



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Perception des impacts du changement climatique des agropasteurs et adoption des innovations au Niger

Seyni SIDDO¹, Yahoussa GAMBO² et Issa HAMADOU^{1*}

¹*Departement Productions Animales, Institut National de la Recherche Agronomique du Niger.*

²*Departement Economie et Sociologie Rurale et Transfert de Technologie, Institut National de la Recherche Agronomique du Niger.*

**Auteur correspondant ; E-mail: issamodi_2@yahoo.fr*

Received: 27-10-2023

Accepted: 25-01-2024

Published: 29-02-2024

RESUME

L'objectif de cet article est de déterminer l'importance des stratégies introduites auprès des agropasteurs dans le cadre de la résilience climatique en vue d'évaluer l'incidence de certains facteurs sur l'adoption des technologies. Pour atteindre cet objectif, une enquête est conduite auprès de 239 agropasteurs dans la zone périurbaine de Tahoua. Les données collectées ont été analysées avec la méthode Maximum Différence. Concernant les principaux paramètres climatiques et anthropiques affectant la production de biomasse des parcours, la majorité des producteurs a indiqué que c'était le retard et la fin précoce des pluies (42%), la mortalité prématurée des espèces annuelles (30%) et le ramassage de la paille (46%). Les stratégies d'adaptation les plus importantes étaient: ensemencement des aires des pâturages (1,00), culture fourragère à double usage (0,88) et banques d'intrants zootechniques (0,72). Les mesures les moins préférées sont résidus de ménage (0,32), blocs multi-nutritionnels (0,33) et traitement de la paille à l'urée (0,39). Les contraintes freinant l'adoption des stratégies étaient la disparition espèces végétales des sites ensemencées, la faiblesse du respect des règles des cadres de concertations villageoises et le déficit de l'approvisionnement en aliments-bétail. Ces résultats constituent des pistes pour l'évaluation des obstacles à l'adoption des stratégies afin d'accroître l'efficacité de la vulgarisation des innovations en Afrique.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Climat, élevage, exploitations agropastorales, Tahoua.

Perception of climate change impacts of agropastoralists and adoption of innovations in Niger

ABSTRACT

The purpose of this paper is to determine the importance of strategies introduced to agropastoralists in the context of climate resilience in order to evaluate the impact of certain factors on the adoption of technologies. To achieve this objective, a survey is conducted among 239 agropastoralists in the peri-urban area of Tahoua. The data collected was analyzed with the Maximum Difference method. Concerning the main climatic and anthropogenic parameters affecting the production of rangeland biomass, the majority of producers indicated that it was the delay and early end of rains (42%), premature mortality of annual species (30%) and the straw collection (46%). The most important adaptation strategies were: seeding of pasture areas (1.00), dual-use fodder cultivation (0.88) and livestock input banks (0.72). The least preferred measures are household residues (0.32), multi-nutrient blocks (0.33) and treatment of straw with urea (0.39). The constraints

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

9549-IJBCS

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v18i1.14>

hindering the adoption of strategies were the disappearance of plant species from sown sites, poor compliance with the rules of village consultation frameworks and a shortage of livestock feed supplies. These results provide avenues for assessing the obstacles to the adoption of strategies in order to increase the effectiveness of the popularization of innovations in Africa.

© 2024 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords : Climate, livestock, agropastoral farms, Tahoua.

INTRODUCTION

Le mode de conduite des animaux domestiques en élevage extensif au Niger est dicté par l'état des pâturages naturels communautaires qui constituent la base de l'alimentation du cheptel. Cependant, l'abondance ou l'insuffisance des ressources fourragères dépend de la pluviométrie qui, elle-même varie d'une année à l'autre dans le temps et l'espace. Ainsi, si la pluviométrie favorise une bonne repousse de la végétation, la majorité des animaux est maintenue sur le terroir villageois durant toutes les saisons. Néanmoins, si la saison des pluies n'a pas permis une bonne reprise du tapis fourrager, cette sédentarité des troupeaux villageois est rompue. Cette rupture s'observe généralement pendant la saison sèche chaude qui coïncide avec l'épuisement des résidus des récoltes. Pour au moins maintenir le cheptel en vie, une transhumance stratégique s'impose alors sur des distances et des modalités variables selon les éleveurs et les zones d'accueil. Toutefois, cette transhumance jugée jadis salvatrice, est en train d'être abandonnée par les pasteurs à cause de l'inaccessibilité de certaines zones de pâturages pour des raisons d'insécurité, les intempéries et les vols à mains armées (Bonnet et al., 2014). L'abandon de cette mobilité stratégique se traduit par un processus d'implantation de certains groupes de pasteurs dans les zones humides. Ce qui impose à ces pasteurs une utilisation intensive des zones de parcours communautaires autour des villages. Mais, les effets des changements climatiques ont diminué la capacité de charge de ces aires de pâturages en fragilisant ainsi les conditions d'accès à une bonne alimentation du cheptel dans ces zones d'accueil, qui n'est pas sans conséquence sur la productivité du bétail. Ceci crée aussi des conflits, d'autant plus que le cheptel des agriculteurs résidents est en croissance également (CILSS, 2010 ; Kiéma et al., 2014 ; inter-réseaux Développement Rural, 2020).

Ainsi, pour améliorer la productivité du cheptel et limiter les conflits liés à l'utilisation des ressources pastorales, il y a une nécessité d'évoluer vers des pratiques et des systèmes semi-intensifs dans les milieux villageois, par le déploiement des innovations technologiques en élevage des animaux domestiques. Cette idée est généralement bien partagée par les éleveurs, les décideurs politiques et les partenaires techniques et financiers du développement agricole. Cette situation a fait que les éleveurs s'ouvrent progressivement au changement et à l'adoption de nouvelles techniques dans le domaine de l'élevage (diversification de la mobilité stratégique, accès aux aliments bétail, développement de la pluriactivité, ...etc.) (Bonnet et al., 2014 ; Tabbo et al., 2016 ; Tabbo et al., 2017 ; Ouédraogo et al., 2022). Face à cette nouvelle donne, l'enjeu pour les institutions de recherche et les projets de développement est de proposer des paquets technologiques innovants afin de favoriser l'intensification des productions agropastorales dans un contexte de variabilité climatique plus contraignant que dans le passé. A cet effet, plusieurs techniques d'amélioration de la productivité et de maintien durable du système de productions animales s'appuyant sur des innovations qui visent à favoriser une meilleure alimentation du cheptel domestiques sont introduites dans les villages par les projets de développement (Soumana et al., 2011 ; Kiema et al., 2012 ; Abdou et al., 2019 ; Azando et al., 2022).

Cependant, l'adoption d'une innovation engendre des incertitudes chez de nombreux chefs d'exploitation agropastorale. La densité de ces incertitudes varie selon l'utilité que l'innovation procure dans l'exploitation et les conditions techniques de sa mise en œuvre (Roussy et al., 2015). L'analyse des déterminants socio-économiques de l'adoption des innovations permet une bonne compréhension du comportement des producteurs face aux

différents paquets d'innovations. A cet effet, de nombreux travaux ont permis d'identifier ces déterminants socioéconomiques qui peuvent influencer l'adoption et l'application des innovations dans les exploitations agropastorales. Mais, il existe peu de travaux sur la détermination du poids des innovations dans les exploitations agricoles en accord avec leur processus d'adoption. La détermination de l'importance relative de chaque innovation permet une bonne compréhension du comportement des producteurs face aux différents paquets d'innovations. L'objectif principal de ce travail était de déterminer le poids des innovations dans les exploitations agropastorales dans la zone périurbaine de Tahoua.

MATERIEL ET METHODES

Matériel

Zone d'étude

L'étude a été conduite dans la zone périphérique de la Commune Urbaine de Tahoua dans le centre nord-est du Niger (14°53'40'' N, 5°15'52''E, altitude 380 m). Cette commune est située dans la zone agro-climatique sahélienne du Niger et caractérisée par l'alternance d'une saison sèche de 8 à 9 mois (octobre à mai/juin) et d'une saison de pluies de 3 à 4 mois (juin/juillet à septembre) avec moins de 30 jours de pluie en général. Le régime pluviométrique de la zone d'étude est marqué par un déficit chronique et une mauvaise répartition des pluies dans le temps et l'espace. On y observe aussi un arrêt des pluies de façon précoce avant la fin du cycle de la végétation. La moyenne annuelle de pluies enregistrées sur une période de trente (30) ans à Tahoua est estimée à 362,84±88,9 mm avec 17 années déficitaires et 13 années excédentaires (Hawey et al., 2020). On distingue deux (2) types de vents : l'harmattan qui souffle d'octobre à avril en direction du Nord-Est et la mousson qui souffle de mai à septembre en direction du Sud-Ouest. Les températures moyennes minimale et maximale sont élevées avec respectivement de 22,2° C et 36,2° C de 1990 à 2019 (CNEDD, 2020). L'élevage est la seconde activité des populations de la zone après l'agriculture. Les activités commerciales se sont limitées la vente des produits de première nécessité et du bétail, notamment avec quelques pays limitrophes comme le Nigeria, le Bénin, la Libye et l'Algérie (Pini et Tarchiani, 2007).

Les sols sont pauvres et soumis à l'érosion hydrique et éolienne.

Sur les parcours, les espèces végétales suivantes sont rencontrées : *Cleome sp*, *Cenchrus biflorus*, *Panicum turgidum*, *Indigofero nummularifolia* et *Aristida matabulis*. Elles ont formé un tapis herbacé continu rendant ainsi la zone propice à l'élevage pastoral. La strate ligneuse est surtout localisée dans les bas-fonds (vallées), où les principales espèces sont *Acacia raddiana*, *Acacia nilotica*, *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis*, *Ziziphus mauritiana*, *Acacia ehrenbergiana* et *Acacia senegal* (Pini et Tarchiani, 2007 ; Conseil Régional de Tahoua, 2017). La production de biomasse est estimée entre 494 à 629 Kg MS /ha avec un effectif de 387679 UTB en 2019 dans le Département de Tahoua. Les élevages sont caractérisés par une grande mobilité (transhumance, locale gardée, divagation) des animaux pour accéder à des parcours naturels pouvant satisfaire leurs besoins en fourrages et en ressources en eaux pour l'abreuvement (Ministère élevage, 2021). Ces facteurs ont montré le caractère précaire des productions végétales et mis en exergue la vulnérabilité des ménages agropastoraux au changement climatique et la nécessité d'adaptation de ces ménages.

Outils de collecte de données

Deux outils de collecte des données ont été utilisés dans cette étude. Le premier outil est un questionnaire semi-directif administré aux enquêtés à leur domicile. Ce premier questionnaire a permis de fournir les caractéristiques socio-économiques du chef de ménage (âge, statut matrimonial, taille du ménage et du cheptel, ...), l'appui institutionnel, la perception sur l'évolution agro-écologique des parcours pastoraux.

Le second outil de collecte de données est un questionnaire de la méthode dite de la différence maximum (*best and worst Scaling*) qui mesure l'importance des innovations introduites et les facteurs favorisant les échecs d'adoption des innovations à partir des déclarations des répondants sur des échelles de la forme « plus important- moins important ». Le questionnaire était composé des tâches de choix qui sont présentées sous forme de tableaux successifs contenant chacun quatre innovations (Tableau 1).

Tableau 1: Échantillon de questions d'échelle entre le « plus important » et le « moins important » utilisé dans l'enquête.

Plus importante	Innovations	Moins importante
[X]	Culture fourragère à double usage	[]
[]	Régénération naturelle assistée	[]
[]	Complémentation des animaux avec les résidus agro-industriels	[]
[]	Complémentation des animaux avec les résidus de ménage	[X]

Methodes

Théorie des décisions d'adoption des technologies innovantes

Le cadre d'analyse de l'adoption en microéconomie a été largement étudié. La rationalité économique et la maximisation du profit étaient les principaux fondements des analyses de choix (Varian, 2010). Ainsi, dans le processus de l'adoption des innovations au niveau agricole, le producteur développe des préférences vis-à-vis des caractéristiques de l'innovation (de ses attributs) ce qui lui permet de hiérarchiser ses choix qui lui procurent le plus d'utilité. La théorie de Lancaster (1966) est fondée sur ce postulat et montre que l'utilité globale d'un produit est égale à la somme des utilités de chacune des caractéristiques perçues de ce produit. On suppose que l'importance relative de l'innovation A par rapport à l'innovation B est fonction de la fréquence relative avec laquelle l'innovation A est sélectionnée comme choix préféré par rapport à l'innovation B (Louvière et al., 2013 ; Ochieng et al., 2016). Ainsi, le niveau d'importance de chaque innovation se mesure en la différence entre le nombre de fois où le critère a été choisi comme étant le plus important (Best) et le nombre de fois où il a été considéré comme étant le moins important (Worst). Marley et Louvière (2005) ont donné les fondements théoriques formels des meilleurs et pires modèles probabilistes. Dans le cas d'une étude d'exploitation face aux impacts du changement climatique, le producteur rationnel préfère la technologie innovante qui lui procure une résilience maximale face aux chocs climatiques et donc qui lui procure plus d'utilité par rapport à l'ancienne technologie. Plusieurs modèles empiriques ont été appliqués à l'étude de l'adoption des innovations en agriculture.

Cependant, seuls les travaux récents économétriques prennent en compte le poids de l'innovation auprès des exploitants. Ces modèles ont permis de montrer que toutes les alternatives du producteur peuvent être représentées par une fonction d'utilité aléatoire.

Ainsi, pour chaque choix « le plus important » est supposé lui procurer une utilité et le choix « le moins important » une désutilité pour chacune des tâches de choix. Le modèle est conçu de telle sorte que l'ensemble des alternatives auxquelles le répondant doit faire face, peut être représenté par une fonction d'utilité aléatoire. Les mesures d'importance des attributs à partir des déclarations des répondants sur des échelles de la forme « plus important-moins important » (*best and worst scaling*) ont d'abord été conçue pour permettre aux répondants de faire des compromis dans leurs choix concernant les problèmes de sécurité alimentaire. Bien qu'elle ait été principalement appliquée à la gestion d'entreprise et à la conception de stratégies de marketing, cette méthode gagne en popularité dans certains nouveaux concepts, tels que les soins de santé. En économie des ressources environnementales, elle était progressivement utilisée pour évaluer différentes politiques environnementales ou mesures d'atténuation (Tong et al., 2017). Dans cette étude, il s'agissait d'utiliser cette méthode pour déterminer les importances relatives des technologies innovantes introduites par les projets de développement dans le cadre de la résilience climatique dans la zone périurbaine de Tahoua.

Echantillonnage et collecte des données

Les personnes enquêtées étaient des agropasteurs sélectionnés par échantillonnage

itératif guidé par les répondants, également appelé échantillonnage en boule de neige, sur la base des premiers interviewés sélectionnés au hasard sur une liste établie durant la pré-enquête conduite pour tester le questionnaire. L'enquête a concerné au total 239 chefs de ménages qui résident dans la zone périurbaine de Tahoua. Ainsi, pour la collecte des données concernant la méthode de la différence maximum (*best and worst Scaling*), des tâches de choix sont présentées sous forme de tableaux successifs contenant chacun quatre innovations ont été présenté à chaque répondant pour choisir dans chaque tableau deux innovations parmi lesquelles ils considèrent l'une comme la plus importante et l'autre la moins importante.

Analyse des données

Pour atteindre l'objectif de l'étude, la méthode économétrique Max Diff (*best and worst scalling*) basée sur une approche de comptage a été utilisée pour évaluer l'importance de ces innovations et leurs contraintes. Ainsi, dans cette approche de comptage de la Méthode Max Diff ou Best and Worst scalling (BWS), le niveau d'importance de chaque item (innovation) est le résultat de la différence entre le nombre de fois où l'item a été choisi comme étant le plus important (B_i) et le nombre de fois où il a été considéré comme le moins important (W_i) dans tous les questionnaires de chaque répondant (n). BW_i est la différence entre la fréquence B_i et W_i . L'importance ou le poids de chaque innovation est déterminée par un score standardisé ($std.BW$) qui dépend du nombre de répondants ayant choisi l'item et de la fréquence de son apparition dans l'ensemble des choix. Le score $std.BW$ de chaque innovation ou item a une plage de -1 (lorsque l'innovation est choisie comme la moins importante dans tous les questionnaires qui incluent l'innovation) à +1 (lorsque l'innovation est choisie comme la plus importante dans les questionnaires qui incluent l'innovation) (Kwon et al., 2020).

Score standardisé par innovation ($std.BW$) = $\frac{\text{niveau d'importance (Best - Worst)}}{(n * p)}$, avec
 n = nombre de répondants
 p = fréquence d'apparition de chaque innovation dans les ensembles de choix (ici : $p = 4$).

Le niveau d'importance relative entre les innovations peut être aussi déterminée par le

score standardisée ($std.sq.BW_i$) suivant : où $sq.BW_i$ est la racine carrée du rapport de B_i et W_i . Le score $std.sq.BW_i$ de l'innovation la plus importante est 1, et les autres innovations ont un score compris entre 0 et 1.

RESULTATS

Caractéristiques socioéconomiques des enquêtés

Les activités principales des répondants étaient l'agriculture (56,5%) et l'élevage (43,5%), mais ils pratiquaient aussi le commerce et le maraichage. Le Tableau 2 présente quelques caractéristiques socio-économiques des enquêtés. Il montre que les hommes constituaient 70,7% des enquêtés contre 29,3% de femmes. L'âge des enquêtés variait entre 20 et 65 ans avec une moyenne de $36,3 \pm 10,3$ ans (médiane de 35 ans). 52,3% des chefs d'exploitations enquêtés étaient jeunes avec un âge compris entre 20 et 35 ans et les plus âgés entre 50 et 65 ans représentent 24%. Les chefs d'exploitation avaient à leur charge en moyenne $6,9 \pm 3,8$ personnes avec un minimum de 2 et un maximum de 20 personnes. 65,5% des exploitations présentaient entre 2 et 7 personnes contre entre de 12 et 20 personnes chez 7,1% des exploitations. La majorité des répondants n'était pas instruite (55,6%) mais 44,4% étaient instruits. Malgré leur faible niveau d'instruction, seulement 12,7% des répondants ont bénéficié des formations sur les bonnes pratiques d'élevage des animaux domestiques. Il ressort aussi que 31,4% pratiquaient les activités d'embouche de façon permanente contre 68,6% de manière occasionnelle en vue de profiter de la forte demande des animaux gras à l'occasion de la fête de Tabaski. La répartition des chefs d'exploitation par taille des petits ruminants montre qu'ils possédaient une moyenne de $15,2 \pm 18,5$ têtes de petits ruminants (médiane 10 têtes, min-max de 0-135). 83,7% des enquêtés possédaient entre 0 et 10 têtes contre 7,5% qui avaient entre plus 40 et 135 têtes. Ces exploitations comportaient aussi en moyenne $6,6 \pm 12,5$ têtes de bovins avec un minimum de 0 et un maximum de 100. 83,7% des exploitations possédaient entre 0 et 10 bovins contre 7,5% avec des troupeaux de plus 20 à 100 têtes.

Les perceptions des enquêtés des causes de la baisse de la production de biomasse des parcours naturels

Causes pluviométriques

La Figure 1 présente les perceptions des agropasteurs des indicateurs de la variabilité pluviométrique entraînant la baisse de la production de biomasse des parcours pastoraux. L'analyse de la figure montre que certaines perceptions étaient plus tranchantes que d'autres. Ainsi, les perceptions les plus tranchantes étaient relatives au retard suivi d'une fin précoce des pluies (42%), la baisse de la pluviosité annuelle avec des séquences sèches plus longues (25%) et la diminution du nombre de jours de pluies (19%). Les perceptions moins tranchantes étaient la forte fréquence des années sèches et la bonne pluviosité au début suivie des longues poches de sécheresse ayant chacune un taux de 7%.

Causes écologiques

La Figure 2 présente la perception des effets négatifs des indicateurs écologiques sur la baisse de la production de biomasse des parcours pastoraux. Ainsi, les répondants ont accordé les forts pourcentages au dessèchement et la mortalité prématurée des espèces annuelles (30%), à la prolifération des espaces dénudés (28%) et à l'envahissement des aires de pâturage par des espèces moins appréciées (26%). Ces résultats ont révélé un écart important de cette perception des effets négatifs pour la mortalité des ligneux vivaces (8%) et la baisse de la fertilité des sols des espaces pastoraux (8%) par rapport aux autres causes citées ci-haut que les répondants estimaient qu'elles étaient plus fortes pour expliquer cette forte baisse de la production fourragère des parcours naturels.

Causes anthropiques

La Figure 3 donne la perception des causes anthropiques à effets négatifs sur le couvert végétal des parcours. Le ramassage de la paille (46%) et les feux de brousse (28%) sont apparus comme les actions humaines les plus néfastes causant la baisse du disponible fourragers dans les parcours pastoraux. Cependant, un taux de réponse de 15% a été accordé à l'abandon de la mobilité stratégique comme cause favorisant la baisse de la production de biomasse contre 1%, 3% et 6% des taux de citation respectivement pour l'émondage et l'élagage non améliorés des ligneux, la mise en culture des parcours

causant l'amenuisement des parcours naturels d'élevage et les abattages des ligneux pour le bois énergie et le charbon.

Perception de l'importance des mesures d'atténuation de la dégradation des pâturages des parcours

Le Tableau 3 présente les résultats de l'analyse des préférences des agropasteurs des mesures d'atténuation face aux impacts de la variabilité des pluies sur la baisse de la biomasse des parcours pastoraux. Les colonnes 1 et 2 donnent respectivement le nombre de fois que chaque item a été choisi comme le « plus important » et le « moins important ». En considérant le score moyen « plus important- moins important » (Best-Borst) (colonne 5), les trois mesures les plus importantes étaient l'ensemencement des aires, les banques d'intrants et la culture fourragère à double fin. La complémentation des animaux avec les résidus de ménages, les blocs multi-nutritionnels et le traitement de la paille à l'urée sont classés parmi les mesures les moins appréciées. Le score BW standardisé moyen, calculé comme la différence entre les fréquences « plus importants » et « moins importants », est un indicateur prioritaire pour les préférences des mesures. Les items qui ont obtenu des scores BW standardisés positifs (+) ont été plus fréquemment choisis comme les plus importants, plutôt que comme les moins importants.

L'analyse de la colonne $\sqrt{\text{BW}}$ (Racine carrée de la colonne (1)/colonne (2)) montre que les items présentant des coefficients $\sqrt{\text{BW}}$ supérieurs à un ont des scores « plus important » qui sont largement supérieurs à leurs scores « moins important ». Cela veut dire que ces items ont été choisis comme les plus préférés par les répondants comme mesures d'atténuation avec un niveau d'importance élevé. Cependant, les stratégies qui ont un $\sqrt{\text{BW}}$ inférieur à 1 sont les moins préférées. Le score standardisé pondéré (colonne 7) est aussi une autre mesure descriptive de l'importance relative du classement des mesures d'atténuation en attribuant un index de 1 pour l'item choisi comme le « plus important ». La stratégie la plus importante a été l'ensemencement des aires des pâturages (1,00). Elle est suivie par la culture fourragère (0,88), les banques d'intrants zootechniques (0,72) et le hachage

de pailles (0,68). Par rapport à l'ensemencement des aires de pâturage (la stratégie la plus importante), les résidus de ménage, les blocs multi-nutritionnels et le traitement de la paille à l'urée ont été classés comme mesures les moins préférées avec respectivement des indices de 0,32, 0,33 et 0,39.

Importance des contraintes de l'adoption des stratégies d'amélioration de l'alimentation du bétail

Le Tableau 4 présente les scores des contraintes de l'adoption des stratégies d'amélioration de l'alimentation du bétail. Le score standardisé (stdsqr.BW) a été utilisé comme indicateur pour comparer l'importance

relative des contraintes. La disparition de certaines espèces végétales suite aux sécheresses des sites ensemencés (1,00) est choisie comme la première contrainte. La faiblesse du respect et de la bonne application des règles et principes retenus par les cadres de concertations villageoises des sites de parcours récupérés (0,93) et le déficit de l'approvisionnement des coopératives et des marchés ruraux en aliment concentré pour le bétail (0,90) sont choisis respectivement comme la deuxième et la troisième contrainte importante. Ces facteurs sont classés respectivement 4,23 et 4,09 fois plus contraignants que l'éloignement des sites de fauchage du foin (0,22).

Tableau 2: Caractéristiques socio-économiques des exploitations agricoles.

Variables des chefs d'exploitations agricoles	Effectifs	Pourcentage	
Activites principales	Agriculture	135	56,5
	Elevage	104	43,5
sexe	feminin	70	29,3
	masculin	169	70,7
Age (en année)	[20, 35]	125	52,3
	]35,50]	90	37,7
	]50,65]	24	24
Ménage (effectifs)	[2, 7]	156	65,3
	]7,12]	66	27,6
	]12,20]	17	7,1
Instruction	non instruits	133	55,6
	instruits	106	44,4
Formation sur les pratiques d'élevage	oui	209	87,4
	non	30	12,6
Conduite des ateliers d'embouche	temporaire	164	68,6
	permanent	75	31,4
Taille du cheptel de petits ruminants	[4, 20]	197	82,4
	]20,40]	24	10
	]40,135]	18	7,5
Taille du cheptel de petits ruminants	[0, 10]	200	83,7
	]10,20]	21	8,8
	]20,100]	18	7,5

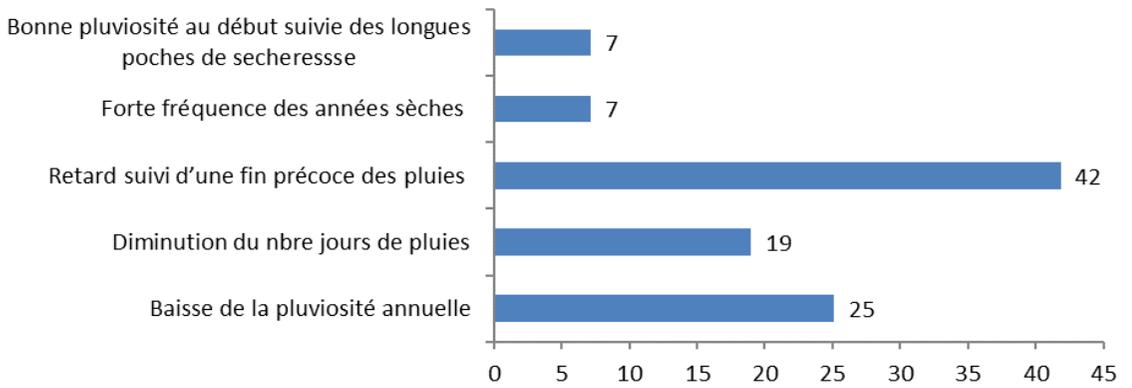


Figure 1: Perceptions des agropasteurs des indicateurs de la variabilité pluviométrique entrainant la baisse de la production de biomasse des parcours pastoraux.

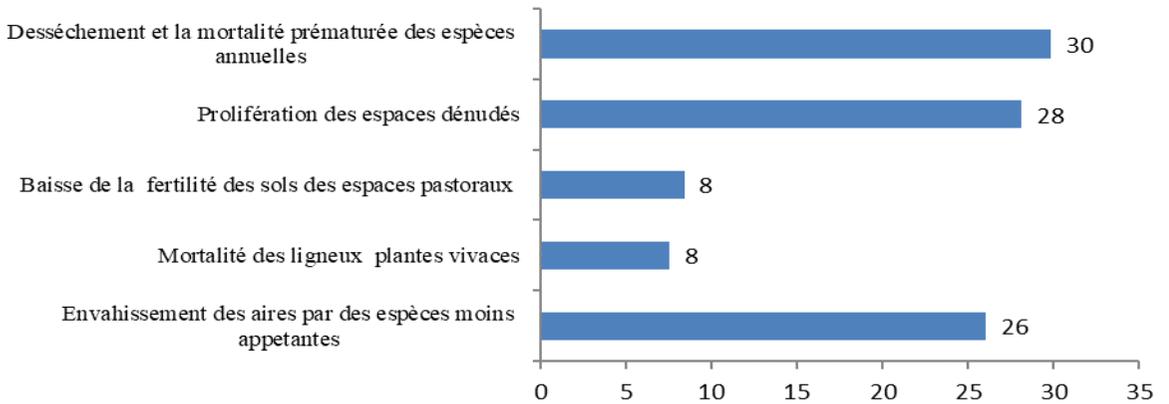


Figure 2 : Perception des effets négatifs des indicateurs écologiques sur la baisse de la production de biomasse des parcours pastoraux.

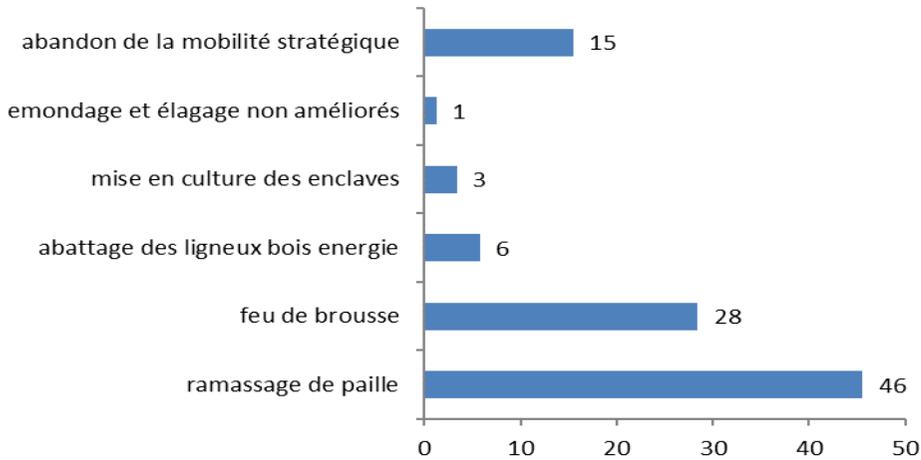


Figure 3: Perception des causes anthropiques à effets négatifs sur la dégradation du couvert végétal des parcours.

Tableau 3: Perception des agropasteurs des mesures d'amélioration de l'alimentation du cheptel face à la baisse de la biomasse des parcours pastoraux.

Innovations	B	W	BW	Rang	mean. stdBW	sqr tBW	std.sqr tBW
Colonne	1	2	3	4	5	6	7
Réensemencement des aires de pâturages	454	133	321	1	0,34	1,85	1,00
Banque intrant zootechniques et vétérinaires	316	177	139	3	0,15	1,34	0,72
Culture fourragère à double usage	354	132	222	2	0,23	1,64	0,89
Régénération naturelle assistée	256	171	85	5	0,09	1,22	0,66
Production du foin	183	314	-131	10	-0,14	0,76	0,41
Hachage de pailles	268	165	103	4	0,11	1,27	0,69
Broyeurs de fourrages	170	277	-107	9	-0,11	0,78	0,42
Traitement des fourrages pauvres à l'urée	163	312	-149	11	-0,16	0,72	0,39
Fabrication et utilisation de blocs à urée	255	285	-30	7	-0,03	0,95	0,51
Fabrication et utilisation de blocs multi-nutritionnels	122	311	-189	12	-0,20	0,63	0,34
Complémentation des animaux avec les résidus agro-industriels	208	277	-69	8	-0,07	0,87	0,47
Complémentation des animaux avec les résidus de ménage	124	341	-217	13	-0,23	0,60	0,33
Complémentation des animaux avec les résidus agricoles	234	212	22	6	0,02	1,05	0,57

Tableau 4: Scores des contraintes contre les stratégies d'amélioration de l'alimentation du bétail.

Contraintes	B	W	B/W	Sqrt BW	Stdsqrt BW
Disparition de certaines espèces végétales suite aux sécheresses des sites ensemencés	133	36	3,69	1,92	1
Faiblesse du respect et de la bonne application des règles et principes retenus par les cadres de concertations villageoises des sites de parcours récupérés	167	52	3,21	1,79	0,93
Déficit de l'approvisionnement des coopératives et des marchés ruraux en aliment concentré pour le bétail	125	42	2,98	1,73	0,9
Forte spéculation sur les prix des sous-produits agroindustriels selon les zones et les saisons par les commerçants	157	61	2,57	1,6	0,83
Coûts élevés des intrants vétérinaires	97	51	1,9	1,38	0,72
Faible disponibilité de la main d'œuvre formée pour la fabrication des blocs nutritionnels et à l'urée et les broyeurs	99	52	1,9	1,38	0,72
Faible maîtrise des techniques de formulation des rations avec des aliments contenant l'urée	72	64	1,13	1,06	0,55
Faible accès aux agents de vulgarisation des technologies	55	73	0,75	0,87	0,45
Prix d'acquisition élevés des broyeurs et des hache-pailles	64	89	0,72	0,85	0,44
Disponibilité et accessibilité difficile de l'urée dans les villages	52	123	0,42	0,65	0,34
Insuffisance de lieux de stockage et de conservation de blocs à urée contre les animaux et les enfants en divagation	40	105	0,38	0,62	0,32
Incapacité d'obtention des prêts pour l'acquisition du petit matériel chez les petites exploitations	41	120	0,34	0,58	0,3
Forte spéculation saisonnière des prix céréales par rapport ceux des animaux sur les marchés ruraux	35	102	0,34	0,59	0,3
Exode saisonnier des bras valides vers les grandes villes	27	84	0,32	0,57	0,29
Eloignement de plus en plus des sites de fauchage du foin	24	134	0,18	0,42	0,22

DISCUSSION

Les facteurs climatiques (la variabilité climatique), écologiques et humains sont perçus par la majorité des répondants comme les causes majeures de la baisse de production de fourrages des parcours. Selon les répondants, les phénomènes climatiques et anthropiques ont eu des conséquences sur le développement phénologique et le bilan fourrager des parcours. Dans les échanges, ils ont rapporté que le déficit et la mauvaise répartition géographique de la pluviométrie se traduisant par des effets écologiques néfastes notamment la baisse de la fertilité des sols, la mortalité des espèces très appréciées et l'apparition des espèces envahissantes non appréciées sont considérées comme les causes de la baisse de la production des fourrages des parcours pastoraux. L'analyse de ces échanges a montré que les répondants sont parfaitement conscients des conséquences de la combinaison des effets climatiques, écologiques et anthropiques. De ces faits, les répondants ont compris que c'est la combinaison des facteurs climatiques et écologiques qui ont contribué à l'instabilité des bilans fourragers créant à leur tour au niveau des usagers des parcours pastoraux des comportements néfastes contribuant à la dégradation de la biodiversité de ces parcours. Cette perception des producteurs de la zone périurbaine de Tahoua est en accord avec de nombreux résultats des études conduites dans la zone sahélienne (Doubmbia et al., 2013; Kosmowski et al., 2015; Tchétangni et al., 2016). Par ailleurs, les travaux conduits au Niger par Abdou (2012) et Toudjani et al. (2006) ont montré que la variabilité des facteurs climatiques est perçue par les populations comme la principale cause de la baisse de rendements des espèces fourragères. Cette perception des agropasteurs de la zone périurbaine de Tahoua est aussi en accord avec les travaux de Tidjani et al. (2016) qui ont montré que les communautés exploitant les cuvettes de Gouré (Niger) ont fait des mises en relation entre les facteurs climatiques (les poches de sécheresse et leur fréquence de plus en plus rapprochée) et des phénomènes écologiques (la réduction de la biodiversité et de la couverture végétale, la baisse de la productivité des ressources de l'écosystème pastoral et agropastoral) constituant non seulement les éléments de dégradation des sols en lien avec la variabilité climatique

mais aussi les facteurs accélérant la pression anthropique dans les cuvettes. Les travaux de Kosmowski et al. (2015) à l'ouest et de Tidjani (2016) à l'est du Niger ont confirmé que la déstabilisation de l'équilibre fragile des systèmes agropastoraux avait un lien avec la variabilité climatique. Cette perte de potentiel productif des systèmes agropastoraux a imposé au niveau des exploitations agricoles la promotion de stratégies durables d'adaptation contre les effets néfastes de la variabilité climatique.

Les populations ont bien perçu les conséquences de la variabilité climatique et les effets combinés de l'ensemble des facteurs climatiques, écologiques et anthropiques. En réponse à ces conséquences dans le domaine de l'alimentation des animaux, des stratégies d'adaptation sont promues par l'état et ses partenaires de développement. Les populations se sont appropriées de ces stratégies selon l'utilité qu'elles procurent dans les exploitations agricoles en rapport avec les spécificités techniques et financières liées à leur mise en œuvre. Ainsi, l'apparition et l'adoption des innovations par un nombre important de producteurs sont considérées comme des processus complexe liées aux contextes socioéconomique et institutionnel des adoptants (Lefranc, 2008). L'objectif recherché à travers la vulgarisation des innovations était d'aider les agriculteurs à enrayer les contraintes auxquelles ils sont confrontés afin d'améliorer les performances et d'accroître les productivités du secteur agricole. Dans ce cadre particulier de l'élevage, toutes les innovations déployées dans les exploitations agropastorales sont inscrites dans la problématique de l'amélioration de l'alimentation du cheptel et de la gestion des ressources pastorales.

Les répondants ont accordé les scores «les plus importants» aux innovations relatives à l'ensemencement des aires de pâturages, le contrôle de l'érosion et reforestation, les banques aliments et intrants zootechniques et la culture des espèces végétales à double fin (fourrage et graine), le hachage des fourrages grossiers qui ont contribué le plus à atténuer les effets de la baisse de la production de biomasse des parcours. Ces mesures ont contribué de façon directe à améliorer les conditions nutritionnelles des animaux en élevage extensif qui ont comme principale source

d'aliment les pâturages naturels. La perception de l'importance de ces items comme meilleure mesure d'atténuation est en accord avec de nombreux travaux (Baoua, 2006; Daouada, 2007; Soumana et al., 2011; Abdou et al., 2019). En plus, ces innovations s'inscrivaient aussi dans une logique de réduire la dépendance des productions animales des aléas climatiques et du marché des sous-produits agroindustriels. De ce fait, l'Etat et ses partenaires au développement ont toujours accompagné la diffusion des paquets technologiques CES/DRS (contrôle de l'érosion et reforestation). Ceci a expliqué les forts scores « plus importants » à ces innovations. Dans une étude au Magrheb, Alary (2006) s'est posé la question de savoir si ces mesures financières sont réellement responsables de l'engouement pour ces innovations. En Afrique subsaharienne, plusieurs études ont répondu à cette question en montrant que ces actions de *food for work* ou *cash for work* ont permis de maintenir les bras valides villageois sur le terroir pour mener les travaux CES/DRS qui ont permis de récupérer les terres dégradées en les végétalisant. Ceci a permis d'alléger le déficit fourrager chroniques des exploitations et d'éviter le déstockage des animaux pendant les années sèches (Toutain et al., 2006; Baoua, 2006). C'est pourquoi, le soutien financier n'est pas le seul facteur qui a attiré ces populations agropastorales vers ces innovations en gestion des ressources naturelles.

Les innovations techniques de valorisation des ressources fourragères et de production de suppléments en fourrage à l'échelle de l'exploitation familiale pour le recyclage des résidus de ménages et la transformation des sous-produits et produits agricoles en aliment bétail (blocs multi-nutritionnels, broyage, foin, traitement de la paille à l'urée, ...etc.) ont été vulgarisé pour sécuriser les animaux en cas de crise et de réduire la pression des animaux sur les ressources naturelles durant les périodes sèches. Ces innovations ont joué un rôle important dans l'amélioration de l'alimentation des animaux dans les exploitations agricoles dans ce contexte de variabilité climatique. Mais ces innovations sont souvent classées au second rang et peinent à être mise en œuvre du fait de l'insuffisance des ressources financières et des

équipements dans les exploitations. Cela est tout à fait logique car la majeure partie des paysans s'est trouvée dans une situation d'insécurité alimentaire permanente avec des revenus dérisoires (Hawey et al., 2020). Ce qui a rendu très difficile tout investissement dans les innovations agricoles. Ainsi, pour faciliter le déploiement d'innovations agricoles de façon régulière, il est nécessaire de les rendre plus accessible et facilement reproductible par les bénéficiaires en créant les conditions institutionnelles (crédit, services agricoles de proximité, organisations paysannes pour l'encadrement, ...etc.). Les difficultés d'accès aux crédits et l'absence ou la rareté de certains petits matériels ont été citées par les populations bénéficiaires comme étant des éléments importants les amenant vers des réticences à l'adoption de ces innovations. De plus, dans les zones rurales, les demandes en aliments bétail sont souvent liées aux conditions climatiques. En bonne période, l'alimentation est généralement gratuite en faisant divaguer les animaux sur les parcours communautaires. Aussi, les ruraux ont des problèmes d'argent liquide pour s'acheter les articles de première nécessité. Ceci explique l'hésitation des commerçants dans l'approvisionnement des marchés en certains produits notamment l'urée et le tourteau de coton, faute de clientèle sûre. Cela a entraîné sans doute la spéculation sur les prix des sous-produits, des innovations techniques de valorisation des ressources fourragères et de production de suppléments en fourrage. C'est pourquoi, ces innovations ont été rejetées à cause du manque d'ingrédients. Ainsi, ces innovations « techniques semi-intensives » sont peu appréciées par les producteurs par rapport aux innovations en lien avec la Gestion des Ressources Naturelles.

L'analyse des poids accordés en terme d'importance relative montre que ces innovations sont différemment appréciées par les bénéficiaires du fait de la priorisation des actions à mener dans leur combat quotidien de survie. Toutefois, toutes ces innovations devraient émerger de manière intégrée tout en bénéficiant équitablement des ressources agro-écologiques, humaines et appuis financiers (Robinson et al., 2015). Ce qui contribuera sans doute à rendre plus durable les effets de ces innovations et facilitera leur diffusion jusqu'au niveau des exploitations les

plus démunies. Sur ce point de vue, la recherche doit mener des études sur l'adaptation des différents services financiers et institutionnels aux besoins des agriculteurs en vue de déterminer les voies de financements pertinentes pour l'adoption et la diffusion à grande échelle de toutes ces innovations. (Arahama, 2020).

Conclusion

Ce travail a fait une analyse de la perception des agropasteurs et des perspectives face aux grandes mutations des systèmes de production pastoraux en cours face aux changements climatiques. Le travail a consisté à effectuer des travaux d'enquêtes auprès de 239 agropasteurs de la zone périurbaine de Tahoua qui sont conscients des risques que représente la variabilité climatique pour l'élevage. Pour leur survie, ils ont recouru à différentes stratégies pour s'adapter aux effets négatifs des changements climatiques. Ainsi, pour répondre à ces enjeux du développement durable dans le contexte de changement climatique, les populations en général, doivent faire l'objet d'un important effort d'adoption des innovations technologiques diffusées dans les communautés par les différents partenaires du développement local. L'étude a fait ressortir les contraintes majeures de l'adoption des innovations dans les exploitations familiales, ce qui permet une meilleure formulation des propositions d'adaptation et d'amélioration de l'alimentation des animaux sur les parcours aux regards de ces contraintes, des grands enjeux et défis auxquels font face les agropasteurs dans le contexte de changements climatique.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

SS et GY : ont rédigé le protocole et le manuscrit. HI a participé à la correction du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Dr Zakou Amadou (Département de Sociologie et d'Economie Rurales, Université de Tahoua, République du Niger) qui n'a ménagé aucun

effort pour guider nos premiers pas pour effectuer les analyses économétriques. Nos remerciements vont également à l'endroit des étudiants de l'Université de Tahoua, République du Niger (L2 année 2022) et les populations locales qui se sont mobilisés pour la collecte des données.

REFERENCES

- Abdou A, Abdouli SC, Tidjani MA, Karimou A, Soulé AE, Kaire M. 2019. Economie de la dégradation des terres à Thoua, Niger : Analyse coût-bénéfices des activités de récupération des terres (banquettes, demi-lunes et cordons pierreux) des quatre sites de la commune de badaguichiri. Rapport de l'Initiative ELD, projet « inverser la dégradation des terres en Afrique par l'adoption à grande échelle de l'agroforesterie », 44 p.
- Azando EVB, Tchétan E, Ouehanou TD, Ahoyo CC, Gouissi MF, Adjovi ISM, Doko Allou SY. 2022. Traditional breeding of small ruminants in the North-West of Benin: practices and inventory of food resources. . *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(3): 1180-1192. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i3.22>
- Alary V. 2006. L'adoption de l'innovation dans les zones agro-pastorales vulnérables du Maghreb. *Afrique Contemporaine*, **219**(3) : 81-101. DOI : <https://doi.org/10.3917/afco.219.0081>
- Arahama T, Ibrahim B, Lota DT. 2020. Services financiers : quelles perspectives pour le déploiements d'innovations agricoles en Afrique ? *Economie Rurale*, **371**: 77-94. DOI: 10.4000/economierurale.7549
- Abdou AA. 2012. Perceptions et stratégies d'adaptation au changement climatique des populations dans les cuvettes de Gouré. Mémoire de Master II en Milieux et Sociétés des Espaces Arides et Semi-arides : Aménagement Développement, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger), 81 p.
- Baoua I. 2006. Analyse des impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles sur le secteur élevage dans les régions de Maradi, Tahoua et Tillabéry au Niger. Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en

- Agriculture (CRESA) et université d'Amsterdam, Pays-bas, 47 p.
- Bonnet B, Guibert B. 2014. Stratégie d'adaptation aux vulnérabilités du pastoralisme Trajectoire de familles de pasteurs (1972-2010). Afrique contemporaine, **249**(1): 37-51. DOI : 10.3917/afco.249.0037
- Comité permanent Inter-états de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS), 2010. L'élevage au Sahel et en Afrique de l'Ouest, 26^e réunion annuelle du Réseau de Prévention des Crises Alimentaires. Accra (Ghana), décembre 2010.
- CNEDD. 2020. Rapport de l'actualisation de l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation (V&A) aux changements climatiques dans le secteur de l'agriculture au Niger. Contribution pour la quatrième communication nationale (QCN) sur les changements climatiques. Cabinet du Premier Ministre, Niger, 104 p.
- Conseil Régional de Tahoua. 2017. Rapport de diagnostic actualisé: plan de développement régional 2016-2020, 217 p.
- Daouada H. 2007. Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques: cas du département de Tera au Niger. Mémoire de Master en Développement. Université Senghor d'Alexandrie (Egypte), 106 p.
- Doumbia S, Depieu ME. 2013. Perception paysanne du changement climatique et stratégies d'adaptation en riziculture pluviale. *J. appl. Biosci.*, **64** : 4822-4831. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v64i1.88470>
- Hawey T, Sitou L, Manassouri MA, Soumana I, Massaoudou M, Zoubeurou MA. 2020. Risques pluviométriques, source d'insécurité alimentaire et nutritionnelle au Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(2) : 452-464. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i2.12>
- Kiema A, Tontibomma BG, Zampaligré N, 2014. Transhumance et gestion des ressources naturelles au Sahel : contraintes et perspectives face aux mutations des systèmes de productions pastorales. *Vertigo*- la revue électronique en sciences de l'environnement[Online], **14**(3). DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.15404>
- Kiema A, Sawadogo I, Ouédraogo T, Nianogo AJ, 2012. Stratégies d'exploitation du fourrage par les éleveurs de la zone sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(4) : 1492-1505. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i4.8>
- Kwon Y, Kim S, Jihye BJ. 2020. What Attributes Do Passengers Value in Electrified Buses? *Energies*, **13** : 2646. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13102646>
- Kosmowski F, Lalou R, Sultan B, Ndiaye O, Muller B, Galle S, Séguis L. 2015. Observations et perceptions des changements climatiques : analyse comparée dans trois pays d'Afrique de l'ouest. In: Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest. Marseille, IRD ; 89-110.
- Lefranc LM. 2008. Conditions d'adoptions et impacts des innovations technologiques dans le cadre du bananier plantain au sud du Cameroun. Mémoire de fin d'étude, formation DAT, option : Agronomie et Innovation en milieu rural (AGIR), mastère spécialisé "Développement Agricole Tropical", Montpellier, 178 p.
- Louvierre JJ, Lings I, Islam T, Gudergan S, Flynn T. 2013. An introduction to the application of (case1) Best-Worst scaling in marketing research. *Int. J. Res. Mark.*, **30**: 292-303. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2012.10.002>
- Ministère de l'élevage. 2021. Rapport annuel 2020: les statistiques du secteur de l'élevage. Ministère de l'Élevage, Niger. 299 p.
- Marley AAJ, Louvierre JJ. 2005. Some probabilistic models of best, worst, and best-worst choices. *J. Math. Psychol.*, **49** : 464-480. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmp.2005.05.003>
- Ouedraogo A, Kabore F, Kabore O. 2022. Perception de la fertilité des sols et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles à Samandéni (Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **16**(4): 1536-1553. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i4.15>
- Ochieng BJ, Hobbs JE. 2016. Incentives for cattle producers to adopt an *E. coli* vaccine: An application of Best-Worst

- scaling. *Food Policy*, **59**: 78-87. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.12.004>
- Pini G, Tarchiani V. 2007. Les systèmes de production agro-sylvo-pastoraux du Niger:3- description et analyse. Politecnico di Torino, Torino, Italia, Working paper.
- Roussy C, Ridder A, Chaib K. 2015. Adoption d'innovation par les agriculteurs: rôle des perceptions et des préférences. Working Paper SMART-LERECO, n°15-03, 37 p.
- Robinson LW, Ericksen PJ, Chesterman S, Worden JS. 2015. Sustainable intensification in drylands: What resilience and vulnerability can tell us. *Agricultural Systems*, **135**: 133-140. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.01.005>
- Soumana D, Soumana I, Mahamane S, Karimou A, Aboubacar I, Zakara G. 2011. Restauration des plages nues d'une brousse tachetée au Niger. *Afrique SCIENCE*, **07**(1) : 77-92.
- Tabbo AM, Amadou Z, Dankaky AB. 2016. Evaluating farmers' adaptation to climate change: a case study of kaou local government area, Tahoua state, Niger Republic. *Jàmbá Journal of Disaster Risk Studies*, **8**(3): a241. DOI: <http://dx.doi.org/10.4102/jamba.v8i3.241>
- Tabbo AM, Amadou Z.. 2017. Assessing newly introduced climate change adaptation strategy packages among rural households: Evidence from kaou local government area, Tahoua state, Niger Republic. *Jàmbá Journal of Disaster Risk Studies*, **9**(3): a383. DOI: <http://dx.doi.org/10.4102/jamba.v9i1.383>
- Tong O, LU ZL, Zhang J. 2017. Evaluation of GHG Mitigation measures in Rice Cropping and Effects of Farmers 's Characteristics: evidence from Hubei, China. *Sustainability*, **9**(1066): 6-1. DOI : <https://doi.org/10.3390/su9061066>
- Tchétangni YA, Assogbadjo AE, Houéhanou T, 2016. Perception paysanne des effets du Changements climatiques sur la production des noix d'anacardier (*Anacardium Occidentale*) dans la Commune de Savalou au Bénin. *European Scientific Journal*, **12**(14): 220-239. DOI: <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n14.p220>
- Toudjani Z, Guero M. 2006. Analyse diagnostique détaillée de la zone d'intervention du PLECO. Cartographie de la situation d'ensablement. Division des statistiques et de la cartographie forestière, Ministère de l'environnement et de la lutte contre la désertification, PNUD-PLECO.
- Tidjani AD, Abdou AA, Faran M, Amadou O, Amoukou I, Ozer P, Bouzou I, Ambouta KJM. 2016. Perceptions de la variabilité climatique et stratégies d'adaptation dans le système oasien de Gouré (Sud-est Niger). *Agromonie Africaine*, **28**(2) : 25-37.
- Toutain B, Guervilly T, Le masson A, Roberge G. 2006. Leçons de quelques essais de régénération des parcours en région sahelienne. *Sécheresse*, **17**(1-2): 72-5.
- Varian HR. 2010. *Intermediate Microeconomics. A Modern Approach. Eighth Edition. University of California at Berkeley. W.W. Norton & Company: New York, 816 p.*