont des techniques efficaces de lutte contre la dégradation des terres et dans la restauration des fonctions écologiques des écosystèmes mais leur rentabilité économique et financière dépend structurellement du respect des recommandations techniques surtout en lien avec la géomorphologie.

Références Bibliographiques:-

- ABDOULAYE T., AMOUKOU I.A., BAOUA I., DAN LAMSO N., GUÉRO Y., IBRO G., LARWANOU M., MARTHE D., SAADOU M., SABINE A. & YAMBA B., 2006 - Impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles (GRN) au Niger : Rapport de synthèse. Rapport de synthèse, CRESA, Niamey, Niger, 65 p.
- ABDOULAYE T. & IBRO G., 2006 - Analyse des impacts socioéconomiques des investissements dans la gestion des ressources naturelles: Etude des cas dans les régions de Maradi, Tahoua et Tillabery au Niger. Rapport de synthèse, CRESA, Niamey, Niger, 73 p.
- AYMERIC R., MYINT M. & WESTERBERG V., 2014 - An economic valuation of sustainable land management through agroforestry in eastern Sudan. Report for the Economics of Land Degradation Initiative by the International Union for Conservation of Nature, Nairobi Kenya, 50 p., www.eld-initiative.org.
- BIED-CHARRETON M., 2017 - Problématique de la dégradation et de la restauration des terres les questions posées par la compensation. Rapport de synthèse, France, 46 p., www.csf-desertification.org.
- BOTONI E. & SUBSOL S., 2013 - La mise à l'échelle de la gestion durable des terres au Sahel : des solutions pour une sécurité alimentaire durable. Rapport de synthèse, CILSS, 17 p.
- BOUZOU M.I. & DAN LAMSO N., 2004 - Le « Tassa » : une technique de conservation des eaux et des sols bien adaptée aux conditions physiques et socio-économiques des glaciers des régions semi-arides (Niger). Géographie alpine, 92, (1), 61-70.
- CEPRI, 2011 - L'ACB (analyse coût/bénéfice): une aide à la décision au service de la gestion des inondations. Guide d'utilisateur, France, 44 p.
- CS-GDT NIGER, 2014 - Cadre stratégique de la gestion durable des terres (CS-GDT) au Niger et son plan d'investissement 2015 - 2029. Rapport de synthèse, Ministère de l'environnement, Niger, 100 p.
- DIANE K.S., 2010 - Effet de techniques de CES sur les composantes du rendement du sorgho et les propriétés

- chimiques du sol à l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'étude. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 69 p.
- DIBOULONI J.B., 2004 - Analyse de l'adoption des techniques du zaï et des cordons pierreux dans les régions du Centre et du Centre-sud. Mémoire de fin d'étude. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 120 p.
- DIEDHIOU M.L., 2018 - Évaluation coûts-bénéfices des pratiques de gestion durable des terres au Sénégal et au Niger. Mémoire de Master II. Université Libre de Bretagne, Angletère, 55 p.
- FAO, 1980 - Analyse économique des projets forestiers. Rome, Italie, 229 p.
- FAO, 1987 - Boisement en milieu rural. Fao.org. www.fao.org/docrep/x5861f/x5861f00.htm#Contents, consulté le 16 février 2019.
- FAO, 2013 - Le rôle de la foresterie dans la lutte contre la désertification. Fao.org. <http://www.fao.org/docrep/t0115f/t0115f08.htm>, consulté le 25 octobre 2019.
- FAO, 2016 - LES SOLS, LES TERRES ET L'EAU : Adaptation et atténuation dans le cadre des changements climatiques. Brochure publicitaire, 16 p., www.fao.org/climate-change.
- FAO, 2017 - Carbone Organique du Sol: une richesse invisible. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie, 90 p.
- GARBA A.Y., 2015 - Impacts des dispositifs de récupération de terre sur les écosystèmes dans le terroir de Dan Madatchi. Mémoire de licence. Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 47 p.
- GIZ, 2012 - Bonnes pratiques de conservation des eaux et des sols : Contribution à l'adaptation au changement climatique et à la résilience des producteurs au Sahel. Rapport de synthèse, BMZ, Bonn, 60 p., www.giz.de.
- I4CE, 2018 - Les comptes mondiaux du carbone en 2018. Note de synthèse, Paris France, 5 p.
- IAEA, 2018 - Lutte contre l'érosion des sols. <https://www.iaea.org/fr/themes/lutte-contre-lerosion-des-sols>, consulté le 11 avril 2020.
- INITIATIVE ELD, 2014 - Une initiative mondiale pour la gestion durable des terres. Brochure publicitaire, GIZ, Bonn, Allemagne, 4 p.
- INITIATIVE ELD, 2015 - La valeur des terres: Terres prospères et résultats positifs grâce à une gestion durable des terres. Rapport de synthèse, GIZ, Bonn, Allemagne, 172 p., www.eld-initiative.org.
- INITIATIVE ELD & UNEP, 2015 - L'économie de la dégradation des terres en Afrique: les bénéfices de l'action l'emportent sur ses frais. Rapport complémentaire de l'initiative ELD, 160 p.
- INS-NIGER, 2018 - Fiche sur l'évolution des principaux indicateurs sociodémographiques et agrégats macroéconomiques du Niger. Fiche indicateur, Niamey, 6 pages p.
- JAICAF, 2009 - Les céréales au Niger—Accent sur le mil et le sorgho—. Rapport final, L'Association pour la Collaboration Internationale en matière d'Agriculture et de Forêts du Japon, 117 p.
- KINANE L.M., 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. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 83 p.
- LOWENBERG-DEBOER J., ABDOULAYE T. & KABORÉ D., 1994 - The Opportunity Cost of Capital for Agriculture in the Sahel: Case Study Evidence from Niger and Burkina Faso. Staff paper, 94–2. Department of Agricultural Economics, Purdue University, West Lafayette, USA.
- MAVSAR R., HERREROS F., VARELA E., GOURIVEAU F. & DUCLERCQ M., 2014 - Méthodes et outils d'évaluation socio-économique des biens et services rendus par les écosystèmes boisés méditerranéens. Rapport technique, Plan Bleu, Tunisie, 130 p.
- MAZZUCATO V. & NIEMEIJER D., 2001 - Le Sahel: une dégradation des terres exagérée, un potentiel paysan sous-estimé. Rapport de synthèse, 30 p.
- MOUSSA M., 2013 - Effet des techniques de récupération des terres dégradées sur les performances agronomiques de cultures et la réduction de pertes en terres: Cas de Sadoré au Niger. Mémoire de fin de cycle. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 74 p.
- MOUSTAPHA A.M., 2010 - Rapport sur les techniques de captage de l'eau des pluies au Niger. Rapport de synthèse, Niger, 29 p.
- OXFAM, 2012 - Étude Analyse Coût-Bénéfice - Intervention « cash for work » dans la réponse précoce à la crise alimentaire dans le sahel. Étude de cas: NIGER. Rapport d'étude, Niger, 28 p.
- PANEL DE MONTPELLIER, 2014 - Une Mission Substantielle: conserver, restaurer et améliorer les sols d'Afrique. Rapport de synthèse, Agriculture for impact, London, 40 p.
- PDC KOONA, 2016 - Présentation de la commune rurale de Koonna. Plan de Développement Communal, 47 p.
- PDC NDT, 2018 - Processus de définition des cibles de Neutralité en matière de Dégradation des Terres. Rapport Final du Programme de Définition des Cibles de NDT, République du Niger, Niamey, Niger, 48 p.

- PEARCE D., ATKINSON G. & MOURATO S., 2006 - Analyse coûts-bénéfices et environnement: Développement récents. Rapport de synthèse, Organisation de Coopération et de Développement Economiques, France, 355 p.
- QUILLÉROU E., ZAKREWSKI L., TOURÉ K. & SARR G., 2019 - Investir dans la gestion durable des terres au Sénégal pour atténuer les conflits d'usage. Synthèse des quatre cas d'étude ELD au Sénégal: Forêt classée de Pata (Kolda), Kamb (Louga), Mbar Diop (Thiès) et DagaBirame (Kaffrine). Rapport de l'Initiative ELD, 88 p., www.eld-initiative.org.
- RECA, 2017 - Terres récupérées avec l'appui du PAM: Synthèse du rapport du RECA (Réseau National des Chambres d'Agriculture du Niger). Rapport de synthèse, RECA, Niamey, Niger, 4 p.
- RENACOM, 2011 - Répertoire National des Communes du Niger. 2011.
- REQUIER-DESJARDINS M. & BIED-CHARRETON M., 2006 - Evaluation des couts économiques et sociaux de la dégradation des terres et de la désertification en Afrique. Rapport de synthèse, Centre d'Economie et d'Ethique pour l'Environnement et le Développement, Université de Versailles St Quentin- en- Yvelines, France, 163 p.
- RFI, 2018 - Le prix Nobel alternatif attribué à «l'homme qui a arrêté le désert». RFI. www.rfi.fr/fr/afrique/20180926-yacouba-sawadogo-prix-nobel-alternatif-agriculture-burkina-faso-agriculture-avancee, consulté le 15 mars 2020.
- ROOSE E., KABORE V. & GUENAT C., 1993 - Le zaï: Fonctionnement, limites et amélioration d'une pratique traditionnelle africaine de réhabilitation de la végétation et de la productivité des terres dégradées en région soudano-sahélienne (Burkina Faso). Cah. Orstom, sér. Pédol, 28, (2), 159-173.
- ROOSE E., KABORE V. & GUENAT C., 1995 - Le zaï, une technique traditionnelle africaine de réhabilitation des terres dégradées de la région soudano-sahélienne (Burkina Faso). John LibbeyEurotext, Paris, 249-265.
- SIDIBÉ Y., MYINT M. & WESTERBERG V., 2014 - Évaluation économique de l'agroforesterie et de la restauration des terres dans la forêt du Kelka au Mali. Évaluation des dimensions socio-économiques et environnementales de la dégradation des terres. Rapport pour l'Initiative Economics of Land Degradation, par l'Union internationale pour la conservation de la nature, Nairobi Kenya, 48 p.
- SONOGO M.K., 2012 - Capitalisation des bonnes pratiques de gestion durable des terres pour l'adaptation à la variabilité et au changement climatique au Mali: analyse d'impacts agronomiques environnementaux et socioéconomiques. Mémoire de fin d'étude/Master 2. Centre Régional AGRHYMET, Niamey, Niger, 84 p.
- SRAT, 2007 - Schéma Régional d'Aménagement de Territoire de Maradi 2008-2023. Rapport technique, Direction Régionale du Plan, Maradi.
- TRAORE S., 2019 - Présentation étude ELD au Burkina Faso. juin 2019.
- UNCCD, 2011 - Désertification, une synthèse visuelle. Rapport de synthèse, 52 p.
- UNEP, 1997 - World Atlas of Desertification. Second edition. London, Arnold.
- VANEK S., FONTE S. & MAGONZIWA B., 2018 - Soil Health Evaluation Manual. Manuel de pratique, McKnightFoundation, 71 p.
- WOCAT, 2009 - Les bénéfices de la gestion durables des terres. Rapport de synthèse, CDE, Université de Berne, 16 p., www.wocat.org.
- WOCAT, 2011 - La pratique de la gestion durable des terres: Directives et bonnes pratiques pour l'Afrique subsaharienne. Rome, TerrAfrica, 243 p., www.wocat.net.
- YELKOUNI M., 2010 - Méthodes d'évaluation monétaire de l'environnement et de ses ressources. Rapport technique, Paris France, 25 p.
- ZOUNGRANA P., 2017 - Système de gestion des connaissances dans la région du sahel: Cas du CILSS. Forum régional de l'initiative africaine pour lutter contre la désertification en vue de renforcer la résilience face au changement climatique dans le sahel et la corne de l'Afrique. mars 2017.